

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze

katedra fyzické geografie a geoekologie

Petra Judová

**KVALITA POVRCHOVÝCH VOD
V POVODÍ ŠLAPANKY**

Magisterská práce

Praha 2003

Vedoucí magisterské práce: Doc. RNDr. Bohumír Janský, CSc.

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracovala samostatně s použitím uvedených pramenů a literatury. Svoluji k zapůjčení magisterské práce ke studijním účelům.

V Obyčtově 29. 4. 2003

Petra Judová

Petra Judová

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu magisterské práce Doc. RNDr. Bohumíru Janskému, CSc., za cenné odborné rady a připomínky při zpracování této práce. Dále děkuji ing. Libuši Benešové, RNDr. Martinu Pivokonskému, Ph.D., za odborné konzultace, RNDr. Marku Liškovi, Ph.D., za provedení biologických rozborů, Stanislavu Grillovi a Martinu Turkovi za pomoc při tvorbě mapových příloh a mgr. Evě Hrnčířové a Miroslavě Judové za pomoc při konečných úpravách textu. Velký dík patří i ing. Tomáši Havlíkovi za pomoc při odběrech vzorků vody a biologického materiálu a celé rodině za pomoc a podporu.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá stavem jakosti povrchových vod v povodí řeky Šlapanky z hlediska chemických a biologických parametrů. Práce je rozdělena do čtyř hlavních částí. V první části je podán přehled fyzickogeografických podmínek a socioekonomických aktivit v povodí se zřetelem na jejich vliv na jakost vody v povodí. Větší pozornost byla věnována jednotlivým zdrojům znečištění. Druhou část práce tvoří metodika, která se zabývá výběrem ukazatelů znečištění, popisem metod použitých při odběrech vzorků a jejich analýzách a také metodami statistického zpracování výsledků. Hlavní, třetí, část práce je zaměřena na vyhodnocení výsledků chemických a biologických analýz. U výústního profilu Mírovka byla rovněž využita data ze státní pozorovací sítě ČHMÚ Praha. Hodnocení bylo provedeno podle ČSN 75 7221 zařazením profilů do tříd jakosti vod. U vybraných ukazatelů bylo provedeno závislostní hodnocení. Závěrečné kapitoly shrnují získané poznatky a podávají konkrétní návrhy, jejichž realizace by pozitivně ovlivnila jakost vod.

Řeka Šlapanka je levostranným přítokem Sázavy. Protéká centrální částí Českomoravské vrchoviny typickou venkovskou krajinou, což se projevuje na jakosti vody ve všech důsledcích. Z výsledků uskutečněných analýz je patrné, že jakost povrchových vod v povodí je nízká. Všechny profily jsou zařazeny do V. jakostní třídy. Jako nejkritičtější se jeví ukazatele dusičnanový a dusitanový dusík a biochemická spotřeba kyslíku. Hlavní zdroje kontaminace představují splachy ze zemědělsky obdělávaných ploch a rozptýlené bodové zdroje znečištění, představované drobnými sídly bez sanace odpadních vod.

Abstract

This thesis is concerned in the state of the surface water quality of the catchment area of the Šlapanka river in regard of chemical and biological parameters. The thesis is divided into four parts. In the first part there is a list of physical geographic characteristics and socioeconomic activities of the catchment in regard to its influence on the quality of water. The sources of pollution were described in more detail. The second part is dedicated to the methodics, which deals with chosen parameters of pollution, description of the methods used when taking samples and analysing them and also with the methods of statistically analysing the results. In the third part of the thesis the results of chemical and biological analyses are looked into. For analysing the data of estuary profile of Mírovka from the state observing network ČMHÚ Prague were also used. The analyses were done according to ČSN 75 7221 classifying the profiles to the classes of water quality. Dependent analyses were made, as well. Concluding chapters summarize the gained data and give concrete suggestions. The realization of these suggestions would positively influence the water quality.

The river Šlapanka is left tributary of the Sázava river. It runs through the central part of the Českomoravská highland through a typical rural landscape, which has evident influence on the water quality in all respects. From the results of the analyses there is obvious, that the surface water quality of the catchment is low. All profiles are in 5th class of quality. The nitrogen compounds and chemical oxygen demand prove as the most critical. The main sources of pollution come from agriculture and rural settlements which do not save waste water.

Obsah:

| | |
|---|----|
| 1. Úvod..... | 8 |
| 1.1. Vymezení a cíl práce..... | 8 |
| 2. Fyzickogeografická charakteristika povodí Šlapanky | 9 |
| 2.1. Vymezení zájmového území..... | 9 |
| 2.2. Geologická stavba..... | 10 |
| 2.3. Geomorfologické členění..... | 12 |
| 2.4. Pedologická charakteristika | 13 |
| 2.5. Hydrografická charakteristika povodí | 14 |
| 2.5.1. Hydrografický přehled hlavního toku..... | 14 |
| 2.5.2. Hydrografická charakteristika povodí | 16 |
| 2.6. Klimatická charakteristika | 18 |
| 2.6.1. Klimatická regionalizace | 18 |
| 2.6.2. Srážkové poměry | 19 |
| 3. Odtokové poměry v povodí | 20 |
| 3.1. Velikost odtoku..... | 20 |
| 3.2. Režim denních průtoků..... | 21 |
| 3.3. Režim měsíčních průtoků | 22 |
| 3.4. Režim ročních průtoků..... | 24 |
| 4. Chráněná území | 25 |
| 5. Využití území (landuse)..... | 27 |
| 6. Socioekonomická charakteristika povodí | 29 |
| 6.1. Zemědělství v povodí Šlapanky..... | 29 |
| 6.1.1. Rostlinná výroba | 29 |
| 6.1.1.1. <i>Vliv rostlinné výroby na jakost vod</i> | 29 |
| 6.1.1.2. <i>Rostlinná výroba v povodí Šlapanky</i> | 30 |
| 6.1.2. Živočišná výroba..... | 31 |
| 6.1.2.1. <i>Vliv živočišné výroby na jakost vod</i> | 31 |
| 6.1.2.2. <i>Živočišná výroba v povodí Šlapanky</i> | 32 |
| 6.2. Průmyslová výroba | 34 |
| 6.2.1. Vliv průmyslové výroby na kvalitu vod | 34 |
| 6.2.2. Průmyslová výroba v povodí Šlapanky | 34 |
| 6.3. Zatížení povodí Šlapanky obyvatelstvem | 36 |
| 6.3.1. Vliv komunálního znečištění na jakost vod..... | 36 |
| 6.3.2. Komunální znečištění v povodí Šlapanky | 36 |
| 6.3.3. Čistírny odpadních vod v povodí Šlapanky | 39 |
| 6.4. Skládky tuhého komunálního odpadu..... | 41 |
| 7. Metodika práce | 43 |
| 7.1. Charakteristika odběrových profilů | 43 |
| 7.2. Chemické rozbory | 50 |
| 7.2.1. ČSN 75 7221..... | 50 |
| 7.2.2. Závislostní hodnocení jakosti vod | 52 |
| 7.2.3. Zvolené chemické parametry..... | 53 |
| 7.2.3.1. <i>Nutrienty</i> | 53 |
| 7.2.3.2. <i>Organické látky</i> | 56 |
| 7.2.3.3. <i>Doplňkové parametry</i> | 57 |
| 7.2.4. Odběr vzorků pro chemický rozbor | 58 |
| 7.2.5. Chemické analýzy vod..... | 59 |
| 7.3. Biologické hodnocení kvality vody | 60 |
| 7.3.1. Saprobni systém..... | 60 |

| | |
|--|-----|
| 7.3.2. Metody stanovení saprobity | 62 |
| 7.3.3. Bakteriální znečištění..... | 64 |
| 7.3.4. Odběr vzorků pro biologický rozbor | 65 |
| 7.4. Měření průtoků | 66 |
| 8. Výsledky chemických analýz | 68 |
| 8.1. Analýza dat z profilu Mírovka (1976 - 2001)..... | 68 |
| 8.1.1. Vývoj koncentrací vybraných ukazatelů (1976 - 2001)..... | 68 |
| 8.1.2. Závislostní hodnocení na profilu Mírovka (1976 - 2001)..... | 72 |
| 8.2. Jakost vody na Šlapance v roce 1961 | 83 |
| 8.3. Analýza dat z vlastních rozborů (2001 - 2003)..... | 83 |
| 8.3.1. Hodnocení podle ČSN 75 7221 | 83 |
| 8.3.2. Závislostní hodnocení vybraných ukazatelů..... | 87 |
| 8.3.3. Jakost vody na jednotlivých profilech | 87 |
| 8.3.4. Podélné profily jakosti vody | 95 |
| 9. Výsledky biologických rozborů..... | 100 |
| 9.1. Analýza dat z profilu Mírovka (1976 – 1999)..... | 100 |
| 9.2. Vyhodnocení vlastních biologických rozborů z roku 2002 | 102 |
| 9.2.1. Porovnání výsledků biologického a chemického rozboru | 103 |
| 9.2.2. Výsledky bakteriologických rozborů..... | 104 |
| 10. Diskuze | 105 |
| 11. Závěr | 108 |
| 12. Seznam literatury | 110 |
| 13. Seznam tabulek..... | 113 |
| 14. Seznam obrázků..... | 114 |
| 15. Seznam příloh | 116 |

1. Úvod

Péče o životní prostředí stojí již řadu let v popředí zájmu naší společnosti. Po roce 1989 přestala být ekologie zakázaným slovem a významně se zlepšuje kvalita ovzduší, vody i dalších složek životního prostředí.

Odhlédneme-li od dnes již řešených problémů, zůstává otázkou, v jakém stavu je např. česká venkovská krajina.

Významným indikátorem stavu venkovské krajiny je voda, která z ní odtéká. Ta odráží ve velké míře celé negativní působení člověka v krajině. Je hlavním zdrojem znečištění v minulosti intenzivní zemědělské hospodaření, nebo jsou to drobná sídla, která představují rozptýlené bodové zdroje. V každém případě je to člověk, kdo tento stav způsobil a zároveň může rozhodnout o jeho zlepšení.

1.1. Vymezení a cíl práce

Typickou venkovskou krajinu můžeme najít na Českomoravské vrchovině. Ta má navíc díky své poloze na evropském rozvodí nedostatečné zásoby vody. Tato skutečnost by měla spolu s negativními důsledky nadměrného zemědělského využívání půd vést ke zvýšené péči o kvalitu vody.

Z těchto důvodů jsem si ke zpracování diplomové práce vybrala téma zabývající se monitoringem jakosti vody levostranného přítoku Sázavy na Českomoravské vrchovině - řeky Šlapanky. Řeka protéká typickou venkovskou krajinou, což se projevuje na jakosti vody ve všech důsledcích.

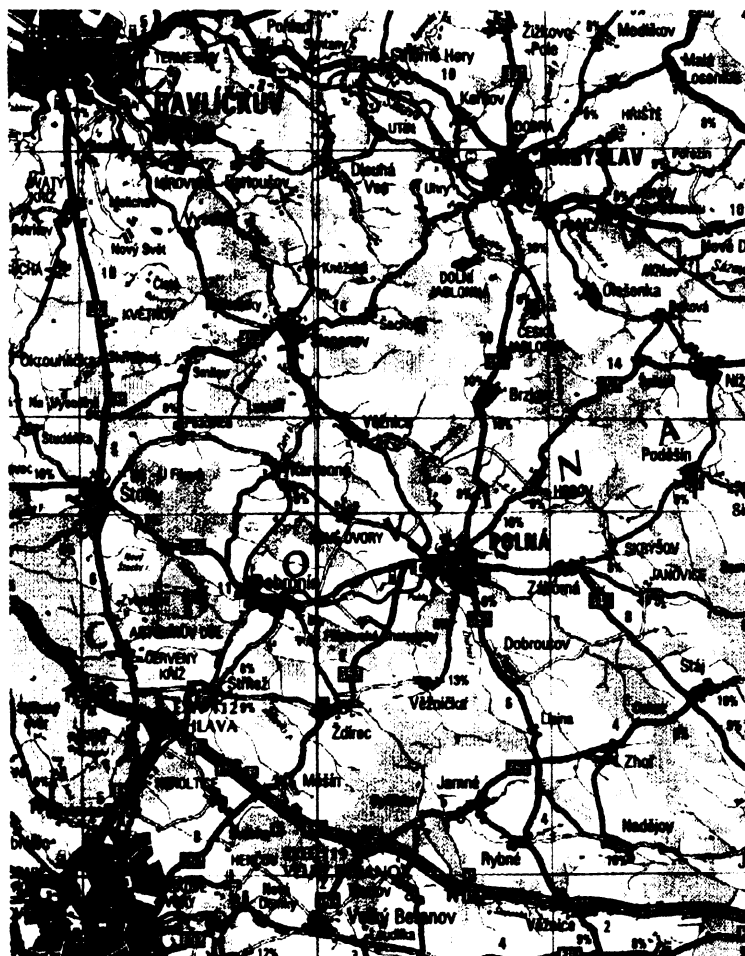
Cílem této diplomové práce je zjištění míry zatížení toku Šlapanky znečišťujícími látkami, lokalizace hlavních zdrojů znečištění a formulace návrhů, které by současný stav jakosti vody pozitivně ovlivnily. Cílem je také alespoň částečně upozornit na tuto problematiku, která v současné době podle mého názoru zůstává opomenuta.

2. Fyzickogeografická charakteristika povodí Šlapanky

2.1. Vymezení zájmového území

Řeka Šlapanka protéká centrální částí Českomoravské vrchoviny. Jako levostranný přítok ústí do řeky Sázavy. Spolu se svými přítoky odvádí vodu z území o rozloze 265,28 km². Její povodí tvoří 1/6 povodí Sázavy. Má nepravidelný tvar. Jeho jižní základna je široká a směrem k severu k ústí do Sázavy se zužuje. Hranice povodí - rozvodnice - je vymezena kótami: Duškův kopec (535 m n. m.), Rozhledna (512 m n. m.), Spád (565 m n. m.), Sádek (698 m n. m.), Skálek (626 m n. m.), Kopeček (627 m n. m.), Vršky (551 m n. m.), Beranov (560 m n. m.), Zmolíška (550 m n. m.), Kácek (567 m n. m.), Borovice (582 m n. m.), Kosový vrch (682 m n. m.), Vápenný kopec (598 m n. m.) a Ovčín (491 m n. m.). Jižní část rozvodnice mezi povodím Šlapanky a Oslavy a Sázavy je součástí hlavního evropského rozvodí mezi Černým a Severním mořem.

Obr. č. 1: Lokalizace povodí Šlapanky (Autoatlas ČR 1:200 000, oskenováno)



Ze správného hlediska spadá povodí pod kraj Vysočina, jižní, větší část povodí pod bývalý okres Jihlava a severní pod okres Havlíčkův Brod. Významnějšími sídelními centry jsou Dobronín, Polná, Šlapanov a v samém ústí Šlapanky Havlíčkův Brod. Do těchto center je soustředěn i drobný průmysl. Z hlediska socioekonomického má region tranzitní polohu. Lokalizaci povodí znázorňuje obr. č. 1.

2.2. Geologická stavba

Geologická stavba ovlivňuje nejen geomorfologickou stavbu krajiny, ale spolu s dalšími faktory působí na chemismus půdy a v neposlední řadě na chemismus vody.

Celá oblast se řadí ke geologické oblasti moldanubika, jižní části Českého masivu. Moldanubikum je zde zastoupeno dvěma celky - pestrou (ostrongskou) a jednotvárnou (drosendorfskou) skupinou. Jsou tvořené krystalickými břidlicemi, které vznikly během variského vrásnění (350 - 230 milionů let) dvojí metamorfózou původních usazených a vyvřelých hornin pravděpodobně starohorního stáří. Jednotvárná skupina moldanubika, která tvoří geologické podloží západní části povodí Šlapanky, je tvořena biotitickými rulami často s výskytem silimanitu, v blízkosti žulových těles i rulami cordieritickými. Ve východní části povodí v pestré skupině moldanubika jsou horniny velmi podobné rulám jednotvárné série. Liší se střídáním různě velkých těles kvarcitů, erlánů, amfibolitů a serpentinitů (Čech a kol. 2002). - *lípe poznat na příl. vzorku*

Krystalické břidlice jsou místy proniknuty žulami moldanubického plutonu. V jejich sousedství se místy nachází kontaktně metamorfované horniny (viz obr. č. 2). Žulové výchozy jsou nejpatrnější v okolí Pávova a Smrčné (Veselá a kol. 1988). V jihovýchodní části povodí v pramenné oblasti Šlapanky najdeme vyvřelé horniny Třebíčského masivu. Jedná se o durbachity (amfibolicko-biotitické žuly) patrně starší než žuly moldanubického plutonu (370 milionů let). Tyto hlubinné vyvřeliny jsou vzácně doprovázeny ostrůvky hadců (serpentinitů), které vznikly serpentinizací vyvřelin obsahujících tmavé minerály. Takové ostrůvky můžeme najít východně od Šlapanova a Horní Věžnice (Veselá 1989). Na hadce, které vykazují alkaličtější reakci než okolní horniny jsou vázána zvláštní společenstva rostlin i živočichů. Ojedinele jsou zastoupeny i kvarcicity např. na lokalitě východně od Polné. *u 1. a*

Druhohorní horniny nejsou v povodí zastoupeny. Neogenní (mladotřetihorní) sedimenty, lakustrinní a fluviolakustrinní jíly, písky a štěrky, vystupují na povrch jen

ve dvou lokalitách, v okolí Pávova a Měšína. Pozůstatky neogenní říční sítě jsou dobře patrné v klínu mezi tokem Šlapanky a Zlatým potokem. Jsou však z větší části překryty pleistocenními fluviálními a svahovými sedimenty. Výsek z geologické mapy 1 : 200 000 následuje v příloze 1.

Z výše uvedeného popisu vyplývá, že horniny geologického podloží povodí Šlapanky jsou bazické. Tato skutečnost ovlivňuje poměrně výrazně chemické složení vod. Voda je měkká, tzn. neobsahuje velká množství kationů vápníku (prům. hodnota 40 mg/l) a hořčíku, což se projevuje i v celkově nižší vodivosti a ne příliš vysokém pH. Průměrné hodnoty vodivosti dosahují 300 – 400 $\mu\text{S/l}$ a pH 7,6 – 7,9 jednotek. Jsou nízké ve srovnání s vápencovými oblastmi s alkalickým podložím, kde obsah vápníku často vysoko překračuje hodnotu 100 mg/l a vodivost nabývá hodnot přes 1000 $\mu\text{S/l}$.

Obr. č. 2: Výchoz usměrněných přeměněných hornin v odtokovém korytě rybníka Kukle



15. 3. 2003

2.3. Geomorfologické členění

Z geomorfologického hlediska náleží povodí Šlapanky k Českomoravské subprovincii České vysočiny, přesněji k oblasti Českomoravské vrchoviny. Z geomorfologických celků do území zasahují Hornosázavská pahorkatina a malými částmi Křemešnická a Křižanovská vrchovina.

Středem povodí paralelně s tokem Šlapanky prochází Jihlavsko-sázavská brázda. Má pahorkatinný charakter a je tvořena rulami a migmatity. Její severní část tvoří Bartoušovská pahorkatina s výrazným vrcholem Duškův kopec (535 m n. m.). Západní část Jihlavsko-sázavské brázdy tvoří kordieritické ruly a dvojslídne žuly Štocké pahorkatiny. Její povrch původně prahorního až prvohorního stáří je mírně ukloněn k východu a je vlivem eroze a denudace zformován v mělká široká údolí (Novák 1943).

Na Štockou pahorkatinu navazuje na jihu a východě plochá sníženina – Střítežská pánev. Má charakter zarovnaného povrchu s pozůstatky neogenní říční a jezerní sítě. Je pokryta třetihorními a čtvrtohorními sedimenty. Na jihu v oblasti Beranovského prahu, kudy prochází hlavní evropské rozvodí, nacházíme rovněž rozsáhlé plochy zarovnaných povrchů s hluboce zvětralými horninami.

Část povodí na východ od řeky Šlapanky je tvořena členitou Přibyslavskou a Řehořovskou pahorkatinou, ve kterých pravostranné přítoky Šlapanky vymodelovaly mělká údolí a ploché vyvýšeniny. Od zlomového svahu Jihlavsko-sázavské brázdy směrem k západu se rozkládá Jeníkovská vrchovina, kde jsou patrné kryogenní tvary, nejvíce rozvinuté na Vysokém kameni (661 m n. m.). Severozápad povodí tvoří Vysočinská pahorkatina s nejvyšším vrcholem Vysočina (621 m n. m.), (Demek 1987).

Řeka Šlapanka i její přítoky protékají vesměs mělkými údolími, jen v úseku mezi Šlapanovem a Mírovkou se hlouběji zařezávají. V dolní části povodí v okolí Juliánova Dvora a Svatého Kříže jsou patrné staré říční terasy Sázavy (Novák 1932).

Malá nadmořská výška na jihu povodí na rozvodí Jihlava – Šlapanka a blízkost toku Jihlavy dávají prostor k úvahám, že horní tok Jihlavy byl „předchůdkyní“ řeky Šlapanky odváděn do Sázavy. Pro tuto hypotézu svědčí nález ohlazených valounů křemene mezi Dolní Věžnicí a Šachotínem (Novák 1932).

Podrobné geomorfologické členění:

Česká vysočina

II Českomoravská subprovincie

IIC Českomoravská vrchovina

IIC-1 Křemešnická vrchovina

1D Humpolecká vrchovina

1D-3 Herálecká pahorkatina

3c Vysočinská pahorkatina

1D-4 Jeníkovská vrchovina

4-1 Vysokokamenský hřbet

IIC-2 Hornosázavská pahorkatina

2C Havlíčkobrodská pahorkatina

2C-1 Chotěbořská pahorkatina

1b Okrouhlická pahorkatina

2C-4 Příbyslavská pahorkatina

2D Jihlavsko-sázavská brázda

2D-1 Pohledská pahorkatina

1a Utínská pahorkatina

1b Bartoušovská pahorkatina

2D-2 Dobronínská brázda

2a Střítežská pánev

2b Štocká pahorkatina

2c Beranovský práh

IIC-5 Křižanovská vrchovina

5A Bítešská vrchovina

5A-2 Blažkovsko-dědkovský hřbet (Arnolecké hory)

5A-12 Řehořovská pahorkatina

Mapa podrobného geomorfologického členění povodí Šlapnky následuje v příloze 2.

2.4. Pedologická charakteristika

Charakter půdního pokryvu, který vzniká půdotvorným procesem, ovlivňuje řada faktorů. Kromě druhu a složení matečné horniny jsou to geomorfologické, klimatické, hydrologické a biotické podmínky a v neposlední řadě i stáří území a jeho antropogenní ovlivnění (Horník a kol. 1986). Díky poměrně jednotvárnému geologickému podloží se v území nevyvinula nijak pestrá mozaika půd.

Z hlediska půdních druhů patří většina půd povodí k půdám hlinitopísčítým a písčitohlinitým. V území mezi Šlapankou a Zlatým potokem se nachází půdy hlinité. Půdy lehké hlinitopísčité tvoří jen malé procento zemědělsky obdělávaných ploch. Jejich

masivnější výskyt je charakteristický pro západní část Příbyslavské pahorkatiny. Jsou to půdy s nízkou schopností zadržovat vodu, z větší části zalesněné. Půdy písčitohlinité a hlinité pokrývají největší část území. Jsou z velké části zemědělsky obdělávané. Půdy těžké se vyskytují sporadicky na dolním toku řeky (Jatiová 1962).

Z hlediska půdních typů zde najdeme asociaci hnědých lesních půd přírodních a hnědých půd zemědělsky zkulturněných horských oblastí a asociaci ilimerizovaných půd podzolovaných přírodních a zemědělsky zkulturněných (Pelíšek, Sekaninová 1975).

Hnědé lesní půdy pokrývají nižší partie Jihlavsko-sázavské brázdy. Největší oblast jejich výskytu je mezi Polnou, Kamennou a Dobronínem. Vyznačují se výraznou kyselou reakcí a tvorbou kyselého humusu, který zůstává ve svrchních vrstvách půdy. Nejzastoupenějším podtypem je zde kambizem typická kyselá. V periodicky podmáčených oblastech nastupují pseudogleje a gleje. Jsou to půdy silně podmáčené, které bylo nutno kvůli zemědělskému využívání odvodnit melioracemi. Tyto zásahy však výrazně narušily vodní režim krajiny. Především urychlily povrchový odtok, takže v letním období dochází k deficitům vláhy (kol. 1995).

Pro vyšší polohy povodí jsou charakteristické ilimerizované a podzolizované půdy, které se vyznačují vyběleným, o živiny ochuzeným svrchním horizontem. Díky zemědělskému využívání a především hnojení těchto půd je svrchní horizont bohatší na živiny (Pelíšek, Sekaninová 1975). Vlhčí klima umožňuje při použití hnojiv lepší přístupnost živin pro rostliny. Tato přístupnost kompenzuje celkový deficit živin a nízkou produkční schopnost půd, což opět vede k intenzivnímu obhospodařování.

S půdním pokryvem výrazně souvisí i vodní eroze. Potenciální eroze půdy, která je podle Pelíška, Sekaninové (1975) vyvolána pouze účinkem přírodních faktorů, je v povodí poměrně nízká. V nižších polohách Jihlavsko-sázavské brázdy se pohybuje v rozmezí 0,04 - 0,1 mm/rok. Hodnota aktuální eroze půdy především na orných půdách však dosahuje daleko vyšších hodnot.

2.5. Hydrografická charakteristika povodí

2.5.1. Hydrografický přehled hlavního toku

Pro hydrologickou charakteristiku byly využity údaje ze základních vodohospodářských map Havlíčkův Brod 23-21, Jihlava 23-22, Žďár nad Sázavou 23-23 a Polná 23-24 v měřítku 1 : 50 000 a z Hydrologických poměrů ČSSR.

Řeka Šlapanka je levostranným přítokem řeky Sázavy. Je řekou IV. řádu. Její celková délka se neuvádí jednotně. Dle Hydrologických poměrů činí 33,7 km, dle Základní vodohospodářské mapy 34,9 km. Pro veškeré výpočty bude používána hodnota 34,9 km.

Šlapanka pramení v nadmořské výšce 590 m n. m. na západním svahu vrcholu Kopeček (627 m n.m.). Nejprve teče východním směrem, po 4 km se obrací a asi 16 km pokračuje směrem k severu. V tomto úseku přibírá převážně pravostranné přítoky: Rybenský, Zhořský (P - plocha povodí = 18,9 km², L – délka = 9,4 km), Ochozský (P = 19,1 km², L = 9,7 km), Skryšovský (P = 22 km², L = 9,5 km) a Bijavický potok, které stékají z Přibyslavské pahorkatiny. Za soutokem s Bijavickým potokem se Šlapanka stáčí k severozápadu. Po 4 km do ní zleva ústí největší přítok Zlatý potok.

Zlatý potok pramení 1 km severně od Stříbrného Dvora ve výšce 600 m n. m. Jeho délka je 19,2 km. Odvodňuje jihozápadní část povodí o rozloze 98,4 km². Do Šlapanky ústí v nadmořské výšce 442 m n. m. u obce Dolní Věžnice. Jeho průměrný průtok v ústí je 0,67 m³/s, což je o 0,9 m³/s více, než má v tomto místě samotná Šlapanka. Z přítoků Zlatého potoka jsou významnější levostranné, které stékají ze Štocké pahorkatiny. Jsou to Pstružný a Mlýnský potok (P = 18,09 km², L = 10,6 km) s přítokem Zvonějovský potok. Ke kratším pravostranným přítokům patří Heroltický, Měšínský, Ždírecký a Cihelenský potok.

Nad soutokem se Zlatým potokem se do Šlapanky vlévá z levé strany Pozovický (P = 15,7 km², L = 6,4 km) a Květnovský potok a z pravé strany Šachotínský a Bartošovský potok.

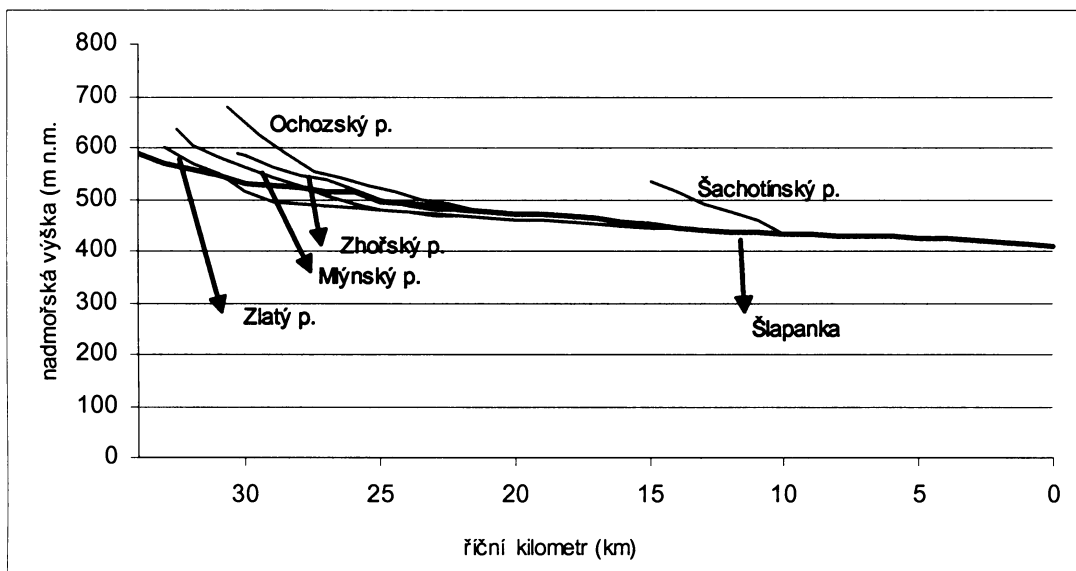
Před ústím tvoří Šlapanka velký meandr a v intravilánu města Havlíčkův Brod v nadmořské výšce 408 m n. m. se vlévá do Sázavy. Mapa povodí Šlapanky s přítoky se nachází v příloze 3.

Sklonové poměry lze přehledně vyjádřit podélným profilem toku (obr č. 3). Z grafu vyplývá, že největší sklon má tok v úseku asi 6 km od pramene. Poté se sklonové poměry vyrovnávají. Na středním toku je několik oblastí s velmi malým sklonem, které byly využity pro vybudování větších rybníků.

Střední sklon toku (podíl spádu toku a jeho délky) je 5 ‰;

Z mapy lze určit i míru křivolakosti toku. Ta se vyjadřuje *stupněm vývoje toku*, který je dán poměrem délky přímkové spojnice pramene a ústí a skutečné délky toku. Čím vyšší je jeho hodnota, tím vyšší je křivolakost toku. V našem případě je stupeň vývoje toku 0,71, tzn., že na toku je poměrně málo zákrutů.

Obr. č. 3: Podélný profil toku Šlapanky



Zdroj dat: Základní vodohospodářská mapa

2.5.2. Hydrografická charakteristika povodí

Velikost **plochy povodí** předurčuje rozmanitost fyzickogeografických poměrů v povodí. Plocha povodí Šlapanky činí 265,28 km².

Další důležitou charakteristikou je **tvar povodí**. Ten ovlivňuje typ říční sítě a tím nepřímo i režim odtoku. Tvar povodí můžeme charakterizovat následujícími ukazateli:

- Povodí je ohraničeno rozvodnicí. Její *délka* (L_R) byla určena ze základní vodohospodářské mapy.

$$L_R = 81 \text{ km}$$

- Tvar povodí lze vyjádřit i *Graveliovým koeficientem* (K_G). Ten udává poměr skutečné délky rozvodnice a obvodu kruhu, jehož plocha je shodná s plochou povodí.

$$K_G = \frac{L_R}{2\sqrt{\pi}\sqrt{P}} = 1,43$$

- *Charakteristika povodí* (α) je koeficientem protaženosti povodí. Je poměrem mezi plochou povodí (P) a druhou mocninou délky toku (L).

$$\alpha = \frac{P}{L^2} = 0,23$$

Hodnota 0,23 řadí povodí mezi povodí vějířovitá.

- *Střední šířka povodí* (\bar{s}) se vypočítá jako podíl plochy povodí (P) a celkové délky toku (L).

$$\bar{s} = \frac{P}{L} = 7,51 \text{ km}$$

- Podle polohy hlavního toku, tj. osy povodí, můžeme vyjádřit míru souměrnosti pravé a levé strany povodí. *Koeficient souměrnosti povodí* (K_s) je vyjádřen jako poměr rozdílu ploch levé a pravé strany povodí a jeho celkové plochy.

$$K_s = \frac{(P_L - P_P)}{P} = 0,08$$

$K_s = 0$ – dokonale symetrické povodí

$K_s = 1$ – absolutně jednostranné povodí

Podle hodnoty 0,08 je povodí poměrně symetrické.

- Jiným vyjádřením symetrie a tvaru povodí je *graf vývoje povodí*, který znázorňuje narůstání plochy povodí toku od pramene k ústí.

Z grafu vývoje plochy povodí (viz příloha 4) vyplývá, že povodí zpočátku úzké se po několika kilometrech rozšiřuje díky přítokům, které do řeky ústí v nevelké vzdálenosti od sebe. Levou stranu povodí téměř celou odvodňuje Zlatý potok. Nad jeho ústím se povodí opět zužuje.

Geomorfologická charakteristika povodí ovlivňuje především rychlost odtoku vody z povodí. Vlastnosti reliéfu můžeme pro zjednodušení vyjádřit sklonovými poměry.

- *nejvyšší kóta* – Sádek (698 m n. m.)
- *nejnižší kóta* - ústí Šlapanky do Sázavy (408 m n. m.)
- *Průměrný sklon povrchu povodí* (I) lze určit podle vzorce:

$$I(\text{‰}) = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{\sqrt{P}} = 0,018$$

Poměrně malý sklon odpovídá převážně pahorkatinnému charakteru reliéfu. Krajina tedy vytváří vhodné podmínky pro budování rybníků. Mají většinou malou rozlohu a nachází se na přítocích Šlapanky v kaskádách nad sebou (např. kaskády na

Šachotínském, Rybenském a Ochozském potoce). Většími rybníky na hlavním toku jsou Kukle u Polné a Peklo u Dolní Věžnice.

Vedle sklonových poměrů ovlivňují odtok i **vegetační poměry**. Působení vegetace závisí na jejím typu a stupni pokryvu povodí. Obecně nejpříznivěji na zpomalení odtoku působí lesní porosty. Svoji vysokou schopností intercepce, akumulace, infiltrace a retence srážkové vody přispívají hlavně k vyrovnání odtoku (Netopil a kol. 1981).

Podle Hydrologických poměrů zaujímají lesy 20 % plochy povodí. Aktuální statistiky udávají podíl lesních ploch vyšší (28 %), přesto se jedná o poměrně nízké hodnoty, což se projevuje i na nízké retenční schopnosti povodí.

2.6. Klimatická charakteristika

2.6.1. Klimatická regionalizace

Podle Quitta (1971) spadá povodí Šlapanky do mírně teplé podoblasti (MT). Z ní jsou na území zastoupeny dvě jednotky MT3 a MT5 (viz tab. č. 1).

Tab. č.1: Charakteristika jednotek MT3 a MT5 podle Quitta (1971)

| charakteristika | MT3 | MT5 |
|--|----------------|----------------|
| počet letních dnů | 20 - 30 | 30 - 40 |
| počet dnů s prům. teplotou více než 10°C | 120 - 140 | 140 - 160 |
| počet mrazových dnů | 130 - 160 | 130 - 140 |
| počet ledových dnů | 40 - 50 | 40 - 50 |
| prům. teplota v lednu | (-3) - (-4) °C | (-4) - (-5) °C |
| prům. teplota v červenci | 16 - 17 °C | 16 - 17 °C |
| prům. teplota v dubnu | 6 - 7 °C | 6 - 7 °C |
| prům. teplota v říjnu | 6 - 7 °C | 6 - 7 °C |
| počet dnů se srážkou 1mm a více | 110 - 120 | 100 - 120 |
| Srážkový úhrn ve vegetačním období | 350 - 450 mm | 350 - 450 mm |
| Srážkový úhrn v zimním období | 250 - 300 mm | 250 - 300 mm |
| počet dnů se sněhovou pokrývkou | 60 - 100 | 60 - 100 |
| počet zamračených dnů | 120 - 150 | 120 - 150 |
| počet jasných dnů | 40 - 50 | 50 - 60 |

Zdroj dat: Quitt (1971)

Pro jednotku MT3 je typické krátké léto, mírné až mírně chladné, suché až mírně suché. Přechodné období je normální až dlouhé, s mírným jarem a podzimem. Zima je

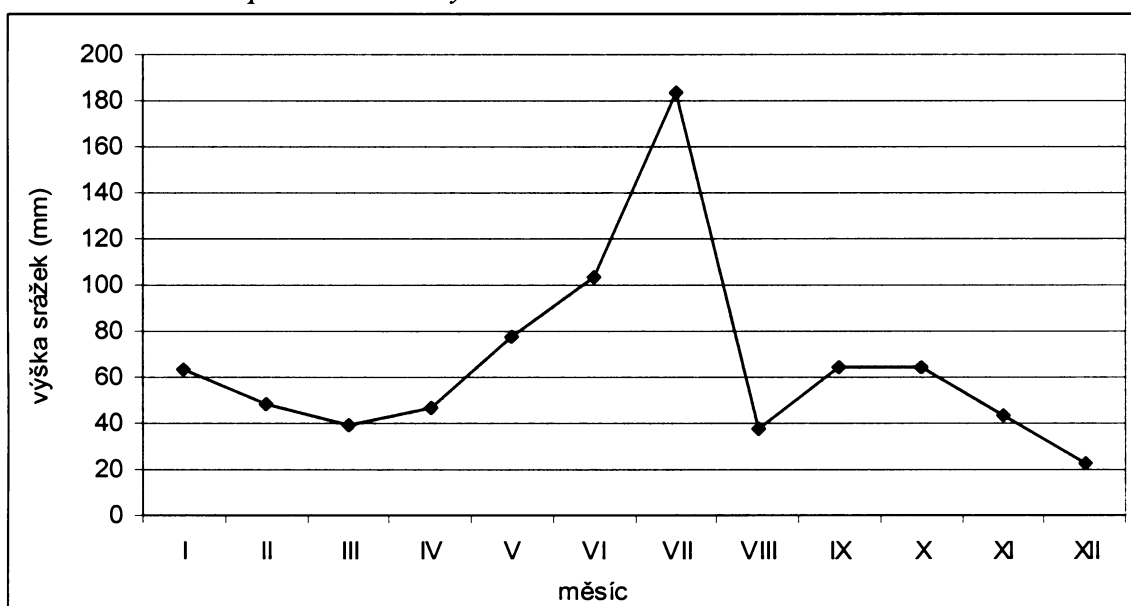
normálně dlouhá, mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá s normálním až krátkým trváním sněhové pokrývky. Jednotka MT5 je charakterizována normálním až krátkým létem, mírným až mírně chladným, suchým až mírně suchým. Přechné období je normální až dlouhé, s mírným jarem a podzimem. Zima normálně dlouhá, mírně chladná, suchá až mírně suchá s normálním až krátkým trváním sněhové pokrývky.

2.6.2. Srážkové poměry

Podle atlasu podnebí ČSSR dosahuje průměrná roční srážka hodnot 650 - 700 mm za rok. V oblasti soutoku Šlapanky se Zlatým potokem je průměrný roční úhrn srážek menší (600 – 650 mm), (kol. 1969). Proměnlivost srážkových úhrnů mezi jednotlivými roky je značná. Mohou klesat v suchých letech pod 50 % dlouhodobého ročního průměru srážek. V nejvlhčích letech mohou naopak dosáhnout až 150 % tohoto průměru. Z hlediska průměrných měsíčních úhrnů srážek připadají nejvyšší hodnoty na měsíc červenec, nejnižší na měsíc březen (Čech a kol. 2002). Rozložení srážek během roku není rovnoměrné, jak vyplývá z grafu měsíčních průměrných srážek ve stanici Polná v roce 2001 (viz obr. č. 4).

Důležitý pro zemědělskou výrobu je i úhrn srážek ve vegetačním období, který v povodí Šlapanky dosahuje 400 – 450 mm, v sušší střední části 350 – 400 mm. Průměrná srážka pro povodí Šlapanky má podle ČHMÚ hodnotu 689 mm za rok.

Obr. č. 4: Měsíční průměrné srážky za rok 2001 na srážkoměrné stanici Polná



Zdroj dat: Nepublikované materiály ČHMÚ

3. Odtokové poměry v povodí

3.1. Velikost odtoku

Pro charakteristiku hydrologického režimu byla využita data poskytnutá ČHMÚ Praha. Profil státní sítě se nachází v obci Mírovka, asi 3 km od ústí Šlapanky do Sázavy. Sledování průtoků zde probíhá již od roku 1956. Poměrně dlouhá časová řada dat umožňuje výpočet základních statistických hodnot, umožňujících analýzu hydrologického režimu toku.

Jak bylo uvedeno již v kapitole 2.5., hydrologický režim závisí na rozmanitých fyzickogeografických charakteristikách povodí. Velikost odtoku rovněž přímo souvisí s výškou srážek v povodí. Poměrně nízká dlouhodobá roční výška srážek v povodí Šlapanky (689 mm/rok) se projevuje i v nižších hodnotách odtoku.

Odtok vody za delší časové období lze charakterizovat buď *dlouhodobým průměrným průtokem* (Q_a) nebo *objemem odtoku* vody z povodí (O).

- Hodnota Q_a pro Šlapanku činí $1,54 \text{ m}^3/\text{s}$. Roční objem odtoku z povodí má hodnotu $48\,560\,000 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Jednotkový odtok z plochy povodí lze vyjádřit *specifickým odtokem* (q), který představuje množství vody odtékající z plochy povodí za jednotku času.

$$q = \frac{1000 \cdot Q_a (\text{m}^3 / \text{s})}{P (\text{km}^2)} = 6,08 \text{ l / s / km}^2$$

- Další charakteristikou odtoku, která bere v úvahu plochu povodí je *odtoková výška* (H_o). Získáme ji vztahem ročního objemu odtoku (O) ku ploše povodí (P).

$$H_o = \frac{O (\text{km}^3)}{P (\text{km}^2)} \cdot 10^6 = 192 \text{ mm}$$

- Z průměrné výšky srážek (H_s) a výšky ročního odtoku (H_o) můžeme vyjádřit *odtokový koeficient* (φ), který udává kolik procent z celkového množství srážek spadlých v povodí odeče řekami. Odráží celkové podmínky pro povrchový odtok.

$$\varphi = \frac{H_o (\text{mm})}{H_s (\text{mm})} = 0,28$$

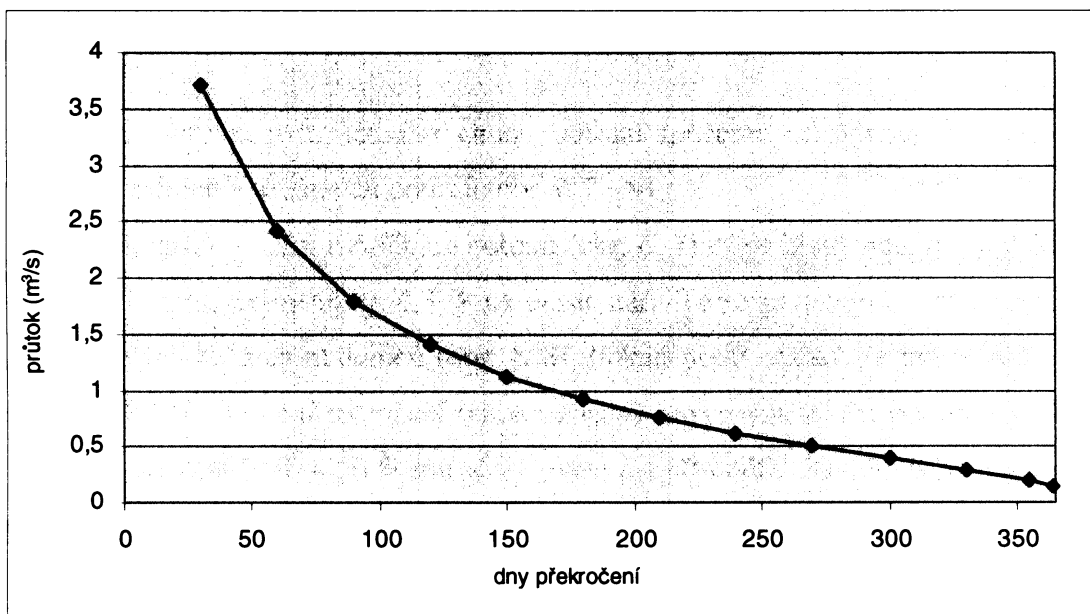
Z výsledku vyplývá, že řekami odeče z povodí Šlapanky necelá třetina celkového množství spadlých srážek, což je hodnota blíží se průměru českého povodí Labe.

Odtok z povodí během roku není vyrovnaný. Tato nevyrovnanost se projevuje v denních, měsíčních i ročních průtocích. Průtok se mění v závislosti na zdrojích vodnosti, rozložení srážek, denním i ročním chodu teplot, které mají vliv na výpar a v neposlední řadě je ovlivněn i spotřebou vody vegetací, zvýšenou v době vegetačního období, a odběry vody člověkem (Netopil a kol 1981).

3.2. Režim denních průtoků

Denní průtoky představují základní hodnoty měřené na vodoměrných stanicích. Velikost a trvání denních průtoků lze vyjádřit histogramem jejich kumulativních četností, tj. čarou překročení denních průtoků. Lze z nich zjistit, po jakou dobu v daném časovém intervalu byl překročen určitý vodní stav. Čára překročení denních průtoků následuje v grafu (obr. č. 5). Podle tvaru čáry překročení můžeme usoudit, že odtok je mírně nevyrovnaný. Průměrný roční průtok je překročen 100 dní v roce. Při mimořádně nízkých stavech (Q_{330}) dosahuje průtok hodnot $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$, při mimořádně vysokých stavech (Q_{30}) překračuje hodnotu $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Průměrné vodní stavy ($Q_{150} - Q_{210}$) se pohybují okolo $1 \text{ m}^3/\text{s}$, což je poměrně nízká hodnota.

Obr. č. 5: Čára překročení denních průtoků



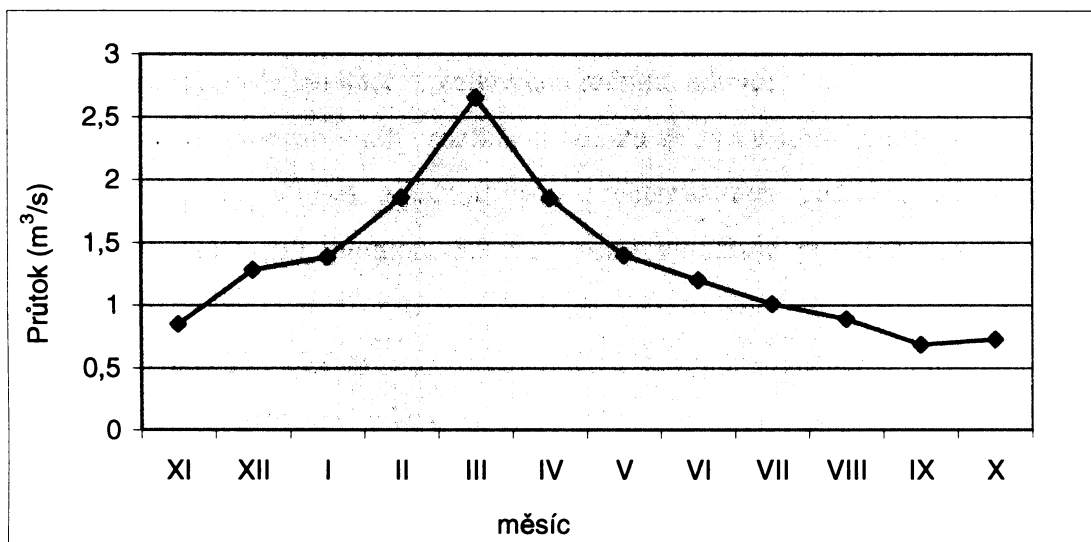
Zdroj dat: ČHMÚ (Údaje byly vypracovány pro období 1931 – 1980)

3.3. Režim měsíčních průtoků

Z průměrných denních průtoků se vypočítávají průměrné měsíční průtoky, které poskytují přehled o rozdělení odtoku během hydrologického roku.

Průměrné dlouhodobé měsíční průtoky jsou vyneseny v grafu (viz obr. č. 6). Z grafu je patrné, že nejvyšší průměrné měsíční průtoky nastávají v březnu, nejnižší v září a v říjnu. Průtoky mají jediné výrazné maximum. To je způsobeno především jarním táním sněhu, který představuje největší zdroj napájení v tomto období. Poměrně nízký průtok v měsících s největšími srážkami (červen, červenec) je zřejmě ovlivněn velkým výparem a spotřebou vody vegetací.

Obr. č. 6: Průměrné měsíční průtoky

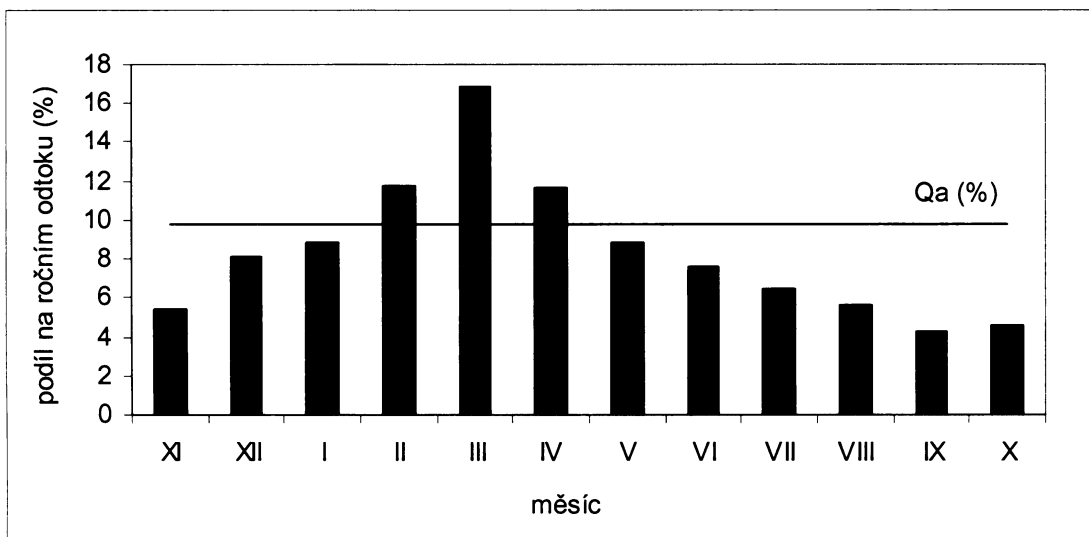


Zdroj dat: ČHMÚ

Míru vyrovnanosti ročního chodu odtoku můžeme odhadnout z procentuálního podílu měsíčních a sezónních odtoků (obr. č. 7 - 9)

Podle grafu podílů měsíčních odtoků (obr. č. 7) připadá nejvíce, tj. 16,9 % odtoku na měsíc březen, nejméně, tj. 4,3 % na měsíc září. To se projevuje i v rozložení odtoků v jednotlivých ročních obdobích (obr. č. 8). Pokud podíl odtoku za jediné roční období přesáhne 80 %, je roční rozložení odtoku značně nevyrovnané. Při podílu 50 – 80 % je mírně nevyrovnané, 30 – 50 % mírně vyrovnané a při podílu 20 – 30 % vyrovnané. Jako zimní období se berou měsíce prosinec, leden, únor, jako jarní březen, duben, květen, jako letní červen, červenec a srpen a jako podzimní září, říjen a listopad. Z grafu (obr. č. 8) vyplývá, že největší, jarní odtok tvoří 37,4 %. Roční rozložení odtoku je tedy mírně nevyrovnané.

Obr. č. 7: Měsíční odtoky



Zdroj dat: ČHMÚ

Roční chod odtoku můžeme rozložit i na půlroky (obr. č. 9). Ve vegetačním půlroce (duben až září) odečte jen 44,4 % celkového ročního odtoku.

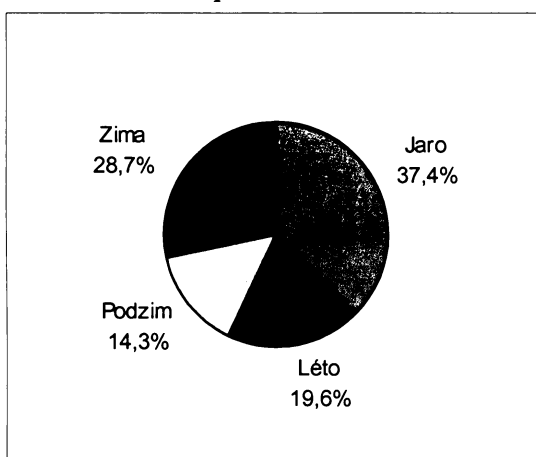
Míra vyrovnanosti ročního rozložení odtoku se dá vyjádřit i číselným koeficientem (K_r), který se vypočítává z jednotlivých procentuálních podílů měsíčních průtoků na ročním odtoku (p_i), hodnota 8,3 ve vzorci vyjadřuje průměrný podíl měsíčního průtoků.

$$K_r = \sum (p_i - 8,3)/8,3 = 0,048$$

$K_r = 0$ – ideálně vyrovnaný odtok

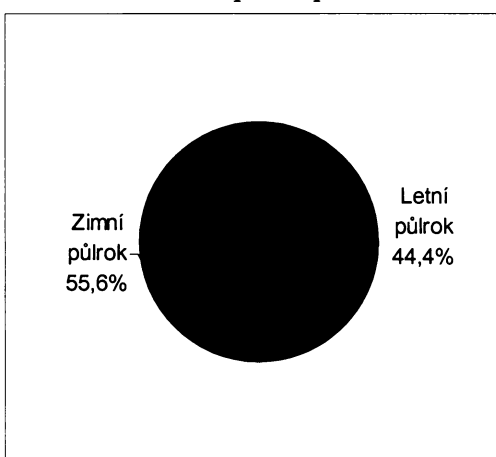
$K_r = 22$ – maximálně nevyrovnaný odtok (vše odečte během jednoho měsíce)

Obr. č. 8: Odtok podle ročních období



Zdroj dat: ČHMÚ

Obr. č. 9: Odtok podle půlroků



3.4. Režim ročních průtoků

Vývoj ročních průtoků je nejjednodušší charakteristikou, která popisuje změny vodnosti toku za delší časové období. Z absolutních hodnot ročních průtoků nelze postihnout trendy jejich vývoje, proto se z těchto hodnot vypočítávají pětileté klouzavé průměry. Z křivky překročení ročních průtoků lze vyjádřit míru vodnosti jednotlivých roků: Při pravděpodobnosti překročení

0 - 10% - mimořádně vodný rok (MV)

11 - 40 % - vodný rok (V)

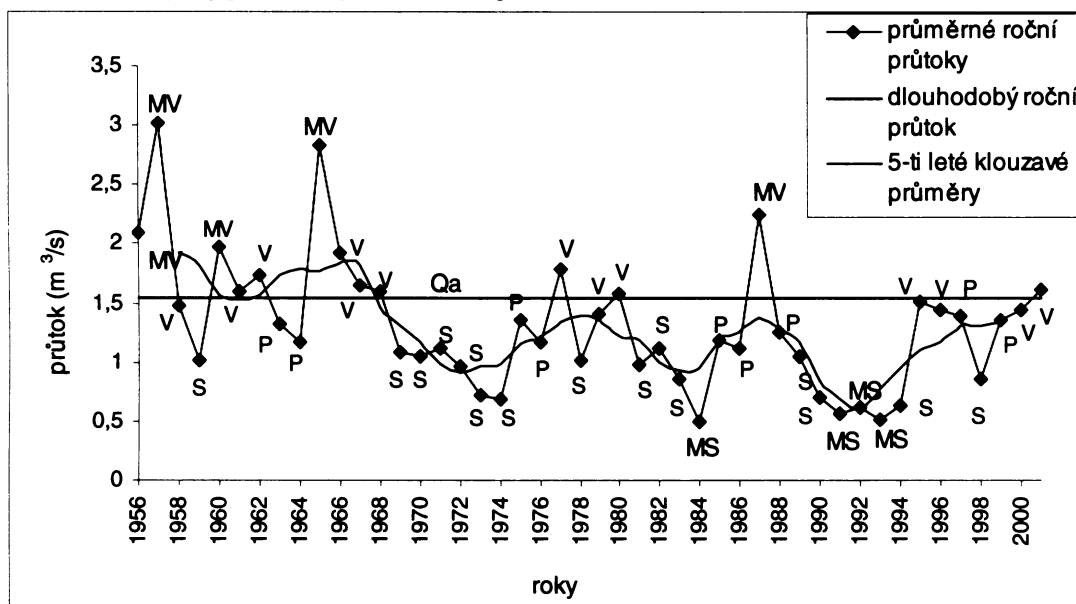
41 - 60 % - průměrně vodný rok (P)

61 - 90 % - málo vodný rok (S)

91 - 100 % - mimořádně málo vodný rok

(MS)

Obr. č. 10: Vývoj průměrných ročních průtoků (1956 – 2001)



Zdroj dat: ČHMÚ

Z vývoje ročních průtoků (obr. č. 10) je patrné, že v počátcích sledování mezi lety 1956 až 1966 docházelo k velkému kolísání průtoků. Později se kolísání zmírnilo. Dlouhodobý trend vývoje průtoků ukazuje na téměř pravidelné kolísání vodnosti. Období s malými vodnostmi zaznamenáváme na počátku 70. a 80. let a nejvýraznější na počátku 90. let. Tato období jsou zřejmě důsledkem nejen malého množství srážek spadlých v povodí v těchto letech, ale i narušení hydrologického režimu větším odběrem vody. Nízké vodní stavy se navíc negativně projevují na zhoršené jakosti vody ve všech ukazatelích.

4. Chráněná území

Chráněná území jsou zřizována za účelem ochrany ohrožených druhů rostlin a živočichů a zachování heterogenity krajinných prvků. Přestože takto vymezená území tvoří necelé jedno procento plochy povodí Šlapanky, chci se o nich zmínit, protože dokreslují celkový obraz přírodních poměrů území.

Do povodí nezasahuje žádné velkoplošné chráněné území, jsou zde však dvě lokality vyhlášené jako přírodní památky podle § 77, odst. 3 zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny.

Přírodní památka Šlapanka představuje významný fragment přírodě blízkých mokřadních společenstev bažinných olšin a nivních luk. Má rozlohu 3,08 ha. Nachází se v katastrálním území obce Termesivy (viz obr. č. 11), 2 km jihovýchodně od Havlíčkova Brodu na pravém břehu Šlapanky v nadmořské výšce 416 – 418 m. Geologické podloží tvoří biotitické a silimaniticko-biotitické pararuly, které jsou v údolní nivě překryté fluvialními sedimenty pleistocénního stáří (Čech a kol. 2002). Řeka Šlapanka v nich vytváří spletitou síť meandrů, tůní a slepých ramen. Na podmáčených lokalitách se vyvinuly glejové a pseudoglejové půdy.

Vlhkostním poměrům odpovídá i charakter vegetace. Západní silně podmáčená část je tvořena porosty olše lepkavé a vrb s bohatým bylinným patrem, podobajícím se skladbou porostům bažinných olšin (Čech a kol. 2002). Ze vzácných druhů rostlin se zde vyskytuje d'áblík bahenní (*Calla palustris*), bazanovec kytkokvětý (*Naumburgia thyrsoflora*), rozpuk jízlivý (*Cicuta virosa*), ptačinec bahenní (*Stellaria palustris*) a bledule jarní (*Leucojum vernalis*). Ve východní části území, které je tvořeno částečně degradovanými společenstvy vlhkých luk, roste například ostřice banátská (*Carex buekii*), ostřice liščí (*Carex vulpina*) a svízel prodloužený (*Galium elongatum*).

Fauna je bohatá především na ptáky a bezobratlé. Ze vzácnějších druhů ptáků se v říčních meandrech vyskytují např. skorec vodní (*Cinclus cinclus*), konipas horský (*Motacilla cinerea*) a ledňáček říční (*Alcedo atthis*). Přírodní památka zde byla vyhlášena v roce 1998 a od té doby ustala veškerá hospodářská činnost v území.

2. 6. 1
2000

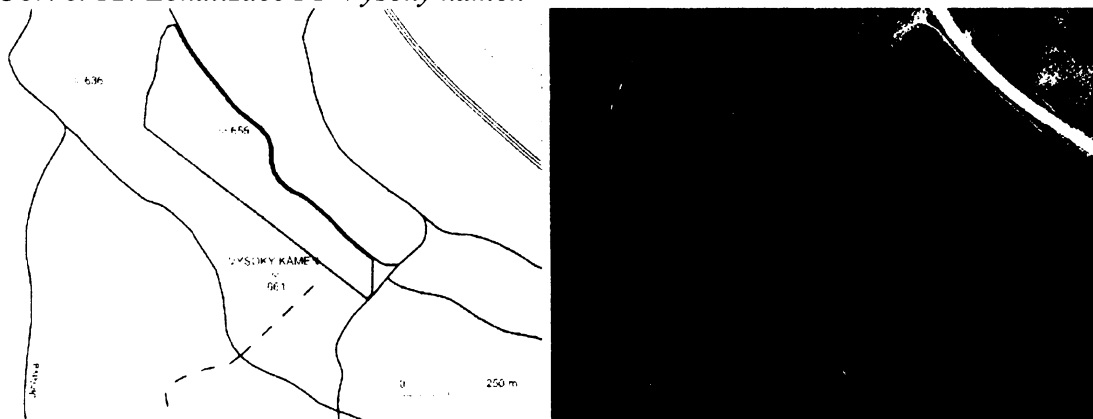
Obr. č. 11: Lokalizace PP Šlapanka



Čech 2002 (upraveno)

Druhou lokalitou je přírodní památka Vysoký kámen na hřbetu a severním svahu stejnojmenné kóty (661 m n.m.) nedaleko prameniště Zlatého a Pstružného potoka. Zde jsou předmětem ochrany přirozená a přírodě blízká společenstva květnatých bučin a suťových lesů. Přírodní památka o rozloze 12,5 ha byla vyhlášena v roce 1982 v katastrálním území obce Pávov (viz obr. č. 12). V porostech dominuje buk lesní (*Fagus sylvatica*), v příměsí se vyskytuje smrk ztepilý (*Picea abies*) a vzácně i jedle bělokorá (*Abies alba*). V podrostech převažuje měsíčnice vytrvalá (*Lunaria redivida*) a netýkavka nedůtklivá (*Impatiens noli-tangere*). Fytogeograficky je významná řeřišnice trojlistá (*Cardamine trifolia*), která se nachází na nedalekých prameništích (Čech a kol. 2001). Fauna má vrchovinný charakter. Z ptáků zde žije holub doupňák (*Columba oenas*), datel černý (*Dryocopus martinus*), budníček lesní (*Ptyloscopus sibilatrix*) a další.

Obr. č. 12: Lokalizace PP Vysoký kámen



Čech 2002 (upraveno)

5. Využití území (landuse)

Charakter využití území má vazby jak k fyzickogeografickým charakteristikám území, tak k socioekonomické sféře, především k zemědělství.

Data o využití území v povodí Šlapanky byla poskytnuta za jednotlivé katastry. Do výsledné hodnoty byly započteny všechny katastry, které do povodí zasahovaly více než polovinou svého území. Takto získaná celková plocha je tedy menší než plocha povodí.

Z dat o využití území (tab. č. 2) vyplývá, že 64 % území tvoří plochy zařazené do zemědělského půdního fondu (ZPF), tj. orná půda spolu se zahradami, loukami a pastvinami. Orná půda je v povodí zastoupena na 50 % ploch, což představuje asi 79 % zemědělského půdního fondu. Vysoké zornění svědčí o výrazném zastoupení rostlinné výroby. Ta je jednou z příčin kontaminace povrchových vod především dusíkatými látkami a fosforem. Nepříznivé odtokové poměry v povodí i kontaminaci toků znečišťujícími látkami nepříznivě ovlivňuje i nízký podíl lesů (27,7 %), který tak nedosahuje ani průměrné hodnoty Jihlavského kraje - 30,3 % (kol. 2000).

Tab. č. 2: Využití území (1990 a 2000)

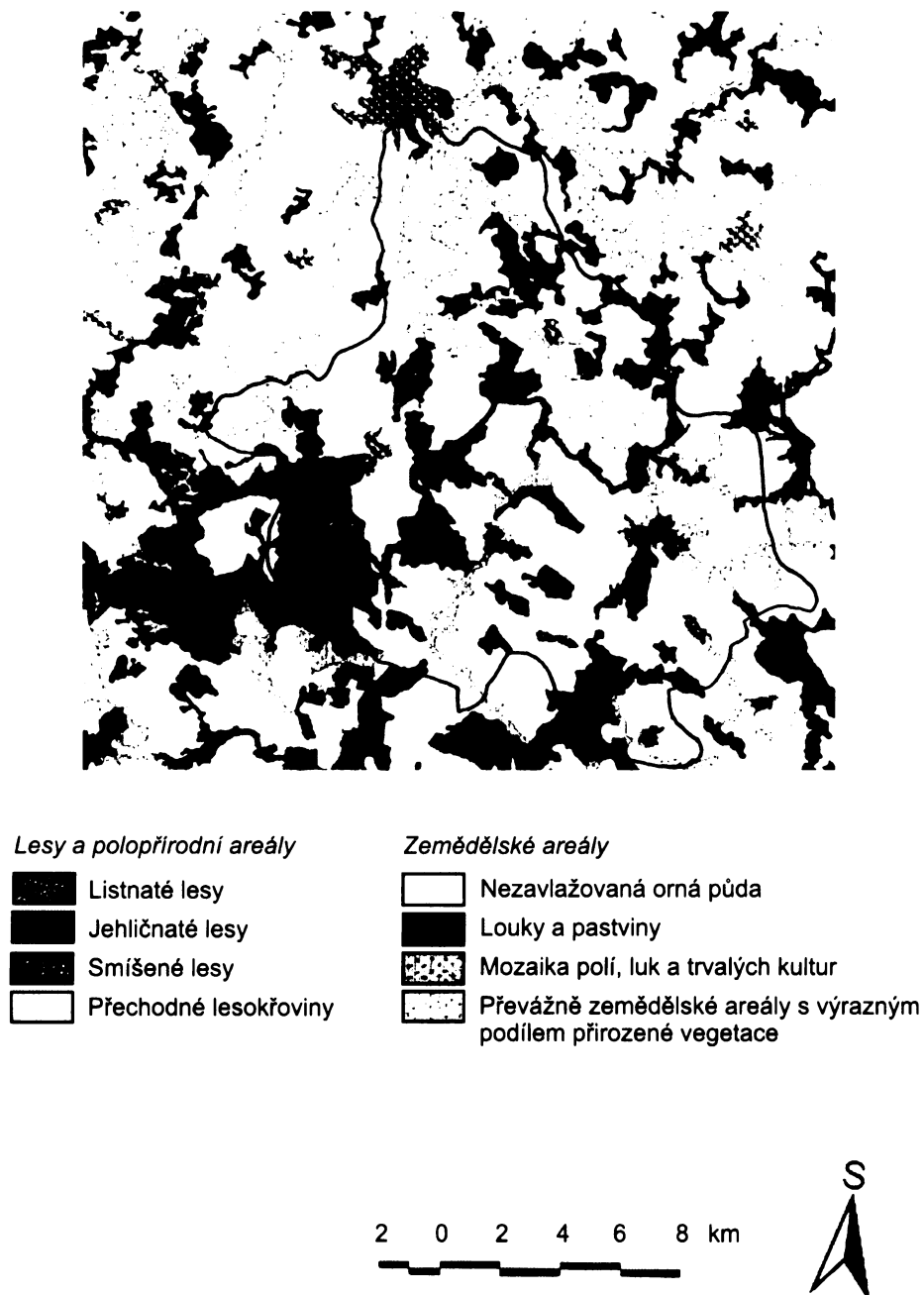
| Druh pozemku | 1990 | | 2000 | |
|------------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| | Výměra (ha) | Zastoupení (%) | Výměra (ha) | Zastoupení (%) |
| Orná půda | 12046 | 50,9 | 11882 | 50,2 |
| Zahrady | 294 | 1,2 | 299 | 1,3 |
| Louky | 2566 | 10,9 | 2665 | 11,3 |
| Pastviny | 329 | 1,4 | 342 | 1,4 |
| Lesy | 6570 | 27,7 | 6579 | 27,8 |
| Vodní plochy | 302 | 1,3 | 318 | 1,3 |
| Zastavěné plochy | 248 | 1,0 | 253 | 1,0 |
| Ostatní | 1326 | 5,6 | 1347 | 5,7 |
| Celkem | 23681 | 100 | 23685 | 100 |

Zdroj: Databáze dlouhodobého vývoje landuse Česka, Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PŘF UK Praha

O trendech vypovídá nejlépe srovnání dat o využití území z roku 1990 a 2000. Změna podílů jednotlivých ploch na celkové ploše povodí naznačuje změny využití území v posledních letech. Ukazatele, které kladně ovlivňují množství i jakost vody v povodí zaznamenávají mírně pozitivní vývoj. Narůstá výměra luk, pastvin, lesů i vodních ploch na úkor orné půdy. Pokles výměry orné půdy (0,7 %) je však,

ve srovnání s celou Českou republikou (pokles 3,9 %, Bičík 2000), velmi nízký. Pozitivní je zvýšení podílu vodních ploch, které sice v absolutní hodnotě činí pouze 16 ha, ale dokazuje obnovu starých nebo výstavbu nových rybníků a nádrží. Pro představu je do této kapitoly zařazena mapa využití území (obr. č. 13), která však není vyjádřením hodnot uvedených v tabulce č. 2 a byla využita z jiného zdroje.

Obr. č. 13: Mapa využití území



Zdroj: převzato z Čech (2002), oskenováno, upraveno

6. Socioekonomická charakteristika povodí

Veškeré antropogenní aktivity v povodí se větší či menší měrou podílí na negativním ovlivňování kvality vody. Významné zdroje znečištění představuje zemědělská výroba, průmysl i obyvatelstvo. Tyto zdroje znečištění můžeme primárně rozdělit na zdroje bodové, charakterizované bodovým zaústěním do toku, tj. vypouštění odpadních vod nejrůznější povahy, a zdroje plošné – splachy ze zemědělské půdy, které kontaminují splachem vodu povrchovou a zásakem vodu podpovrchovou (Tlapák 1992).

6.1. Zemědělství v povodí Šlapanky

6.1.1. Rostlinná výroba

6.1.1.1. *Vliv rostlinné výroby na jakost vod*

Rostlinná výroba představuje v povodí difúzní zdroj znečištění. Do recipientů se ze zemědělsky obdělávaných ploch dostávají jednak nerozpuštěné látky, tj. částičky půdy vlivem eroze, jednak rozpuštěné látky vlivem jejich vymývání a smyvu povrchově odtékající nebo infiltrující vodou (Janský 1982).

Zvýšený přísun půdních částic do toku bývá zapříčiněn využíváním ploch s nevhodnými sklonovými poměry, velikostí ploch, nevhodnými agrotechnickými postupy. Zmírnění vlivu eroze spočívá ve zpomalení povrchového odtoku vsakovacími travními nebo zalesněnými pásy, tvorbou hlubokých brázd a ve stabilizaci půdních částic vhodnými agrotechnickými postupy.

Na znečištění rozpuštěnými látkami se největší měrou podílí velkoplošné nasazení průmyslových hnojiv a pesticidů, včetně užívání hnojiv organického původu. Ke kontaminaci vod vede jejich nadměrná a nesprávná aplikace, tj. jednorázové dávky a aplikace mimo vegetační období (Brzáková 1995). Z průmyslových hnojiv se využívají především hnojiva dusíkatá, fosforečná a draselná, jejichž aplikace by měla vést ke zvýšení produkční schopnosti půdy, a hnojiva vápenná, která upravují reakci půdy. Největší nebezpečí z nich představují hnojiva dusíkatá, která se snadno vyplavují nebo infiltrují díky neschopnosti vázat se na sorpční komplex půdy (Tlapák 1992). Zdrojem mikrobiálního znečištění bývá hnojení chlévskou mrvou, močůvkou a kejdou.

Nebezpečí kontaminace hnojivy lze zmírnit cíleným hnojením, jehož dávkování a termín se řídí spotřebou dusíku rostlinami a celkovou zásobou dusíku v kořenovém systému, a pěstováním ozimých plodin. Ty snižují délku období bez vegetačního krytu, kdy dochází k největšímu vyplavování živin (Scheffer, Schachtschabel 2002).

6.1.1.2. Rostlinná výroba v povodí Šlapanky

Povodí Šlapanky se nachází v centrální části Českomoravské vrchoviny, kde pro rostlinnou výrobu nejsou příznivé podmínky. Přes nízkou produkční schopnost půdy, značnou sklonitost terénu a nepříliš vhodné klimatické podmínky je povodí charakterizované vysokým stupněm zornění a zemědělského využívání. Zemědělská půda zabírá 64 % celého území. Z ní 79 % tvoří půda orná. Rostlinná výroba je zastoupena dvěma výrobními oblastmi: bramborářskou, která převažuje, a horskou ve vrcholových partiích v oblasti rozvodí. Dominantní je pěstování obilovin a brambor (kol. 1995).

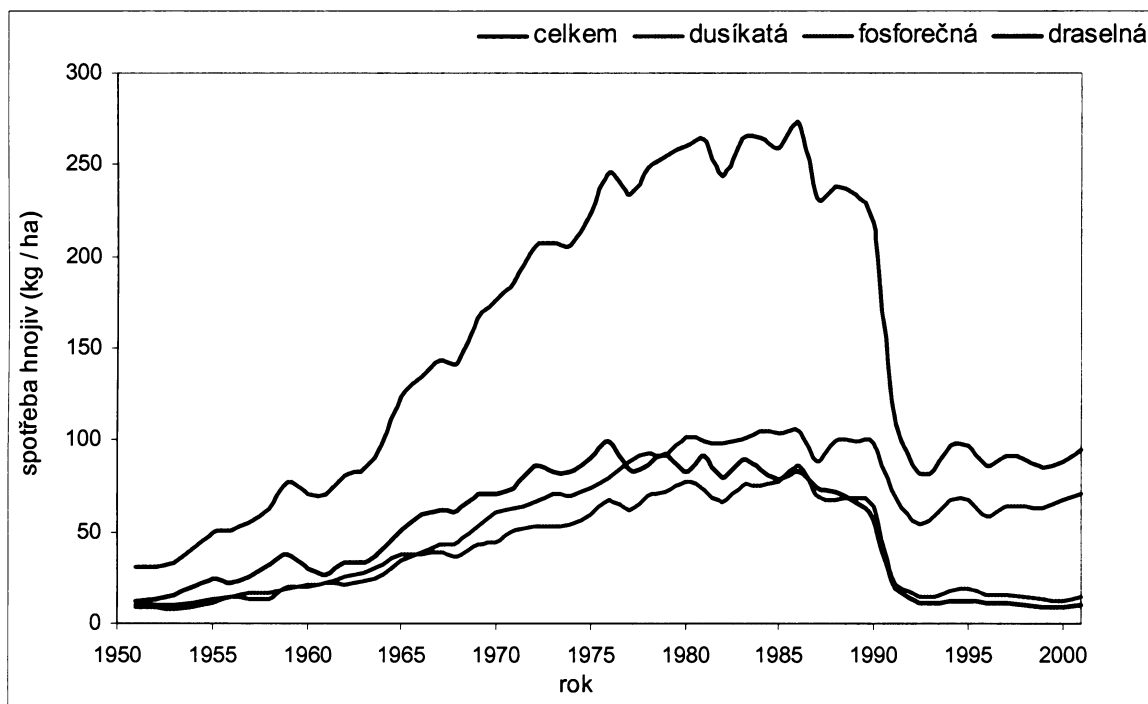
Transformace zemědělství po roce 1989 se této oblasti dotkla velmi výrazně. Především zrušení diferenciálních příplatků mělo za následek pokles rostlinné výroby a změny ve způsobu obdělávání zemědělské půdy. Mírně se snížila rozloha orné půdy ve prospěch luk a pastvin a poklesla produkce obilovin a brambor, protože rostlinná výroba se začala orientovat na speciální plodiny (řepka, travní semeno).

Výrazné zvýšení ceny průmyslových hnojiv a ekologické požadavky vyvolaly snížení jejich dávek. Údaje o vývoji dávek hnojiv pro povodí Šlapanky nejsou k dispozici, nicméně i zde sledoval vývoj spotřeby hnojiv celorepublikový trend. Pro představu velmi dobře poslouží graf spotřeby průmyslových hnojiv na 1 ha zemědělské půdy v ČR (obr. č. 14).

Před rokem 1989 dosahovala průměrná spotřeba hnojiv hodnot kolem 250 kg/ha čistých živin. Po prudkém poklesu po roce 1990 celková spotřeba hnojiv od roku 1996 stagnuje. Pozitivní trend poklesu spotřeby hnojiv se však v povodí Šlapanky, stejně jako v jiných venkovských oblastech povodí Labe, ve zlepšení jakosti povrchových vod výrazně neprojevil (Janský 2002). V současné době je celková spotřeba hnojiv v povodí Šlapanky vyšší než celorepublikový průměr. Jako příklad může sloužit zemědělský podnik SENEKO Polná, který udává spotřebu 110kg/ha čistých živin. Z toho 80 kg/ha tvoří hnojiva dusičná. Pokud však vezmeme v úvahu, že v současné době v ČR je spotřeba dusíkatých hnojiv nižší o 17 % a fosforečnanových hnojiv dokonce o 50 %

než ve státech EU, pak je zřejmé, že spotřeba hnojiv dále klesat nebude a trend bude spíše opačný (Pitter 2002).

Obr. č. 14: Spotřeba průmyslových hnojiv v ČR na 1 ha zemědělské půdy (v kg čistých živin)



Zdroj dat: Historie a současnost zemědělství očima statistiky (in Janský 2002)

6.1.2. Živočišná výroba

6.1.2.1. Vliv živočišné výroby na jakost vod

Živočišná výroba ovlivňuje kvalitu povrchových i podpovrchových vod především vysokou produkcí odpadů z velkochovů dobytka a drůbeže a průsakem silážních štáv ze silážních jam. Odpady z živočišné výroby se vyznačují silným zatížením organickými látkami, sloučeninami dusíku a patogenními mikroorganismy. V přepočtu na biochemickou spotřebu kyslíku odpovídá obsah organických látek v 1 litru exkrementu u dojnice 15 100 mg/l BSK₅, u prasete 29 900 mg/l BSK₅ a u drůbeže 40 000 mg/l BSK₅ (Strauch a kol. 1980).

Největší znečišťovatele představují velkokapacitní chovy skotu a prasat, které produkují velké množství odpadů na omezeném prostoru (Janský, Pivokonský 2001) a často nemají uspokojivě vyřešenou otázku jejich skladování nebo využívání.

6.1.2.2. Živočišná výroba v povodí Šlapanky

Živočišná výroba v povodí Šlapanky má nezastupitelné místo, i když její význam po roce 1989 také poklesl. Stavby skotu poklesly asi o 20 % a stavy prasat o 10 % (ústní sdělení pracovníka OVS Jihlava). V současné době je v povodí evidováno asi 6 000 ks skotu a 7 800 ks prasat. Chov drůbeže je nevýznamný (nepublikované materiály OVS).

Data o stavu skotu a prasat jsem využila pro vyjádření potenciálního zdroje zatížení povodí Šlapanky živočišnou výrobou. Kvantitativně lze toto zatížení vyjádřit populačním ekvivalentem znečištění (PEZ), tj. přepočtem znečištění produkovaného jedním kusem dobytka na počet ekvivalentních obyvatel. Stanovením populačních koeficientů znečištění podle obsahu biogenních látek v odpadu ze zemědělských objektů pro jednotlivé druhy dobytka se zabýval Frajer (1980). Populační ekvivalenty následují v tabulce č. 3.

Tab. č. 3: Populační ekvivalenty znečištění podle Frajera (1980)

| zvíře | osob PEZ |
|--------------------|----------|
| kráva | 11,1 |
| tele | 6,5 |
| žír ve výkrmu | 9,0 |
| jalovice | 8,0 |
| prase ve výkrmu | 5,5 |
| prase v předvýkrmu | 4,0 |
| prasnice | 3,5 |
| sele | 3,5 |

Zdroj dat: Frajer (1980)

Údaje o počtech hospodářských zvířat lze pro lepší představu přepočítat na produkci BSK₅ za den. Jeden obyvatel vyprodukuje denně takové množství organických látek, jaké odpovídá 60 g BSK₅. Údaje o potenciálním zatížení živočišnou výrobou následují v tabulce č. 4. Podrobnější údaje o zatížení domácími zvířaty jsou obsaženy v příloze 5.

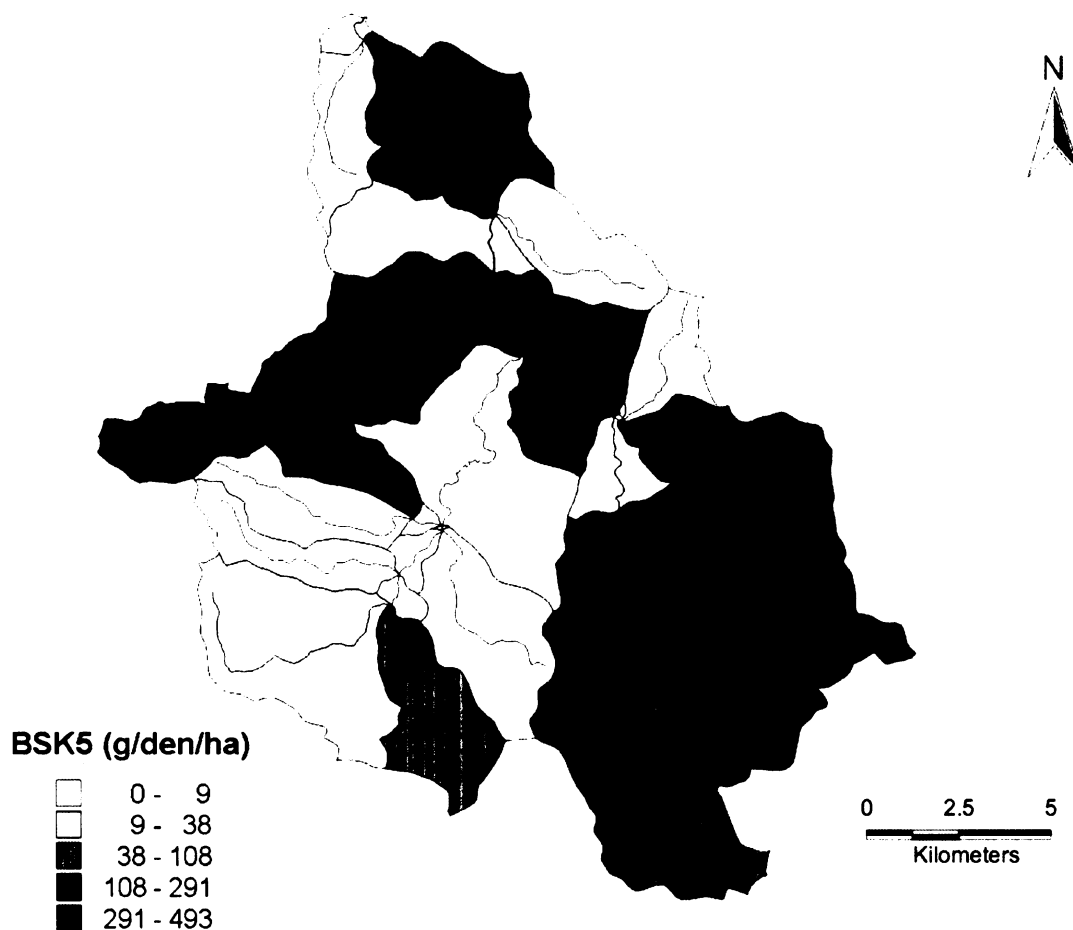
Pro grafické vyjádření potenciálního znečištění byl použit kartogram (obr. č. 15). Za podklad byla zvolena mapa dílčích povodí Šlapanky, k jejichž ploše jsou údaje vztaženy. Zatížení je vyjádřeno jako množství BSK₅ (g) vyprodukované za 1 den na jednotce plochy (ha).

Tab. č. 4: Potenciální znečištění povodí Šlapanky živočišnou výrobou pro rok 2002

| katastrální území | BSK ₅ (kg/den) | katastrální území | BSK ₅ (kg/den) |
|-------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|
| Bartoušov | 89,33 | Střítež | 81,90 |
| Hrbov | 381,06 | Šlapanov | 158,16 |
| Janovice | 277,86 | Štoky | 591,24 |
| Mírovka | 28,02 | Věžnice | 14,28 |
| Nové Dvory | 396,36 | Věžnice u Šlap. | 353,01 |
| Polná | 408,96 | Věžnička | 50,70 |
| Pozovice | 531,21 | Vysoká | 71,12 |
| Rybné | 77,76 | Záborná | 156,01 |
| Skrýšov | 71,85 | Zhoř | 577,38 |
| Smilov | 243,60 | Ždírec | 452,28 |

Zdroj dat: Nepublikované materiály OVS Jihlava a Havlíčkův Brod

Obr. č. 15: Kartogram potenciálního zatížení povodí Šlapanky živočišnou výrobou (rok 2002)



Z kartogramu je patrná největší koncentrace živočišné výroby v povodí Zhořského, Skrýšovského, Mlýnského a Pozovického potoka. Na zatížení Zhořského potoka se nejvíce podílí velkochov prasat ve Zhoři. V povodí Skrýšovského potoka jsou

soustředěny menší chovy do obcí Hrbov, Skrýšov a Janovice. Na Mlýnském potoce se nachází obec Štoky, kde je soustředěn větší chov skotu i prasat. Mlýnský potok pod Štoky však poskytuje dobré podmínky pro proces samočištění, proto zde dochází k rychlejšímu odbourávání znečišťujících látek. Nejvíce je živočišná výroba zastoupena v povodí Pozovického potoka v obcích Pozovice a Smilov. Znečištění z těchto provozů se výrazněji projevuje ještě na soutoku Pozovického potoka se Šlapankou. Celkově méně zatížené je povodí Zlatého potoka, kde není živočišná výroba příliš koncentrována.

6.2. Průmyslová výroba

6.2.1. Vliv průmyslové výroby na kvalitu vod

Zemědělství není jediným znečišťovatelem povodí. Vzhledem k tomu, že v toku již nemůžeme identifikovat přesný původ znečišťujících látek, je třeba se zmínit také o průmyslu a komunálním znečištění.

Významný bodový zdroj znečištění představují odpadní vody z průmyslu. Jde o vody znečištěné při výrobním procesu. Jejich složení je různorodé a řídí se charakterem výroby. Jsou zatíženy jak anorganickými tak i organickými látkami, které mohou kontaminovat povrchové i podzemní vody. Nakládání s odpadními vodami vyžaduje opatrnost. Některé mohou být čištěny spolu s komunálními odpadními vodami na společné čistírně odpadních vod (dále jen ČOV), jiné vyžadují oddělené čištění (Pitter 1981).

Nejvýznamnějším znečišťovatelem je průmysl chemický a výroba celulózy, za nimi následuje průmysl potravinářský.

6.2.2. Průmyslová výroba v povodí Šlapanky

Industrializace povodí Šlapanky je poměrně nízká. Průmyslová výroba je soustředěna do tří větších center - Polné, Šlapanova a Štoků.

Největším z nich je Polná, ve které se drobný průmysl soustřeďuje již od 19. století. Na staletou tradici soukenictví navazuje výroba textilu v závodech Pleas a.s. a Bueckle Polná s.r.o. Nábytkářský průmysl je zastoupen podniky SAPELI s.r.o., TEAK s.r.o., VAREX Polná a BYTEX. Chemický průmysl se specializuje na výrobu lepidel a silikonů (HA-SOFT, ELMI). Tyto podniky odvádí technologické vody z provozu na městskou ČOV. Větším producentem odpadních vod je ještě potravinářský průmysl zastoupený mlékárnou a jatkami. Mlékárna Polná disponuje vlastní ČOV. Velkou zátěž pro

povrchové vody Šlapanky představovaly donedávna škrobárny Amylon Polná. Závod je umístěn v těsné blízkosti toku. Jeho odpadní vody byly po krátkém zdržení v akumulacích nádrží v nivě vypouštěny přímo do recipientu. Nyní je provoz pozastaven. Stejně nebezpečí pro jakost vody představují jatka Spektrum Polná. Rovněž jejich odpadní vody jdou po krátkém zdržení v akumulacích nádrží přímo do toku.

V Dobroníně jsou největším průmyslovým znečišťovatelem Sklářny Dobronín, které se specializují na broušení skla. Technologické vody z provozu, obsahující vysoké koncentrace anorganických látek, především těžkých kovů, jsou po vyčištění na čistírně brusných vod odváděny do Zlatého potoka. Vody splaškové jsou čištěny na mechanickobiologické ČOV a odváděny do Mlýnského potoka. Ropné látky se do toku nebo do podzemní vody mohou případně dostávat ze skladu pohonných hmot Čepro Šlapanov. Čepro odvádí odpadní vody přes gravitační oddělovač nepolárně extrahovatelných ropných látek do levostranného přítoku Šlapanky.

Údaje o parametrech ČOV a o koncentracích látek na výtoku z ČOV ukazuje tabulka č. 5.

Tab. č. 5: Údaje o ČOV průmyslových podniků (2001)

| Parametry na výstupu z ČOV | ČOV Mlékárna Polná | ČOV Sklářny Dobronín (mechanickobiologická) | ČOV Sklářny Dobronín (brusné vody) | Čepro Šlapanov |
|--|--------------------|---|------------------------------------|----------------|
| uvedení do provozu | 1982 | | | |
| množství odpadních vod (m ³ /den) | 180 | 68,5 | | 85 |
| BSK ₅ (mg/l) | 40 | 9,9 | | 34,9 |
| CHSK _{Cr} (mg/l) | | 62,5 | 22,6 | 10 |
| nerozpuštěné látky (mg/l) | 40 | 44,8 | 1,17 | |
| rozpuštěné látky (mg/l) | | | 1386 | |
| olovo (mg/l) | | | 0,12 | |
| arsen (mg/l) | | | 0,587 | |
| fluoridy (mg/l) | | | 3,61 | |
| pH | | | 7,6 | |
| ropné látky (mg/l) | | | | 16 |

Zdroj dat: nepublikované materiály Odboru životního prostředí Magistrátu města Jihlavy (2001)

6.3. Zatížení povodí Šlapanky obyvatelstvem

6.3.1. Vliv komunálního znečištění na jakost vod

Významným zdrojem organických látek a sloučenin dusíku a fosforu jsou komunální odpadní vody. Velké znečištění představují odpadní vody z menších sídel, které nemají vybudované ČOV a mnohdy ani kanalizaci, takže odpady z domácností ústí bez předčištění přímo do toku. Za předpokladu, že každý člověk vyprodukuje denně asi 12 g dusíku a 1,5 g fosforu (Pitter 1981), je toto zatížení vysoké. Budování ČOV je finančně nákladné a především malé obce si takovou stavbu většinou nemohou dovolit, proto často volí levnější alternativy zacházení s odpadními vodami. Jednou z nich jsou kořenové ČOV, jejichž vybudování je finančně méně nákladné. Mají své výrazné klady, ale i nedostatky. Kladem je bezesporu jednoduché stavební provedení, malé nároky na speciální technologie a již zmiňované nízké pořizovací i provozní náklady. Negativem je mimo jiné velká náročnost na plochy a částečná závislost čistícího účinku na teplotě. Činnost čistírny rovněž negativně ovlivňuje nesprávné provedení stavby, např. malá hloubka podloží.

Jinou alternativou je vypouštění odpadních vod do biologických rybníků, kde probíhá heterotrofní rozklad organických látek mikroorganismy a uvolněné živiny jsou využity primárními producenty. Při správné manipulaci s odpadními vodami slouží tyto vody jako organické hnojivo a rybníky mohou sloužit jako produkční (Lellák 1991).

6.3.2. Komunální znečištění v povodí Šlapanky

V povodí Šlapanky žije okolo 15 000 obyvatel. Po vydělení plochou povodí 265,28 km² dostáváme velmi nízkou hustotu zalidnění (55 obyv./km²). Většina obyvatel je soustředěna do malých obcí do 500 obyvatel. Větší sídla s počtem obyvatel větším než 1000 jsou jenom tři: Polná (4869 obyv.), Štoky (1475 obyv.) a Dobronín (1905 obyv.). Ústí Šlapanky se nachází v intravilánu města Havlíčkův Brod, ale odpadní vody z části města při ústí jsou odváděny kanalizací na městskou ČOV, takže vody Šlapanky neznečišťují.

Pro obyvatelstvo bylo stejně jako pro živočišnou výrobu vyjádřeno potenciální znečištění. Počet obyvatel byl přepočítán na produkci BSK₅ za den (viz tab. č. 6) a vztažen k plochám dílčích povodí.

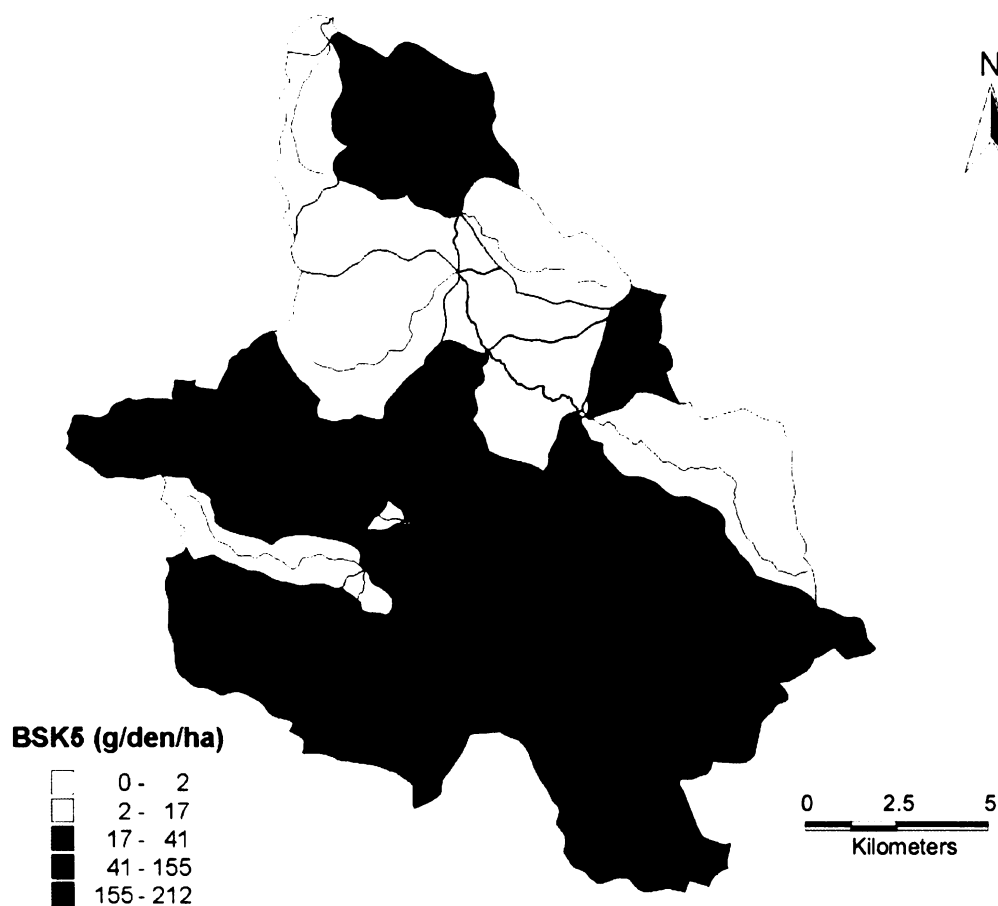
Tab. č. 6: Potenciální znečištění povodí Šlapanky obyvatelstvem (2002)

| Obec | počet obyvatel | BSK ₅ (kg/den) | vodovod | kanalizace | ČOV |
|-----------------|----------------|---------------------------|---------|----------------------|-----|
| Antonínův Důl * | 485 | 29,10 | 1 | 0 | 0 |
| Bartoušov | 152 | 9,12 | 0 | 1 ⁺ (?) | 0 |
| Brzkov | 254 | 15,24 | 1 | 1 ⁺ (90%) | 0 |
| Červený Kříž * | 210 | 12,60 | 1 | 0 | 0 |
| Dobronín | 1905 | 114,30 | 1 | 1 ⁺ (60%) | 0 |
| Dobrouč | 234 | 14,04 | 0 | 1 ⁺ (35%) | 0 |
| Heroltice * | 140 | 8,40 | 1 | 0 | 0 |
| Jamně | 490 | 29,40 | 1 | 1 ⁺ (93%) | 1 |
| Kamenná | 182 | 10,92 | 1 | 1 ⁺ (66%) | 0 |
| Květnov * | 108 | 6,48 | 1 | 1 ⁺ (40%) | 0 |
| Měšín | 187 | 11,22 | 1 | 1 | 0 |
| Mírovka | 362 | 21,72 | 1 | 1 ⁺ (80%) | 0 |
| Pávov * | 324 | 19,44 | 1 | 0 | 0 |
| Polná | 4869 | 292,14 | 1 | 1 | 1 |
| Rybné | 97 | 5,82 | 1 | 1 | 0 |
| Stáj | 184 | 11,04 | 1 | 1 | 0 |
| Střítež | 332 | 19,92 | 1 | 1 ⁺ (76%) | 0 |
| Šlapanov | 797 | 47,82 | 1 | 1 ⁺ (50%) | 0 |
| Štoky | 1475 | 88,50 | 1 | 1 | 1 |
| Věžnice | 150 | 9,00 | 1 | 1 ⁺ (67%) | 0 |
| Věžnice u Šlap. | 402 | 24,12 | 1 | 0 | 0 |
| Věžnička | 119 | 7,14 | 0 | 1 | 1 |
| Vysoká | 86 | 5,16 | 0 | 0 | 0 |
| Záborná | 210 | 12,60 | 0 | 0 | 0 |
| Zborná * | 129 | 7,74 | 1 | 0 | 0 |
| Zhoř | 385 | 23,10 | 1 | 1 | 0 |
| Ždírec | 388 | 23,28 | 1 | 1 | 1 |

Poznámka: * = není samosprávná obec, ⁺ = na kanalizaci není napojena celá obec (% připojených obyvatel)
 Zdroj dat: Předběžné výsledky SLDB 1. 3. 2002, nepublikované materiály krajské pobočky ČSÚ Jihlava

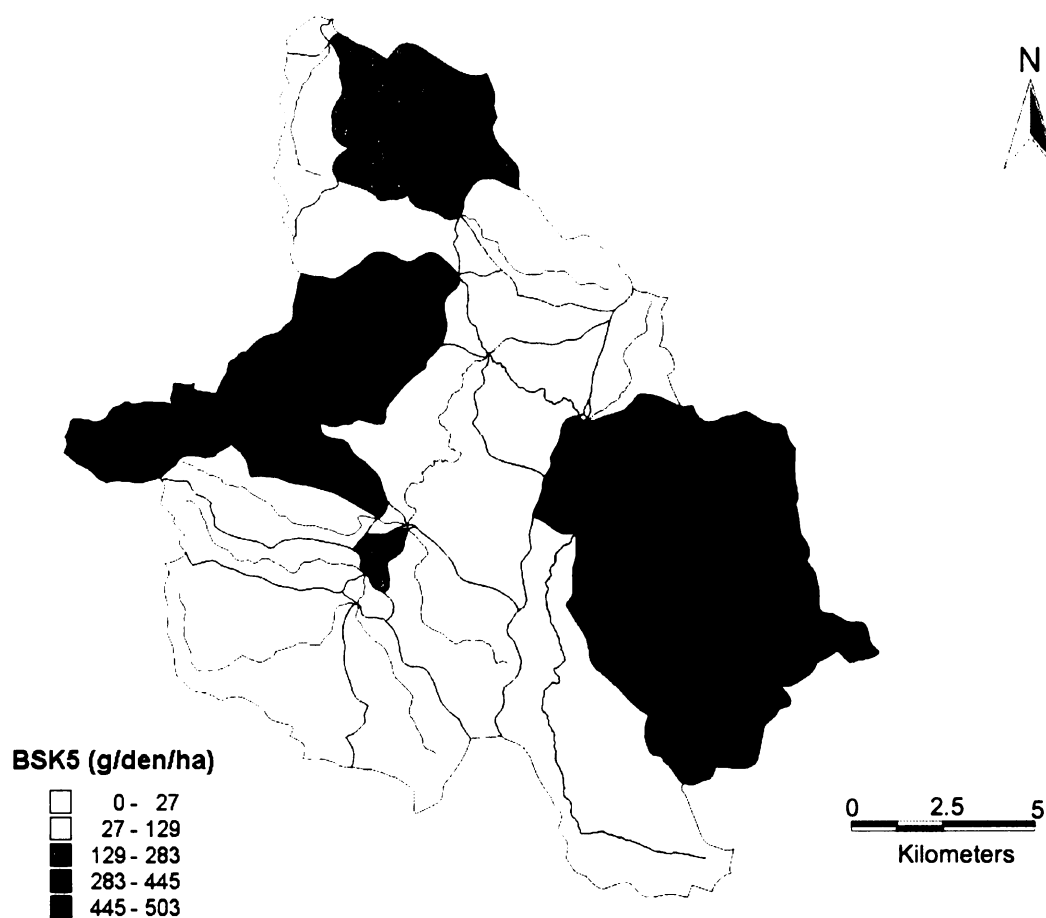
Z následujícího kartogramu potenciálního zatížení povodí obyvatelstvem (obr. č. 16) jsou patrné dva hlavní uzly znečištění. Jsou jimi sídla Polná s 4869 obyvateli a Dobronín s 1905 obyvateli (viz tab. č. 6). Obyvatelstvo je soustředěno převážně v malých sídlech, proto je potenciální zatížení rovnoměrnější.

Obr. č. 16: Kartogram potenciálního zatížení povodí Šlapanky obyvatelstvem (rok 2002)



Údaje o potenciálním zatížení živočišnou výrobou a obyvatelstvem (hodnoty BSK₅ kg/den) můžeme sloučit a vyjádřit tak celkové potenciální zatížení toku. Kartogram (obr. č. 17) ukazuje na největší zatížení povodí Skryšovského a Pozovického potoka, kde se výrazněji uplatňuje vliv živočišné výroby.

Obr. č. 17: Kartogram potenciálního zatížení povodí Šlapanky obyvatelstvem a živočišnou výrobou (rok 2002)



6.3.3. Čistírny odpadních vod v povodí Šlapanky

Při výpočtu potenciálního zatížení povodí jsou brány v úvahu hodnoty možného produkovaného znečištění. Ty se však neshodují s množstvím znečištění, které dosáhne do toku. Zvláště u zatížení obyvatelstvem jsou tyto hodnoty ovlivněny jímáním odpadních vod a jejich čištěním.

Z tabulky č. 6, která obsahuje kromě údajů o potenciálním znečištění i údaje o napojení obyvatel na vodovody, kanalizace a ČOV, vyplývá nízký počet napojení obyvatel na veřejné kanalizace a ČOV. Nízký podíl obcí napojených na čistírny odpadních vod negativně ovlivňuje jakost vody v tocích, avšak stávající čistírny odpadních vod jakost alespoň částečně zlepšují (tabulka č. 7).

Tab. č. 7: Údaje o obecních ČOV (2001)

| Parametry na výstupu z ČOV | městská ČOV Polná | ČOV Štoky | ČOV Jamné | ČOV Věžnička | ČOV* Dobronín |
|--|-------------------|-----------|-----------|--------------|---------------|
| uvedení do provozu | 1996 | 1995 | 1993 | 1994 | 1.7. 2003 |
| Počet napojených EO | 5080 | 1050 | 170 | 138 | 2500 |
| množství odpadních vod (m ³ /den) | 883,2 | 200,0 | 8,7 | 9,9 | 375,0* |
| BSK ₅ (mg/l) | 4,2 | 5,8 | 14,3 | 9,0 | 15,0* |
| CHSK _{Cr} (mg/l) | 36,0 | 32,0 | | | 55,0* |
| Nerozpuštěné látky (mg/l) | 11 | 6,4 | 14,6 | 13,0 | 15,0* |
| N-NH ₄ (mg/l) | 2,8 | 1,3 | | | 10,0* |
| N anorg. (mg/l) | 8,41 | | | | |
| N-NO ₃ (mg/l) | | 22,0 | | | 15,0* |
| P celkový (mg/l) | 2,0 | 1,9 | | | |

Zdroj dat: Nepublikované materiály Odboru životního prostředí Magistrátu města Jihlavy (2001)

Obec Dobronín - ČOV-projekt stavby, stavební povolení, VEGAspol, v.o.s., Brno

Poznámka: * údaje dle projektové dokumentace

Největší vliv na jakost vody má městská ČOV v Polné, která čistí odpadní vody od přibližně 5000 obyvatel a větších průmyslových podniků. Je mechanicko-biologického typu s nitrifikací a denitrifikací odpadních vod. Dále jsou to ČOV ve Štokách a Ždírci, které jsou rovněž mechanicko-biologické, ale s oxidačním příkopem. V Jamném je malá ČOV typu B16, na kterou je napojená asi polovina obyvatel obce a důležitá veřejná zařízení. Ve Věžničce je ČOV tvořena dvoukomorovým biologickým septikem. Vody z něj jsou odváděny do sběrné jímky a odtud přečerpávány přes dílčí rozvodnici do povodí Zlatého potoka, protože oblast pod Věžničkou náleží k pásmu hygienické ochrany I. stupně.

Kritickou situaci s čištěním odpadních vod na Zlatém potoce by mohla alespoň částečně vyřešit budovaná ČOV v Dobroníně (obr. č. 18), která by měla být uvedena do zkušebního provozu v červnu 2003. Jedná se o mechanicko-biologickou ČOV se systémem oběhové aktivace s nitrifikací a simultánní denitrifikací.

Problémem však nadále zůstávají obce Šlapanov, Věžnice u Šlapanova, Mírovka a Antonínův důl, kde se o výstavbě ČOV zatím ani neuvažuje. Tyto obce představují, jak je patrné z tabulky č. 6, pro tok vysoké zatížení, ještě umocněné tím, že se jedná o tok s malou vodností.

Obr. č. 18: ČOV v obci Dobronín – ve výstavbě



15. 3. 2003

Zlepšení situace nepřinese ani plánovaný vstup naší země do EU, protože ČR v kapitole 22 – Životní prostředí požádala o přechodné období podle Směrnice 91/271/EHS o čištění komunálních odpadních vod a obdržela výjimku týkající se právě sanace difúzních zdrojů látek ve venkovských oblastech. Skupina sídel v kategorii od 2000 do 10 000 obyvatel získala čas pro naplnění požadavků směrnice až do roku 2010. Toto rozhodnutí spolu s neřešením situace v obcích s počtem obyvatel menším než 500 jakost vody v těchto oblastech ještě zhorší (Janský 2002).

6.4. Skládky tuhého komunálního odpadu

Skládky tuhého komunálního odpadu (TKO) představují další nebezpečí kontaminace vod. Výluhy ze skládek obsahují vysoké koncentrace organických i anorganických látek, které bývají toxické. Infiltrují do podzemních vod, kde výrazně mění jejich fyzikální i chemické parametry. Přes podzemní vodu kontaminují i vody povrchové.

V současnosti je v povodí Šlapanky 5 rekultivovaných skládek a 6 skládek v provozu. Rekultivované jsou skládky v Kamenné, „U Věžnic“, Ždírec, Střítež a Zhoř. Jsou zafoliované a dvakrát ročně na jaře a na podzim je monitorována kvalita podzemní a někde i povrchové vody v jejich blízkosti.

Jako příklad zatížení povrchových i podzemních vod výluhy ze skládek může sloužit skládka „Kamenná“ v katastru obce Kamenná. Zde je monitorována jakost vod v levostranném přítoku Zlatého potoka nad a pod skládkou a voda podzemní. Výsledky rozborů následují v tabulce č. 8.

Tab. č. 8: Údaje o znečištění vod skládkou Kamenná v roce 2001

| Parametr | potok nad skládkou | potok pod skládkou | podzemní voda - vrt |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| pH | 6,5 | 7 | 6,6 |
| nerozpuštěné látky (mg/l) | 5 | 5 | 5 |
| rozpuštěné látky (mg/l) | 187 | 314 | 715 |
| tvrdost (mmol/l) | 0,89 | 1,83 | 3,86 |
| CHSK _{Mn} (mg/l) | 6,64 | 5 | 3,12 |
| N-NO ₂ (mg/l) | 10 | 20 | 130 |
| N-NO ₃ (mg/l) | 16,3 | 31,8 | 5,2 |
| SO ₄ ²⁻ (mg/l) | 37,6 | 98 | 247 |
| Ca ²⁺ (mg/l) | 21,6 | 57 | 108 |
| Fe ²⁺ (mg/l) | 1,09 | 3,19 | 112 |
| Cl ⁻ (mg/l) | 11 100 | 13 900 | 26 400 |
| Pb (mg/l) | 5 | 5,1 | 39,5 |
| As (mg/l) | 5 | 6,6 | 22,4 |

Zdroj dat: Nepublikované materiály Referátu životního prostředí Okresního úřadu Havlíčkův Brod a Jihlava

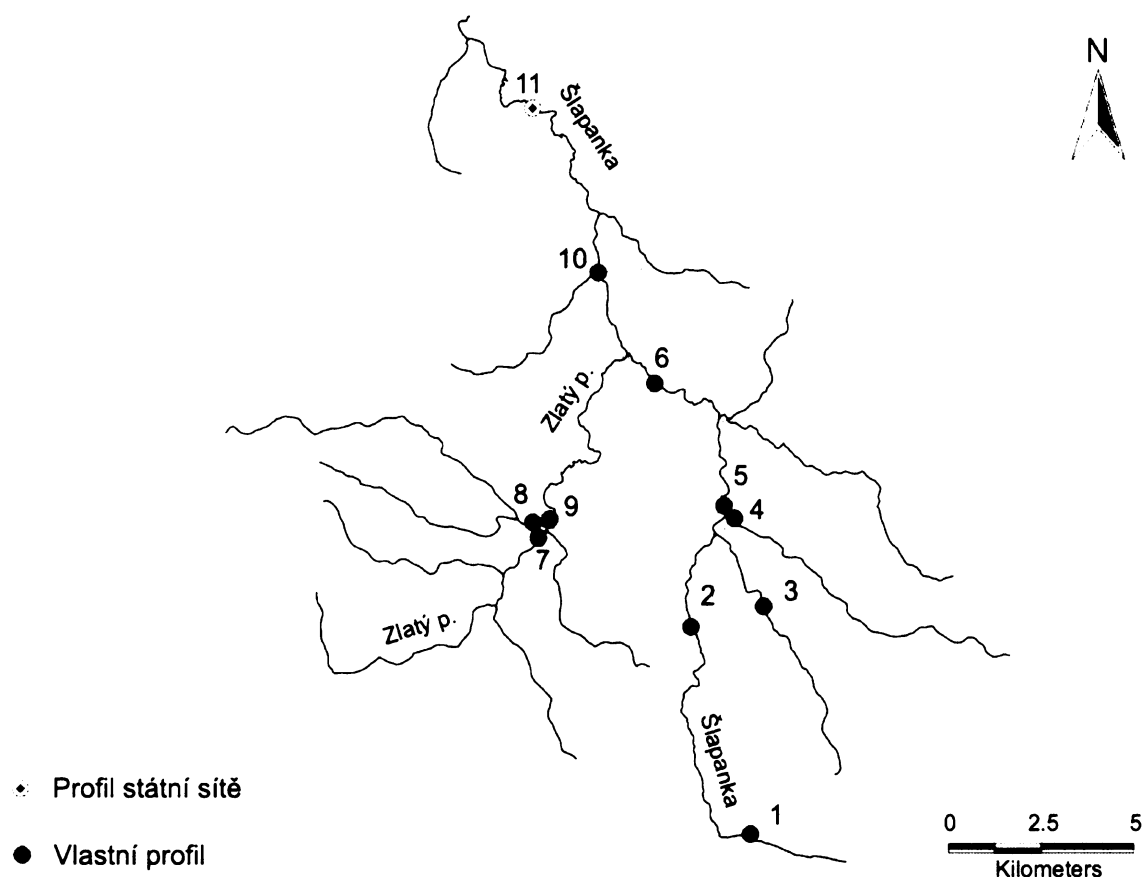
Z tabulky je patrné, že koncentrace železa, síranů, vápníku, dusičnanů i rozpuštěných látek se v potoce vlivem výluhů ze skládky zvyšuje a kontaminace podzemní vody je ještě výraznější.

7. Metodika práce

7.1. Charakteristika odběrových profilů

Pro odběry bylo po konzultaci s vedoucím diplomové práce vybráno 11 profilů tak, aby co nejlépe postihovaly různé typy znečištění. Odběry se prováděly v proudivých úsecích toků bez zpětných proudů. Vyřazeny byly rovněž i evidentně silně kontaminované úseky toků, např. těsně pod zaústěním kanalizace, protože takto provedené odběry by nereprezentovaly jakost vody v celém odběrovém profilu.

Obr. č. 19: Lokalizace odběrových profilů



- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1 – Věžnice | 7 – Dobronín – Zlatý potok |
| 2 – Věžnička | 8 – Dobronín – Mlýnský potok |
| 3 – Dobrouť | 9 – Dobronín pod obcí |
| 4 – Polná – Sapeli | 10 – Šlapanov |
| 5 – Polná – židovský hřbitov | 11 – Mírovka |
| 6 – Věžnice u Šlapanova | |

Dalším kritériem byl bezpečný a stálý přístup k toku a bezproblémové znovunalezení profilů. Lokalizaci profilů znázorňuje mapa v obr. č. 19.

Profil č. 1: Věžnice

- nadmořská výška 570 m n. m., 34. říční km toku
- odběrové místo na okraji obce Věžnice, 10 m nad výpustí blízkého rybníka
- tok v tomto úseku napřímený, vydlážděný betonovými půlkruhovými dlaždicemi
- nekosené břehové porosty s převahou kopřiv, trav a tužebníku jilmového, místy s olší a vrbou

Tento profil reprezentuje pramenný úsek toku. Chemismus vody je ovlivněn především splachy ze zemědělsky obhospodařovaných polí a látkami obsaženými v drenážní vodě, která je zde sbírána z rozsáhlých zemědělsky využívaných ploch. Profil se nachází na okraji prvního sídla v povodí, takže je minimálně zatížen komunálními splaškovými vodami.

Profil č. 2: Věžnička

- nadmořská výška 490 m n. m., 25. říční km toku
- odběrové místo uprostřed obce, 10 m nad mostem u limnigrafické budky, 10 m po proudu zúžené vybetonované koryto pro měření průtoků (viz obr. č. 20)
- tok v místě odběru přirozený s kamenitým dnem
- na březích pravidelně kosený travní porost

Nad profilem je dlouhý přirozený úsek toku s dobrými podmínkami pro proces samočištění. Vliv obcí Věžnice a Rybné je díky tomuto procesu snížen. Převažuje vliv splachů z rozsáhlých zemědělsky obdělávaných ploch nad obcí Věžnička.

Profil č. 3: Dobroutov

- nadmořská výška 500 m n. m., na Zhořském potoce 4 km od ústí do Šlapanky
- odběrové místo v obci Dobroutov u brodu přes potok (obr. č. 21)
- dno kamenité, v klidnějších úsecích s písčítými naplaveninami
- břehové porosty tvořené nitrofilní vegetací (kopřivy, křen selský, šťovík), mladé vrby
- voda vizuálně velmi znečištěná, páchnoucí

Na této odběrové lokalitě je zřejmý vliv nečištěných odpadních vod z domácností, které ústí přímo do vodoteče. Několikrát zde byly pozorovány uhynulé ryby a hlodavci. Potok nad profilem protéká zemědělsky využívanou, téměř bezlesou oblastí. Pole sahají

až k toku často bez travních filtračních pásů, proto i zde bude zřejmě patrný velký vliv splachů z polí.

Profil č. 4: Polná – Sapeli

- nadmořská výška 480 m n. m., na Ochozském potoce 0,5 km od ústí do Šlapanky
- profil na jihozápadním okraji města Polná za podnikem Sapeli
- tok regulovaný, břehy jsou zpevněné rovnými kameny
- břehové porosty olší a vrb, v bylinném patře ostřice, kopřivy

Profil se nachází na Ochozském potoce, který protéká, narozdíl od potoka Zhořského, zalesněnou oblastí. Velký podíl lesů a menší podíl orné půdy v blízkosti toku by se měly projevit menším plošným zemědělským znečištěním. Lze očekávat větší zatížení splaškovými vodami z nedaleké obce Záborná bez kanalizační sítě.

Profil č. 5: Polná – židovský hřbitov

- nadmořská výška 470 m n. m., 20. říční km toku
- odběrové místo na severním okraji města Polná v blízkosti židovského hřbitova 10 m nad dřevěným mostem
- tok neregulovaný s písčítým dnem
- niva porostlá vzrostlými olšemi, bažinatá, přímo na březích vysoké porosty kopřiv a rákosu
- voda vždy zakalená unášenými nerozpuštěnými látkami (viz obr. č. 22)

Profil byl vybrán jako příklad vlivu většího sídla na jakost vod. Ve znečištění komunálními odpadními vodami by se mělo kladně projevit jejich čištění na ČOV, na kterou je napojena většina obyvatel a řada průmyslových objektů. Vyšší zatížení organickými látkami budou způsobovat i průsaky z odkalovacích nádrží závodů Amylon Polná, které se nachází 30 m od toku, a jsou v dezolátním stavu. Voda z nich kontaminuje podzemní vodu, která následně kontaminuje vodu ve vodoteči.

Profil č. 6: Věžnice u Šlapanova

- nadmořská výška 445 m n. m., 15. říční km toku
- odběrové místo v obci asi 150 m od mostu
- tok regulovaný s kamenitým dnem
- kosený travní drn

Obr. č. 20: Profil Věžnička



28. 9. 2002

Obr. č. 21: Profil Dobrouťov



28. 9. 2002

Obr. č. 22: Profil Polná - židovský hřbitov



13. 8. 2002

Obr. č. 23: Profil Dobronín pod Obcí



13. 8. 2002

Profil je lokalizován před soutokem Šlapanky se Zlatým potokem. Je zatížen odpadními vodami z obce Věžnice u Šlapanova, které nejsou ani čištěny, ani kanalizovány.

Profil č. 7: Dobronín – Zlatý potok

- nadmořská výška 475 m n. m., 8. říční km toku
- odběrové místo ve středu obce Dobronín, 20 m pod hrází rybníka Valchař
- dno i břehy vydlážděny kameny
- bylinné břehové porosty prorůstají mezi kameny, vzrostlé olše

Nad profilem protéká Zlatý potok hustěji osídlenou oblastí, do které zasahuje průmyslová zóna města Jihlavy. Rostlinná výroba je zde zastoupena v menší míře. Na chemismus vody má vliv rybník Valchař, ve kterém dochází k zadržení vody a ke změnám jejích fyzikálních i chemických vlastností.

Profil č. 8: Dobronín - Mlýnský potok

- nadmořská výška 475 m n. m., na Mlýnském potoce 50 m před jeho soutokem se Zlatým potokem
- profil lokalizován v jihozápadní části obce, 10 m před železničním mostem, pro měření průtoků byl vybrán náhradní profil 50 m po proudu před silničním mostem
- tok je regulován, úzké hluboké koryto, kamenité dno
- na březích olše, vrby, v bylinném patře převažují kopřivy

Profil reprezentuje vliv západní části povodí na jakost vod Zlatého potoka. Přirozený úsek toku nad profilem podporuje samočisticí schopnost vody.

Profil č. 9: Dobronín pod obcí

- nadmořská výška 470 m n. m., 7. říční km toku
- profil lokalizovaný v severní části obce Dobronín pod dřevěnou lávkou naproti budované ČOV (viz obr. č. 23)
- tok neregulovaný s písčitém dnem
- husté břehové porosty mladých vrby a olší
- voda vizuálně znečištěná

Profil se nachází pod obcí Dobronín (1905 obyvatel), která nemá uspokojivě vyřešenou otázku nakládání s odpadními vodami, které často bez kanalizace ústí přímo

do toku. Předpokládá se zde tudíž vysoké zatížení organickými látkami, amoniakálním dusíkem a fosforem.

Profil č. 10: Šlapanov

- nadmořská výška 440 m n. m., 11. říční km toku
- odběrové místo lokalizováno pod obcí Šlapanov vedle střelnice nad ústím Květnovského potoka
- tok regulovaný, dno kamenité
- bohaté porosty olší a vlhkomilných bylin

Profil Šlapanov reprezentuje jakost vody po soutoku Šlapanky se Zlatým potokem, který má v ústí větší průtok než sama Šlapanka. Vliv na jakost vody bude mít nedaleká obec Šlapanov, která rovněž nemá ČOV. Na tomto profilu se předpokládají nižší koncentrace látek a méně extrémní hodnoty díky vyšší vodnosti toku a vlivu procesu samočištění.

Profil č. 11: Mírovka

- nadmořská výška 435 m n. m., 4. říční km toku
- uprostřed obce u limnigrafické budky
- tok neregulovaný, v místě měření průtoků vydlážděný lichoběžníkový profil
- na březích vzrostlé listnaté stromy –javor, olše

Profil Mírovka je zároveň profilem státní sítě, kde Povodí Vltavy, s.p., provádí měsíčně odběry vody. Profil reprezentuje závěrový úsek toku. Zde budou zřejmě koncentrace látek ještě nižší a extrémy méně časté ze stejných důvodů jako na předchozím profilu.

7.2. Chemické rozbory

Hodnocení chemismu povrchových vod bylo provedeno s ohledem na klasifikaci jakosti povrchových vod podle ČSN 75 7221, podle níž byly měrné profily zařazeny do příslušných tříd čistoty vod. Pozornost byla věnována i závislostnímu hodnocení jakosti vod. Na 11 profilech v povodí bylo v průběhu let 2001 - 2003 odebráno celkem 12 vzorků vody, jejichž rozbory byly prováděny v laboratoři ÚŽP na PřF UK. U výústního profilu Mírovka byla rovněž využita data ze státní pozorovací sítě ČHMÚ Praha.

7.2.1. ČSN 75 7221

Klasifikace povrchových vod se provádí podle ČSN 75 7221 „Jakost vod. Klasifikace jakosti povrchových vod“. Byla schválena 4. 8. 1989 a novelizována v říjnu 1998.

Podstatou klasifikace jakosti vod podle normy je zařazení povrchových vod do 5 jakostních tříd. Každá třída je určena mezními hodnotami ukazatelů jakosti vody. Třídy jsou charakterizovány takto:

třída I – neznečištěná voda: stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností, při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí v tocích

třída II – mírně znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému

třída III – znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému

třída IV – silně znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému.

třída V – velmi silně znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému

Klasifikace jakosti vod vychází z hodnocení údajů o vybraných ukazatelích jakosti vody. Tyto ukazatele norma rozděluje podle určitých společných vlastností do pěti skupin:

- a) **obecné, fyzikální a chemické ukazatele** - elektrolytická konduktivita, rozpuštěné látky sušené, nerozpuštěné látky sušené, rozpuštěný kyslík, BSK₅, CHSK_{Mn}, CHSK_{Cr}, celkový organický uhlík, adsorbovatelné organické halogeny, amoniakální dusík, dusičnanový dusík, celkový fosfor, chloridy, sírany, vápník, hořčík
- b) **specifické organické látky** - perchlorethylen, trichlorethylen, 1,2-dichlorethan, dichlorbenzeny, chlorbenzen, trichlormethan, tetrachlormethan, lindan, PCB, PAU
- c) **kovy a metaloidy** - chrom, mangan, železo, nikl, měď, zinek, kadmium, rtuť, olovo, arsen
- d) **mikrobiologické a biologické ukazatele** - termotolerantní koliformní bakterie, enterokoky, saprobní index makrozoobentosu, chlorofyl
- e) **radiologické ukazatele** - celková objemová aktivita alfa, celková objemová aktivita beta, celková objemová aktivita beta po korekci na 40 K, uran, radium 226, tritium

K zařazení toku do jakostní třídy je třeba získat reprezentativní soubor hodnot, který představují výsledky měření jednotlivých ukazatelů kvality vody za určité časové období v určitém profilu. Hodnocené období musí být minimálně 1 rok a nebývá obvykle delší než 5 let. Pokud je k dispozici méně než 11 hodnot, nelze tok podle ČSN 75 7221 zařadit.

Ze zjištěných hodnot se pro každý ukazatel vypočítá jeho charakteristická hodnota (C90), která reprezentuje a nahrazuje celý soubor hodnot. Je to hodnota s pravděpodobností nepřekročení 90% (u rozpuštěného kyslíku s pravděpodobností překročení 90%). Vypočtenou charakteristickou hodnotu srovnáme s mezními hodnotami daného ukazatele a zařadíme do příslušné jakostní třídy.

Existuje základní klasifikace jakosti vody, která je založena na hodnocení vybraných ukazatelů jakosti vod. K nim se řadí: saprobní index makrozoobentosu, biochemická spotřeba kyslíku, chemická spotřeba kyslíku dichromanem, dusičnanový dusík, amoniakální dusík a celkový fosfor. Jakost vody se klasifikuje zvláště pro každý

jednotlivý ukazatel. Jako výsledná třída se určí podle vybraných ukazatelů ta nejnejpříznivější.

Pro další klasifikaci můžeme vytvářet libovolné skupiny ukazatelů. Výsledné zatřídění se provádí stejně jako u základní klasifikace.

7.2.2. Závislostní hodnocení jakosti vod

Závislostním hodnocením koncentrací látek na vybraných parametrech se ve své práci zabýval Janský (1982).

Velmi často je hodnocena závislost koncentrací látek na průtocích. Podle charakteru závislosti mezi těmito dvěma parametry lze usuzovat na charakter zdroje znečištění (Pivokonský 1997). Průtok při tomto hodnocení má charakter komplexního parametru. Zahrnuje v sobě jak podmínky proudění, tak i rychlost rozkladu organických látek, erozi říčního koryta a jiné (Nejedlý v Janský 1982).

Při posuzování závislosti koncentrací látek na průtocích Janský (1982) zjistil, že na profilech znečištěných převážně bodovými zdroji látek je nejvyšších koncentrací dosahováno při nejnižších průtocích (nepřímá závislost) a na profilech neznečištěných nebo ovlivněných rozptýlenými zdroji látek se projevuje závislost přímá, tj. s rostoucím průtokem roste koncentrace látek.

Při tomto závislostním hodnocení často dochází k většímu rozptylu hodnot, proto Janský (1982) navrhl ještě jiné závislostní hodnocení a to závislost koncentrací látek na průtoku a na roční době. Roční doba, nebo také pořadí dne v roce se chová jako komplexní parametr. Zahrnuje v sobě jednak teplotu, roční chod srážek a intenzitu slunečního svitu, jednak střídání vegetační a mimovegetační sezóny nebo průběh zemědělského hospodaření. Závislost jakosti vody na průtoku a ročním období se řeší podle obecné rovnice $x = x(m, N)$, kde je:

x ... ukazatel jakosti vody

m ... překročení průtoku po dobu „ m “ dní v roce

N ... roční období nebo pořadí dne v roce.

Celá rovnice se řeší pomocí intervalové analýzy. Počet intervalů pro obě nezávislé proměnné se volí podle velikosti souboru vstupních dat. Pro menší soubory dat je to nejčastěji 6 x 6 intervalů, pro větší i 12 x 12. Závislost lze vyjádřit trojrozměrným grafem, kde na osy x a y se vynášejí překročení průtoků a n -té dny v roce a na osu z velikost koncentrace sledovaného ukazatele.

7.2.3. Zvolené chemické parametry

Výběr sledovaných parametrů stejně jako výběr profilů se řídil poznatky z dostupné prostudované literatury. Pro posouzení jakosti vody byly vybrány nutrienty, tj. sloučeniny dusíku a fosforu, které jsou v povrchových vodách jako autochtonní obsaženy pouze v malých koncentracích, a proto je původ převážné většiny těchto látek antropogenní. Pro vyjádření míry organického znečištění byla užitá chemická spotřeba kyslíku a biologická spotřeba kyslíku. Jako doplňkové parametry byly stanoveny ještě teplota, pH, vodivost a kyselinová a zásadová neutralizační kapacita.

7.2.3.1. Nutrienty

Sloučeniny dusíku. Sloučeniny dusíku se uplatňují ve všech biologických procesech probíhajících ve vodách, proto mají velký význam. Jsou buď anorganického nebo organického původu. Anorganického původu je dusík dodáván do půdy ve formě minerálních dusíkatých hnojiv a následně vymývaný do povrchových toků nebo do podzemní vody a dusík z atmosférických srážek. Zdrojem organického dusíku jsou splaškové vody a rozkládající se odumřelé mikroorganismy. Antropogenní zatížení toků jak organickým tak i anorganickým dusíkem připadá ze 75 % na plošné a difúzní zdroje znečištění. Komunální vody se na znečištění podílí 17 %. Zbýlých 8 % pochází z průmyslových a zemědělských bodových zdrojů (Pitter 2002). Dusík se v přírodě vyskytuje v několika různých formách, které podléhají koloběhu (Pitter 1981). V této práci se zaměřím na amoniakální, dusičnanový a dusitanový dusík, který je ve vodě dobře rozpustný.

Amoniakální dusík (N- NH₄). Amoniakální dusík se ve vodách může nacházet v nedisociované formě jako **amoniak** (NH₃) nebo disociovaný jako **amonný iont** (NH₄⁺). Tyto dvě formy jsou ve vodách v rovnováze. Zvýšením pH a teploty se rovnováha posouvá ve prospěch NH₃, který je toxický pro organismy. Převodní vztah mezi amoniakálním dusíkem (N- NH₄), NH₄⁺ a NH₃ lze vyjádřit zápisem:

$$1 \text{ mg NH}_4^+ = 0,777 \text{ mg N- NH}_4^+ = 0,944 \text{ mg NH}_3.$$

Nejvýznamnějšími zdroji NH₄⁺ a NH₃ jsou odpadní vody z domácností, provozů živočišné výroby a vody ze silážních jam. Dále je to výplach z čerstvě hnojených polí a odpadní vody z ČOV (Brehm, Meijering 1990).

V aerobních podmínkách jsou NH_4^+ i NH_3 oxidovány chemicky (autooxidace) nebo biologicky (nitrifikace) na nitrát (NO_3^-). Nitrifikace probíhá ve dvou fázích. V první fázi vzniká působením bakterií rodu *Nitrosomonas* meziprodukt NO_2^- a z něj ve druhé fázi působením bakterií z rodu *Nitrobacter* konečný produkt NO_3^- (Grunwald 1993). Rychlost oxidace se zpomaluje s poklesem teploty, takže koncentrace redukovaných forem je v zimní polovině roku vyšší. Množství NH_4^+ však závisí i na jiných faktorech, proto se tato závislost nemusí výrazně projevit.

Dusičnanový dusík (N- NO_3). Dusičnanový dusík je nejzastoupenější a také nejdůležitější formou dusíku. Ve vodách je přítomen ve formě dusičnanových iontů (NO_3^-). Převodní vztah mezi N- NO_3 a NO_3^- je vyjádřen:

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

V malém množství je přítomen ve všech typech vod. Vzniká mineralizací organicky vázaného dusíku nebo již zmiňovanou nitrifikací NH_4^+ . Působením striktně nebo fakultativně anaerobních mikrobů podléhá redukci na elementární dusík nebo oxid dusný (Pitter 1981). Nejvýznamnějším zdrojem NO_3^- jsou splachy z polí hnojených minerálními nebo organickými hnojivy. NO_3^- je z půdy kvůli malé adsorpční schopnosti velmi lehce vymyvatelný. Jeho vymývání závisí na klimatických podmínkách, půdních poměrech a druhu a intenzitě využívání půdy (Brehm, Meijering 1990). V období vegetační periody jsou koncentrace NO_3^- v tocích poměrně nízké, protože jsou vázány v kořenovém systému rostlin. Vegetační pokryv rovněž snižuje erozi půdních částic. Vzrůstají v zimním období, kdy vegetační pokryv chybí (Scheffer, Schachtschabel 2002). Menší podíl na znečištění nitráty připadá na splaškové vody. Velká koncentrace NO_3^- se nachází hlavně v těsné blízkosti zaústění odpadních vod do toků, kde NO_3^- vzniká nitrifikací NH_4^+ a NH_3 z odpadů (Brehm, Meijering 1990). V přirozených vodách dosahuje koncentrace NO_3^- jednotek mg/l, ve znečištěných vodách až desítek mg/l. Norma pro pitnou vodu udává hraniční koncentraci do 50 mg/l (Pitter 1981).

Dusitanový dusík (N- NO_2). Dusitanový dusík je obsažen v dusitanových iontech (NO_2^-). Platí mezi nimi převodní vztah: $1 \text{ mg } \text{NO}_2^- = 0,304 \text{ mg N- } \text{NO}_2^-$.

NO_2^- ionty jsou ve vodách z větší části autochtonní. Vznikají jako meziprodukt biochemické oxidace NH_3 nebo redukcí NO_3^- , tj. nitrátovým dýcháním (Pitter 1981). Podstatně méně je zastoupen alochtonní NO_2^- iont. Největší podíl pochází ze splachu z polí při silných srážkách, protože v dusíkatých hnojivech je dusík vázán právě ve formě

dusitanů a je lehce vyplavován. Stejně tak amoniak obsažený v chlévské mrvě se oxiduje nejprve na NO_2^- . Méně je obsažen v komunálních odpadních vodách. Větší koncentrace se mohou dostávat do vodotečí ještě s průmyslovými odpadními vodami především ze strojírenství a z výroby barviv (Pitter 1981). N-NO_2 je toxický pro organismy. V jejich gastrointestinálním traktu se může přeměňovat na nitrosaminy, které působí karcinogenně (Pitter 1981). V pitných a neznečištěných vodách se nevyskytuje vůbec. Ve znečištěných vodách jeho koncentrace dosahuje až jednotek mg/l. Jeho obsah kolísá v denním i ročním cyklu. Vyšší koncentrace jsou podmíněny rychlejším procesem nitrifikace, tudíž se vyskytují v ročním chodu v létě a na podzim a v denním chodu v odpoledních hodinách (Brehm, Meijering 1990).

Sloučeniny fosforu. Fosfor se v tocích vyskytuje volný i vázaný v několika formách. Zde se zaměřím pouze na fosfor ve formě fosforečnanů (PO_4^{3-}). Autochtonní výskyt fosforečnanů je podmíněn geologickým podložím. Alochtonní pochází z různých zdrojů. Nejvýznamnějším zdrojem PO_4^{3-} jsou komunální odpadní vody. Představují 59 % veškerého zatížení fosforem. Fosfor v komunálních vodách pochází z větší části z fekálií (41 % z celkového množství), menší podíl (18 %) z čisticích a pracích prostředků. Další antropogenní zdroj fosforu je splach ze zemědělsky obdělávaných pozemků a difúzní zdroje. Tvoří 31 % z celkového přísunu do toku. Údaje o procentuálním zastoupení jednotlivých zdrojů znečištění jsou převzaty od Nesměráka 2000 (v Pitter 2001).

Protože je fosfor díky adsorpčním silám pevně vázán na jílovitých částicích půdy, velmi nesnadno se vymývá a do toků se dostává navázaný na erodované půdní částice při prudkých srážkách nebo rychlém tání sněhu (Brehm, Meijering 1990). Obsah fosfátů může extrémně kolísat. Dispergované nebo rozpuštěné fosforečnany se váží na pevné částice - sedimenty, půdu (Pitter 2002). Tím se sice snižuje jejich koncentrace v toku, jejich akumulace v sedimentech představuje však potenciální zdroj znečištění. Uvolňování fosforu je podmíněno změnou fyzikálních nebo chemických poměrů v toku. Takovými změnami může být zvýšení turbulentního proudění nebo zvýšená rozpustnost fosforu vlivem snížení pH. Prokázán je také růst uvolňování s nástupem anaerobních podmínek (Schönborn 1992). Doba od vstoupení fosforu do toku, přes jeho transport, ukládání v sedimentech a příjem organismy až po jeho výstup z toku (turn-over cesta) je velmi krátká (Schönborn 1992).

7.2.3.2. Organické látky

Souhrnným názvem organické látky označujeme velkou skupinu různých látek, které výrazně ovlivňují vlastnosti vod. Řadíme k nim produkty fotosyntézy zelených rostlin a řas, produkty buněčného dýchání, sloučeniny uvolňované hydrolyzou a mikrobiálním rozkladem uhynulých organismů, různé exkrementy organismů, hormony, vitamíny, enzymy aj. (Lellák 1991). Přírodním zdrojem organických látek jsou organismy a jejich části. Antropogenní zdroj organických látek představují jednak splaškové odpadní vody a průmyslové vody především z papírenského a potravinářského průmyslu, jednak odpadní vody ze živočišné výroby a částečně také splachy ze zemědělsky obdělávaných ploch (Pitter 1981).

Vesměs jsou to komplikovanější sloučeniny charakteristické vysokým obsahem uhlíku, kyslíku, vodíku, dusíku a fosforu. Kvůli jejich početnosti a různorodosti se jednotlivé látky obtížně identifikují, proto se často zjišťuje pouze jejich celkové množství. Protože proces oxidace, tj. odbourávání organických látek, je velmi úzce spojen s kyslíkovým režimem, používají se pro stanovení jejich množství nepřímé metody, založené na měření množství kyslíku spotřebovaného na jejich oxidaci (Hütter 1992).

Prvním nepřímým stanovením organických látek je **chemická spotřeba kyslíku** (CHSK). Ta je definovaná jako množství kyslíku, které se za uzaných podmínek spotřebuje na chemickou oxidaci ve vodě přítomných organických látek (Grunwald 1993). Jako oxidační činidlo se nejčastěji používá dichroman draselný (CHSK_{Cr}), který oxiduje 90 – 95 % všech organických látek, a manganistan draselný (CHSK_{Mn}), který je slabším oxidačním činidlem (25 – 30 % látek), ale stanovení je méně nákladné (Hütter 1992). Z toho vyplývá užití CHSK_{Mn} při analýze pitných a málo znečištěných povrchových vod a CHSK_{Cr} při rozborech odpadních nebo silně znečištěných povrchových vod.

Jinou nepřímou metodou stanovení organických látek je **biochemická spotřeba kyslíku** (BSK). Poznatky o této metodě shrnul ve své práci Pitter (1981). Je založená na zjišťování spotřeby kyslíku při procesu samočištění, tj. samovolného rozkladu složitých organických látek až na CO₂, H₂O a NH₃. Pitter (1981, str. 185) definuje BSK jako „množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy při biochemické oxidaci (mineralizaci) organických látek za aerobních podmínek a bez součinnosti

fotosyntetizujících organismů“. Na rozdíl od CHSK vyjadřuje pouze míru organicky rozložitelných látek. Pro stanovení BSK se užívá standardní zředovací metoda.

Proces rozkladu všech rozložitelných látek trvá asi 20 dní. Pro zjednodušení byla pro metodu zvolena inkubační doba 5 dní, odtud BSK₅. Po dobu inkubace jsou vzorky uchovávány ve tmě, aby se zamezilo případné fotosyntéze, a za konstantní teploty 20 °C. Reakce probíhá podle kinetiky 1. řádu (Streeter-Phelpsova rovnice). Každý den se zoxiduje 20,6 % zbylých organických látek. Protože jejich koncentrace může dosahovat vysokých hodnot a rozpustnost kyslíku ve vodě je nízká a jeho množství nestačí k oxidaci látek, ředí se vzorky čistou vodou. Proto mohou být výsledky zatíženy chybou. Další chyby mohou vzniknout případnou nitrifikací, pokud vzorek obsahuje větší množství amoniakálního dusíku. Výhodou metody je její nenáročnost na přístrojové vybavení a chemikálie. Je to metoda standardní, takže její výsledky jsou vzájemně srovnatelné.

7.2.3.3. *Doplňkové parametry*

Teplota. Teplota vody je důležitým parametrem, který ovlivňuje řadu faktorů. S rostoucí teplotou se exponenciálně zvyšuje rychlost chemických reakcí. Růstem do určité optimální hodnoty se zvyšuje i aktivita mikroorganismů. Naopak s poklesem teploty se zvyšuje rozpustnost plynů ve vodě. Dále má teplota vliv na vodivost, tvrdost vody a hodnotu pH. Teplota v tocích je závislá na expozici, zastínění, klimatu, morfologii toku, vzdálenosti od pramene a v neposlední řadě také na antropogenním ovlivnění (Hütter 1992).

Vodivost. Povrchové vody obsahují určité množství rozpuštěných látek. Představují tedy elektrolytické roztoky, které mají schopnost vést elektrický proud. Jejich vodivost je potom mírou celkového množství kationtů a aniontů (Hütter 1992). Vyjadřuje se jako lineární funkce jejich koncentrace. Kromě množství látek a jejich disociačním stupni je závislá i na teplotě vody a jejím pH. U dešťové se pohybuje vodivost mezi 5 až 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, u podzemní 30 až 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a u mořské vody 45 000 až 55 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Reakce vody (pH). Hodnota pH je definována jako negativní dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů (H^+). Ty jsou v roztocích odštěpovány kyselinami. Jsou v rovnováze s hydroxylovými ionty (OH^-). Pokud je jejich počet stejný, má roztok hodnotu $\text{pH} = 7$. Přebytek H^+ iontů způsobuje kyselost roztoků, přebytek OH^- iontů

naopak jejich zásaditost (Lellák 1991). Reakce vody ovlivňuje řadu fyzikálních a chemických vlastností jako rychlost chemických reakcí, dostupnost živin, aktivitu těžkých kovů a jiných prvků (Hütter 1992). V povrchových vodách se pH pohybuje mezi 6,5 až 8,5 jednotkami. V oblastech pramenných neznečištěných toků může jeho hodnota vlivem kyselých dešťů poklesnout i pod 4,0. Tento jev se nazývá acidifikace (Grünwald 1993).

Kyselinová a zásadová neutralizační kapacita (KNK_{4,5} a ZNK_{8,3}). Neutralizační kapacita obecně je integrálem pufrální kapacity ve zvoleném rozmezí pH (Pitter 1981). Vyjadřuje vlastnost vod vázat H⁺ nebo OH⁻ ionty. Zásadová neutralizační kapacita je tedy definována jako schopnost neutralizovat kyselinu a kyselinová neutralizační kapacita jako schopnost neutralizovat zásadu vždy k určitému pH. Ve vodách má největší význam pufrální systém kyselina uhličitá : uhličitany. Vody s nižší zásadovou neutralizační kapacitou mají obecně nižší produkční schopnost (Lellák 1991).

Tvrdość vody. Tvrdość vody vyjadřuje celkové množství kovů alkalických zemin (vápníku, hořčíku, barya a stroncia) navázaných na uhličitany (karbonátová tvrdość) a na jiné anionty (nekarbonátová tvrdość). Hodnota tvrdości ovlivňuje hodnotu pH a vodivosti (Hütter 1992).

Rozpuštěný kyslík. Rozpuštěný kyslík se ve vodě nachází vedle kyslíku chemicky vázaného ve sloučeninách. Do vody se dostává buď difúzí ze vzduchu, nebo vzniká jako vedlejší produkt fotosyntézy rostlin (Hütter 1992). Jeho koncentrace značně kolísá. Závisí na rozpustnosti kyslíku, která se zvyšuje s klesající teplotou a klesající koncentrací jiných rozpuštěných látek v toku (Pitter 1981), stejně jako na množství organických látek, při jejichž rozkladu je spotřebováván (Hütter 1992). Při vysoké eutrofizaci vod může jeho koncentrace klesnout až k nule (Lellák 1991).

7.2.4. Odběr vzorků pro chemický rozbor

Odběr vzorků a jejich následný chemický rozbor byl prováděn, jak bylo již předesláno, v letech 2001 - 2003. Jednalo se celkem o 12 odběrů s pokud možno měsíční pravidelností. Poslední dva odběry bylo nutno z důvodu pobytu v zahraničí posunout o dva měsíce. Tak byla získána pro každý parametr řada 12 hodnot, což je dostatečný

počet pro jejich statistické zpracování. Při prvním odběru byl vynechán profil Věžnice a Věžnice u Šlapanova, ale i pro řadu 11 hodnot mohla být spočítána charakteristická hodnota podle ČSN 75 7221.

Vzorky byly odebírány do plastových lahví o objemu 1,5 l označených číslem profilu, datem a hodinou. Před vlastním odběrem byly důkladně vypláchnuty odebíranou vodou. Odběry byly provedeny v proudivém úseku toku asi 5 – 10 cm pod hladinou. Odběrem celého objemu vody z jednoho místa najednou byl získán prostý nebo také bodový vzorek. Láhev byla naplněna až po hrdlo, aby v ní nedocházelo ke kontaktu vody se vzduchem. Po odběru byly lahve uchovávány v chladnu a temnu do druhého dne, kdy byly prováděny rozbory. Tím byla eliminována fotosyntéza a jiné chemické reakce, které by pozměnily fyzikální i chemické vlastnosti odebrané vody.

Pro stanovení BSK₅ bylo nutné odebrat ještě přibližně 300 ml vody do dvou speciálních skleněných Winklerových lahví se zábrusem a přesně změřeným objemem. Jedna láhev byla uzavřena bez konzervačních látek, do druhé byly přidány nejprve 2 ml srážecího roztoku I (MnSO₄) a nato 2 ml srážecího roztoku II (KOH + NaN₃).

Na každém profilu byla měřena rovněž teplota vody rtuťovým teploměrem. Vodivost a pH se měřily potenciometrem kombinovaným s konduktometrem v klidném úseku odběrového profilu nebo ve zvláštní nádobě. Na každé lokalitě byly měřeny ještě průtoky (viz kap. 7.4.).

7.2.5. Chemické analýzy vod

V laboratoři ÚŽP na PřF UK byla prováděna následující stanovení: amoniakální dusík (N-NH₄), dusitanový dusík (N-NO₂), dusičnanový dusík (N-NO₃), fosforečnany (PO₄³⁻), chemická spotřeba kyslíku (CHSK_{Mn}), biologická spotřeba kyslíku (BSK₅), reakce vody (pH), vodivost a kyselinová a zásadová neutralizační kapacita (KNK_{4,5} a ZNK_{8,3}). Postupy stanovení vycházely z platných norem (Horáková a kol. 1986). Pro analýzy byly použity tyto metody:

- amoniakální dusík – jako amonné ionty absorpční spektrofotometrií po reakci s Nesslerovým činidlem
- dusičnanový dusík – jako dusičnanové ionty absorpční spektrofotometrií v ultrafialové oblasti spektra

- dusitanový dusík – jako dusitanové ionty absorpční spektrofotometrií po reakci se sulfanilovou kyselinou a α -naftylaminem
- fosforečnany – anorganické ortofosforečnany absorpční spektrofotometrií po reakci s molybdenanem v prostředí kyseliny sírové a po redukcii s cínatou solí
- CHSK_{Mn} – manganistanem draselným podle Kubela
- BSK_5 – standardní zřed'ovací metodou
- rozpuštěný kyslík – jodometrické stanovení s přidavkem azidu
- pH – potenciometricky jednou kombinovanou elektrodou
- konduktivita – konduktometrem
- $\text{KNK}_{4,5}$ – titrací odměrným roztokem HCl na směsný indikátor
- $\text{ZNK}_{8,3}$ – titrací odměrným roztokem NaOH na indikátor fenolftalein

7.3. Biologické hodnocení kvality vody

K vyhodnocení kvality vody z hlediska biologických parametrů bylo použito rovněž zařazení měrných profilů do tříd čistoty vod podle ČSN 75 7221. K zařazení byly použity výsledky 2 odběrů ze 4 měrných profilů v roce 2002. Pro biologické hodnocení kvality vody byl, po prostudování dostupné literatury, vybrán saprobní index makrozoobentosu, množství termotolerantních koliformních bakterií a enterokoků.

7.3.1. Saprobní systém

Biologické parametry kvality vody se často stanovují jako doplněk k parametrům fyzikálním a chemickým. Zatímco hodnoty chemických parametrů vyjadřují kvalitu vody pouze v okamžiku odběru, biologické parametry charakterizují kvalitu vody přes delší časová období, protože organismy jsou v tocích přítomny stále a do složení biocenóz se promítá dlouhodobé kolísání kvality vody i náhlá zvýšení některých škodlivých látek v důsledku havárií, které chemické rozbory nezachytí (Emde, Szöcs 2001). Kromě toho na organismy v toku působí znečišťující látky synergicky, tzn. i menší koncentrace dané látky ve spolupůsobení s jinou látkou mohou působit na organismy škodlivě a vyvolávat změny ve složení biocenóz. Takovéto vztahy nelze odhalit sledováním pouze chemických parametrů.

Každý organismus v toku má určité nároky na životní podmínky, proto může sloužit jako indikátor kvality vody. Obecně platí, že v čistých vodách žije velké množství druhů organismů v menších počtech, ve znečištěných vodách naopak žije méně druhů, zato jsou početnější (Sládečková, Sládeček 1995).

Organismy potřebují ke svému životu organické látky, které rozkládají na jednoduché sloučeniny (CO_2 a H_2O), a vzniklou energii využívají k zajištění životních funkcí. Tím zbavují toky biologicky rozložitelných znečišťujících látek a tak je čistí. Tento spontánní jev byl nazván procesem samočištění vody. Vztahem mezi obsahem organických látek a přítomností společenstev organismů se začali vědci zabývat již koncem 19. století. Vyvinula se nová vědní disciplína biologie – saprobiologie (Lellák 1991). Bylo definováno několik pojmů, které je třeba pro pochopení vysvětlit.

Předně je to pojem saprobity, která je definovaná jako soubor vlastností vodního prostředí daný přítomností organických látek schopných rozkladu. Saprobni poměry se promítají do složení a funkce saprobniích společenstev, která se mění s měnící se fází samočisticího procesu (Sládečková, Sládeček 1995).

Na základě těchto poznatků byl vytvořen saprobni systém, který se původně podle autorů Kolwitze a Marssona rozlišoval podle fází procesu samočištění vod na 3 stupně od polysaprobity, kde proces samočištění začíná, přes mesosaprobity až k oligosaprobite, kde se proces dokončuje. Od dob svého vzniku zaznamenal systém mnoho modifikací. V současné době se používá jeho modifikace podle Sládečka, který systém rozšířil o vody nejčistší na jedné straně a vody silně znečištěné a zvláštní, nezátížené hnilobnými látkami, na straně druhé. Systém je uspořádán do kruhového grafu se 4 kvadranty – katarobitou, limnosaprobity, eusaprobity a transsaprobity.

Podrobněji zde bude popsána jen limnosaprobity, která zahrnuje různě znečištěné povrchové a podzemní vody. Systém limnosaprobity nejpodrobněji popisuje Sládečková, Sládeček (1995). Limnosaprobity je rozdělena na 5 podstupňů. Společným prvkem všech je aerobní prostředí, ve kterém procesy probíhají. Každý podstupeň je charakterizován určitým společenstvem organismů, vyjádřeným saprobniím indexem, poměrem redukčních a oxidačních procesů, hodnotou BSK_5 a rozpuštěného kyslíku a počtem bakterií. Vodní společenstva zde charakterizována nebudou, protože zjednodušení, které si žádá diplomová práce, by mohlo náhled na společenstva zkreslit. Charakteristika podstupňů následuje:

Polysaprobity je nejzátíženějším stupněm povrchových vod. Převládají zde redukční pochody a intenzivní činnost mikroorganismů, které vyčerpávají téměř veškerý

kyslík. S tímto stupněm se lze v tocích setkat pod zaústěním městských a průmyslových odpadních vod.

α -mesosaprobity je charakterizována silně znečištěnou vodou. Oxidační a redukční procesy jsou zde v rovnováze. Organismy spotřebovávají velké množství kyslíku, jeho obsah klesá na 2 – 4 mg/l a hodnota BSK₅ vzrůstá na 5 – 10 mg/l.

β -mesosaprobity představuje vodu mírně až středně znečištěnou. Oxidační pochody zde převažují nad redukčními. Je nejhorším stupněm, kterého povrchová voda může dosáhnout bez antropogenních zásahů, a nejlepším stupněm, kterého může dosáhnout odpadní voda biologickým čištěním nebo samočištěním.

Oligosaprobity zahrnuje čisté vody hlavně pstruhového pásma. Převládají zde oxidační pochody. Hodnota BSK₅ nepřekračuje 2,5 mg/l.

Xenosaprobity je charakteristická pro pramenné oblasti toků s nepatrným obsahem organických látek. BSK₅ nedosahuje 1 mg/l. Podle rybího společenstva voda odpovídá pstruhovému pásmu.

7.3.2. Metody stanovení saprobity

Jako indikátorové organismy může sloužit fytoplankton, zooplankton, nárosty i bentos. V tekoucích vodách se pro jednoduchost nejčastěji používá bentos, tj. organismy dna. Saprobni stupeň můžeme hodnotit několika způsoby. Zde se zmíníme jen o saprobni valenci a saprobni indexu.

Pojem **saprobni valence** zavedli Zelinka, Marvan a Kubíček v roce 1955 (Zelinka, Marvan 1986). Vyjadřuje, který saprobni stupeň určitý druh organismu preferuje a jak je rozšířen v jednotlivých stupních celé stupnice. Podle ekologických nároků byla druhům přiřazena pětice čísel, jejichž celkový součet je 10. Vystihují vztah druhu k jednotlivým stupňům saprobity (Zelinka, Marvan 1986). V podstatě se jedná o číselný zápis Gaussova normálního rozložení organismů v rámci celého saprobniho systému (Sládečková, Sládeček 1995).

Druhou metodou hodnocení je stanovení **saprobniho indexu**. Vůbec prvním pokusem o vyčíslení stupně saprobity, který přísluší určitému životnímu společenstvu, byl saprobni index Pantleho a Bucka. Ten modifikoval Sládeček (1976, 1985). V této modifikaci má index tvar:

$$S = \frac{\sum h_i \cdot S_i}{\sum h_i}$$

h_i - množství organismů na jednotku objemu či plochy nebo procento zastoupení ve vzorku anebo hodnota podle odhadované stupnice

S_i - individuální saprobní index každého druhu, který tvoří dané společenstvo

Index je velmi jednoduchý na výpočet, ale nese v sobě soustavnou chybu, kdy druhy v okrajových třídách saprobity vstupují do výpočtu s hodnotami S_i bližšími ke středu limnosaprobního úseku saprobní stupnice (Zelinka 1986). Přesto je tento vzorec standardizovaný.

Druhou modifikací je saprobní index Zelinky a Marvana (v Lellák 1991). Má tvar:

$$S = \frac{\sum S_i \cdot h_i \cdot I_i}{\sum h_i \cdot I_i}$$

S_i - individuální saprobní index organismu

h_i - abundance daného organismu ve vzorku

I_i - individuální indikační hodnota organismu

Zavedením indikační váhy druhu se z indexu soustavná chyba částečně odstraňuje (Zelinka 1986).

Jednotlivé stupně saprobity tedy můžeme, jak jsme již uvedli, charakterizovat několika ukazateli, které následují v tabulce č. 9.

Tab. č. 9: Srovnávací hodnoty saprobiologických, bakteriologických a chemických ukazatelů (v Sládeček, Sládečková 1997, upraveno)

| saprobní stupeň | saprobní index | bakterie koliformní/l | bakterie psychrofilní/l | BSK ₅ (m/l) | O ₂ (mg/l) |
|---------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| xenosaprobita | (-0,5) - 0,5 | < 10 000 | < 1 000 | < 1 | > 8 |
| oligosaprobita | 0,5 - 1,5 | < 50 000 | < 10 000 | < 2,5 | > 6 |
| β- mezosaprobita | 1,5 - 2,5 | < 100 000 | < 50 000 | < 5 | > 4 |
| α- mezosaprobita | 2,5 - 3,5 | < 1 000 000 | < 250 000 | < 10 | > 2 |
| polysaprobita | 3,5 - 4,5 | < 30 000 000 | < 2 000 000 | < 50 | > 0,1 |

V této práci, jak již bylo zmíněno, byly odebírány vzorky makrozoobentosu, ze kterých byl vypočítán saprobní index. Makrozoobentos má oproti jiným skupinám organismů značné výhody. Organismy se vyskytují téměř ve všech vodách a jsou dobře určitelné. Mají relativně malou pohyblivost, takže mohou být považovány za stálé obyvatele habitatu a mají poměrně dlouhý životní cyklus. Jejich taxonomie je dobře

propracovaná a odběrové metody standardizované. Nevýhodou je sezónnost jejich výskytu a jeho závislost na charakteru substrátu (Kokeš, Vojtíšková 1999).

7.3.3. Bakteriální znečištění

Povrchové vody jsou bohaté na rozmanitou bakteriální flóru. Pro její druhové spektrum a populační hustotu je důležité složení a nabídka organických látek. Významná je i závislost na abiotických faktorech, jako jsou teplota, pH a obsah rozpuštěného kyslíku, a biotických faktorech, které představuje především predační tlak.

Bakteriální flóru můžeme rozdělit na autochtonní a alochtonní. Autochtonní bakterie (saprofyty) jsou přizpůsobené stávající potravní nabídce a podílí se na přeměně organických látek (proces samočištění). Alochtonní bakterie mohou také fungovat v přeměně látek, ale většinou mají v tocích nízkou schopnost rozmnožování a přežívají jen velmi krátkou dobu. Jejich zdroje jsou často plošného charakteru.

Velké množství bakterií se do vody dostává vyplavováním z používaných statkových hnojiv, především močůvky a chlévské mrvy, a také z vyzrálých kalů z ČOV, které jsou užívány rovněž k hnojení. Bodové zdroje představují vyústění kanalizovaných nebo nekanalizovaných odpadních vod nebo výpustě z ČOV. Zvláště nebezpečné jsou náhlé jednorázové výplachy smíšených kanalizací při silném dešti (Gunkel 1994).

Koncentrace bakterií v menších tocích jsou závislé na průtocích. Při převažujícím bodovém znečištění se zde projevuje zředovací efekt. Při vysokých průtocích jsou koncentrace nízké a naopak. Bakteriální znečištění výrazně omezuje možnosti využívání vody především pro pitné, zemědělské (zavlažování, napájení dobytka) a rekreační účely.

Stanovování jednotlivých druhů bakterií je z praktického hlediska nemožné, proto se zjišťuje pouze celkové množství určitých typů bakterií v jednotce objemu, nečastěji 1 ml. Jedná se tedy o skupinová stanovení. Bakterie z odebraného vzorku se kultivují na živném mediu. Počet kolonií vzniklých po určité inkubační době se rovná počtu jedinců v původním roztoku (Hütter 1992). V ČR se sleduje kromě jiných nejčastěji počet fekálních koliformních bakterií a počet enterokoků. Výsledky se udávají v počtech jednotek tvořících kolonie na 1 ml (KTJ/ml). Pro tyto ukazatele existují v ČSN 75 7221 mezní hodnoty, proto podle nich může být prováděno zařazení toků do jakostních tříd.

7.3.4. Odběr vzorků pro biologický rozbor

Pro odběr makrozoobentosu byly kvůli finanční nákladnosti jeho rozborů zvoleny pouze 4 charakteristické odběrové profily tak, aby postihly horní, střední i dolní část toku. Jsou to profily Dobronín – Mlýnský potok, Polná – Sapeli, Polná – židovský hřbitov a Šlapanov. Profily již byly charakterizovány v kap. 7.1. Odběr biologického materiálu byl proveden dvakrát během roku 2002 – začátkem dubna a koncem září.

Odběr biologických vzorků byl proveden podle metodické příručky pro biologický monitoring toků (Zahrádka 2001). Ta je koncipovaná pro drobné toky ve správě ZVHS, ale lze ji využít i pro toky střední do hloubky cca 1 m, kde je ještě možné se brodit. Tato metoda byla vytvořena v souladu s připravovanou implementací legislativních vodohospodářských předpisů Evropské unie.

K odběru je třeba bentosová síť o velikosti ok 500 μm , která je napjatá v rámu o rozměrech 30 x 40 cm, mísy nejlépe s bílým dnem pro vybírání biologického materiálu, entomologické pinzety, skleněné lahvičky na uchovávání vzorků a fixační roztok. Jako fixační roztok byl použit 76% ethanol.

První fází odběru je výběr odběrového profilu. Profily byly vybrány tak, aby se shodovaly s profily pro chemické analýzy a výsledky rozborů a chemických analýz byly porovnatelné. Na odběrové lokalitě byl vymezen *charakteristický úsek*, jehož délka je rovná sedminásobku šířky toku. Na něm jsou stanovovány hodnoty proměnných prostředí v případě, že se jedná o ekologické hodnocení toku. V našem případě se jednalo pouze o biologické hodnocení jakosti vody, proto tato charakteristika nebyla provedena. Zhruba uprostřed charakteristického úseku se vymezí *odběrový úsek* toku. Měl by zahrnovat všechny přítomné habitaty. Vlastní odběr vzorků se provádí v odběrovém úseku na několika odběrových místech, která mají různé vlastnosti, např. místa s různou rychlostí proudění, různě vzdálená od břehu, místa s trsy trav, větvemi a kameny a také místa s různou kvalitou substrátu (kamenité úseky, písčité naplaveniny). Pro každý habitat odhadneme jeho podíl na celkové ploše charakteristického úseku a přisoudíme mu stejný podíl z odběrového času. I když odběry nelze posuzovat kvantitativně, můžeme stanovením odběrového času dosáhnout určité standardizace. Potom se jedná o semikvantitativní stanovení. Jako doba odběru byla podle doporučení metodiky stanovena doba 3 minut čistého času, tzn. pouze čas „lovu“. Vlastní odběr se provádí tak, že bentosová síť se spodní hranou opře o dno. Dno je před sítí rozrýváno nohou a veškerý uvolněný materiál je splavován do sítě (tzv. kicking sample – kopaný

vzorek). Poté je třeba odebrat ještě přisedlé organismy z kamenů a příbřežní nebo vodní vegetace. Takto získané vzorky jsou pak zbaveny hrubšího anorganického materiálu přesíváním. Z drobného materiálu se jedinci vyberou pomocí entomologické pinzety do připravených epruvet nebo větších skleněných nádob. Vybrané a očištěné vzorky se konzervují 76% ethanolem. Určení organismů je možné i na místě nebo později pomocí mikroskopovací techniky v laboratoři. V mém případě rozbor vzorků makrozoobentosu provedl RNDr. M. Liška, Ph.D., z laboratoře Povodí Vltavy, s.p.

Odběr vzorků pro bakteriologický rozbor byl proveden paralelně s odběrem makrozoobentosu do připravených sterilizovaných skleněných lahví o objemu cca 250 ml. Lahve nebyly plněny až po okraj, aby zde zůstal vzduch a nenastaly anaerobní podmínky, při kterých hynou obligátně anaerobní bakterie.

7.4. Měření průtoků

Měření průtoků je důležitým doplňkem k chemickým analýzám látek, protože jejich koncentrace jsou na průtocích více či méně přímo nebo nepřímo závislé. Měření byla provedena spolu s odběrem vzorků pro chemické analýzy. V některých případech nebylo možné pro technické potíže nebo kvůli nedostatečnému či naopak velmi vysokému průtoku měření provést. Hodnoty průtoků jsou ve společné tabulce s výsledky chemických rozborů v příloze 6.

Pro měření byl vždy vybrán dostatečně proudivý úsek toku s pokud možno pravidelným profilem. Ve všech profilech se místo měření shodovalo s místem odběru, jen na profilu Dobronín - Mlýnský potok bylo kvůli nepravidelnému a mělkému korytu vybráno pro měření náhradní místo vzdálené asi 250 m po proudu. K měření byla použita hydrometrická vrtule VHS – 01 typu Ott. Princip měření hydrometrickou vrtulí spočívá v zaznamenávání počtu otáček vrtule za určitý časový interval. Rychlost protékající vody se potom vypočítá podle rovnice uvedené u přístroje: $v = \alpha + \beta n$ (m/s)

n ... počet otáček za 1s

α ... koeficient vnitřního tření vrtule

β ... koeficient tření vodních částic o šroubovou plochu vrtule

Při měření průtoků si nejprve určíme v příčném profilu několik stejně vzdálených svislic. Na nich změříme rychlost proudění. Výpočet průtoků provádíme graficko-početní

metodou. Podle svislic si profil rozdělíme na několik částí tak, že svislice je vždy uprostřed měřené části. Vypočteme plochy jednotlivých částí a vynásobíme je rychlostí proudění. Takto získané dílčí průtoky sečteme a získáme průtok v celém průtočném profilu.

8. Výsledky chemických analýz

8.1. Analýza dat z profilu Mírovka (1976 – 2001)

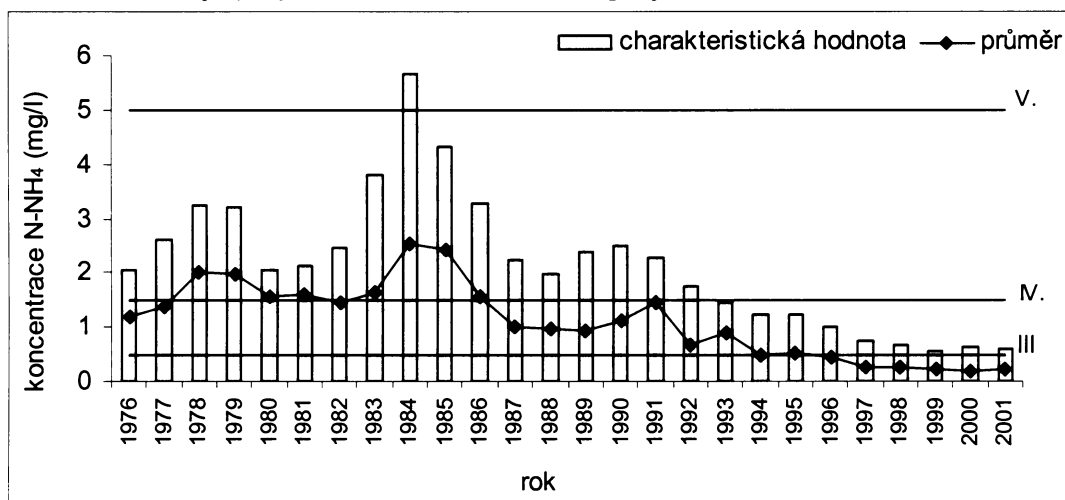
Nejprve se zaměříme na vyhodnocení dat z profilu státní sítě - Mírovka, kde probíhá monitoring jakosti vody již od roku 1976. Z poměrně dlouhé řady dat, která poskytl ČHMÚ v Komořanech, lze postihnout dlouhodobý vývoj koncentrací a rovněž provést závislostní hodnocení koncentrací vybraných ukazatelů na průtocích. K analýze byly vybrány ukazatele N-NO_2 , N-NO_3 , N-NH_4 , PO_4^{3-} , BSK_5 a CHSK_{Cr} .

8.1.1. Vývoj koncentrací vybraných ukazatelů (1976 až 2001)

Výsledná hodnota koncentrace vybraného parametru pro každý rok sledování byla vyjádřena aritmetickým průměrem z 12 hodnot a charakteristickou hodnotou. Pro její výpočet byla podle normy ČSN 75 7221 použita klouzavá dvouletí (soubor 24 hodnot). Dlouhodobý vývoj koncentrací vybraných parametrů je vyjádřen graficky (obr. č. 24 až 29). V grafech jsou vyneseny charakteristické hodnoty sloupcovou metodou a průměrné hodnoty jako body. Pro přehled jsou grafy doplněny o mezní hodnoty jakostních tříd aktuálních pro daný ukazatel.

Dlouhodobý vývoj koncentrací amoniakálního dusíku zaznamenal v období mezi lety 1976 a 1990 značná kolísání (obr. č. 24).

Obr. č. 24 : Graf vývoje koncentrací N-NH_4 na profilu Mírovka v letech 1976 - 2001

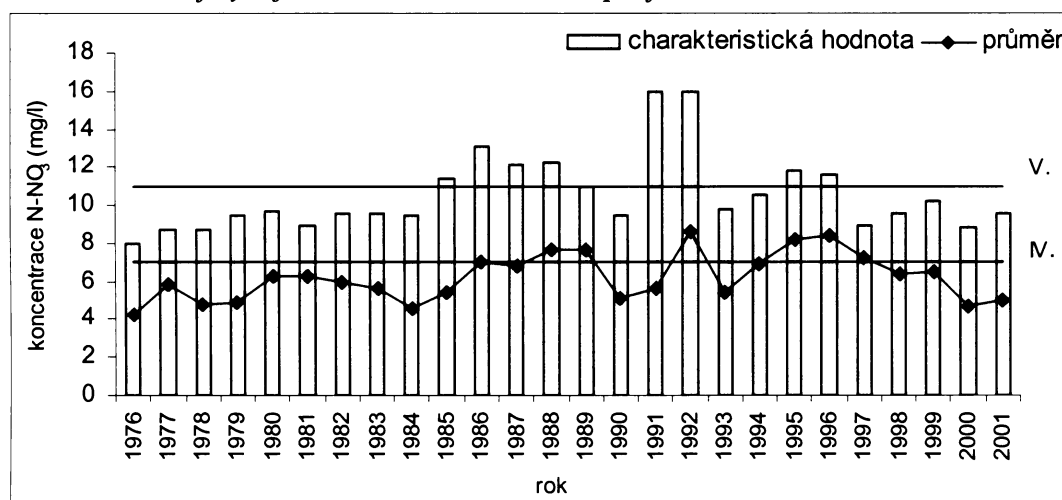


Zdroj dat: ČHMÚ

Největšího znečištění, jak podle charakteristických hodnot, tak podle průměru koncentrací, bylo dosaženo v roce 1984. V tomto roce tok náležel k V. jakostní třídě. Poté koncentrace zaznamenala výrazný pokles, způsobený zřejmě částečným snížením intenzity živočišné výroby. Po dalším menším nárůstu koncentrací na počátku 90. let zaznamenáváme jejich dlouhodobý mírný pokles, způsobený zřejmě jak snižováním počtu hospodářských zvířat v povodí, tak změnou způsobu obdělávání zemědělské půdy. Po roce 1991 se významně snížila vedle používání minerálních hnojiv i aplikace stájových hnojiv – močůvky a chlévské mrvy, která jsou významným zdrojem amoniaku. Od roku 1993 dosahuje tok v tomto parametru III. jakostní třídy.

Koncentrace dusičnanového dusíku se v období od roku 1976 do roku 1989 ve výústním profilu Šlapanky postupně zvyšovala (obr. č. 25).

Obr. č. 25: Graf vývoje koncentrací N-NO₃ na profilu Mírovka v letech 1976 - 2001

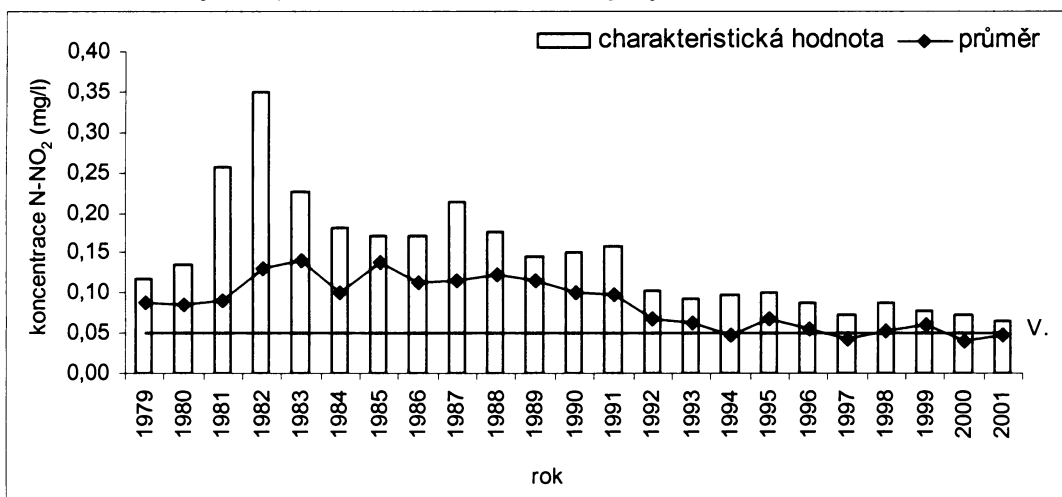


Zdroj dat: ČHMÚ

Tento trend korespondoval s narůstající zátěží půd dusíkatými hnojivy v celé ČR (viz obr. č. 14 v kap. 6.1.1.2.). V roce 1992 dosáhla koncentrace svého maxima. V charakteristické hodnotě se v letech 1991 a 1992 objevil výrazný výkyv. Ten mohl být mimo jiné způsoben i malou vodností v těchto letech, která jsou označena jako mimořádně suchá (viz obr. č. 10 kap. 3.4.). Po razantnějším poklesu koncentrací v roce 1993 docházelo až do roku 1996 k jejich opětovnému nárůstu. V dalších letech nastal sice mírný pokles, ale zatížení vod dusičnany je nadále vysoké a profil Mírovka je v tomto ukazateli zařazen do IV. jakostní třídy. Přestože celkově dávky hnojiv po roce 1989 poklesly, na snížení koncentrací N-NO₃ se tento vývoj výrazněji neprojevil.

Koncentrace dusitanového dusíku zaznamenaly, jak je patrné z grafu (obr. č. 26), naprosto odlišný vývoj než koncentrace N-NO₃. Nejvyšší charakteristické hodnoty přes 0,3 mg/l bylo dosaženo na počátku sledování v roce 1982. Od té doby koncentrace, s menší fluktuací v letech 1985 a 1995, neustále klesá. Tento pokles, výraznější v letech 1991 až 1994, je zřejmě také způsoben poklesem dávek dusíkatých hnojiv do půdy, která se aplikují nejčastěji ve formě dusitanů. I přes výrazný pokles koncentrací je podle tohoto parametru tok stále zařazen do V. třídy jakosti vody.

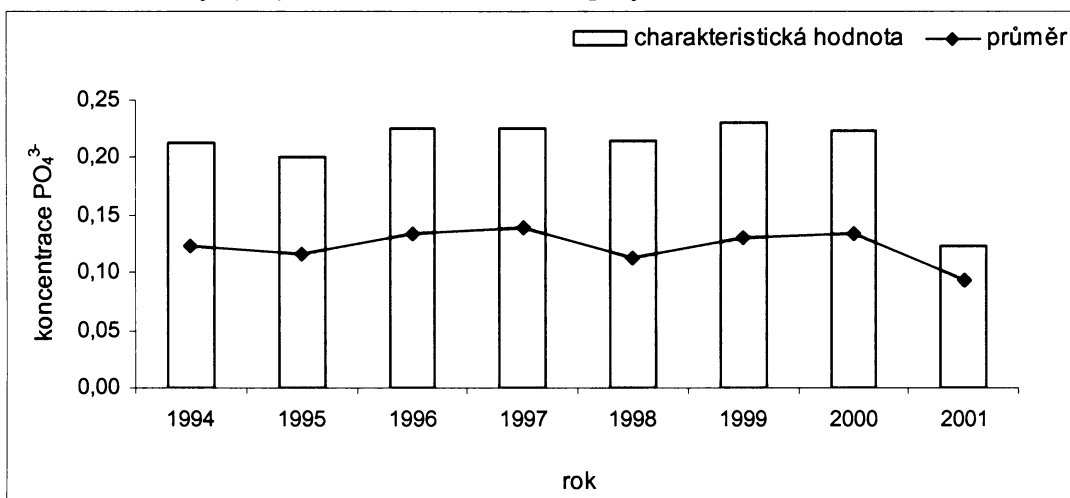
Obr. č. 26: Graf vývoje koncentrací N-NO₂ na profilu Mírovka v letech 1979 - 2001



Zdroj dat: ČHMÚ

Koncentrace fosforečnanů je ve výústním profilu sledována od roku 1994 (obr. č. 27). Řada dat je však příliš krátká na posouzení dlouhodobějšího trendu.

Obr. č. 27: Graf vývoje koncentrací PO₄³⁻ na profilu Mírovka v letech 1994 - 2001

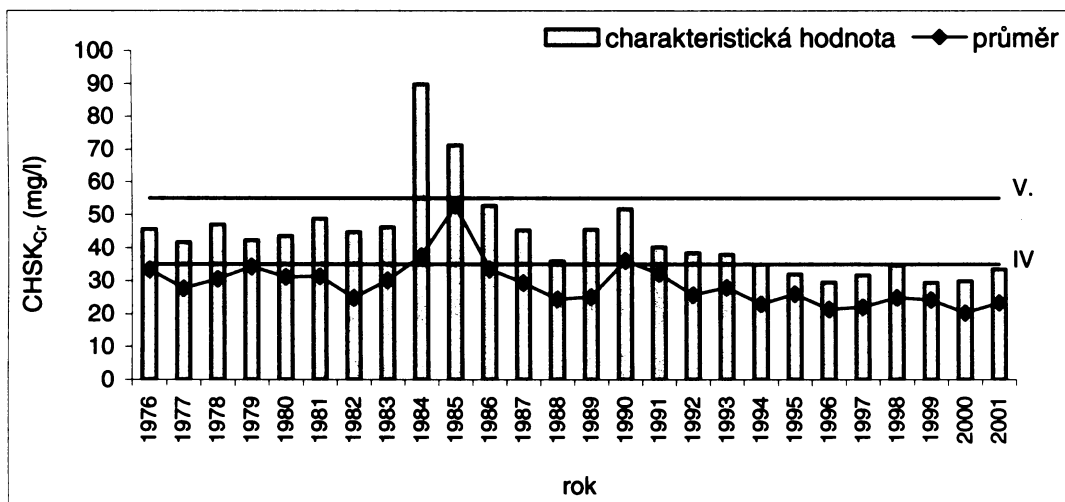


Zdroj dat: ČHMÚ

Od roku 1994 do roku 2000 koncentrace nezaznamenaly výrazný vývoj. Pohybovaly se kolem hodnoty 0,20 mg/l. V roce 2001 poklesla sice jejich průměrná i charakteristická hodnota, tento pokles ovšem není snadné interpretovat. Mohl by se v něm odrážet postupující trend používání bezfosfátových čisticích a pracích prostředků stejně jako výraznější nárůst vodnosti od roku 1999 (viz obr. č. 10. kap. 3.4.).

Průměrné hodnoty $CHSK_{Cr}$ se od počátku sledování do roku 1983 pohybovaly okolo 30 mg/l (obr. č. 28). V roce 1985 zaznamenaly výrazný nárůst způsobený pravděpodobně úniky organických látek do toku, popřípadě havarijními situacemi. Poté se zatížení toku, až na mírný nárůst v roce 1990, stabilizovalo. Nyní nepřekračují hodnoty koncentrací 35 mg/l, což řadí výústní profil do III. třídy kvality vody. Současná stagnace vývoje hodnot by mohla být mimo jiné způsobena i otevřením ČOV v Polné v roce 1996, která do jisté míry stabilizuje hodnoty znečištění na úrovni kolem 20 – 25 mg/l.

Obr. č. 28: Graf vývoje hodnot $CHSK_{Cr}$ na profilu Mírovka v letech 1976 - 2001

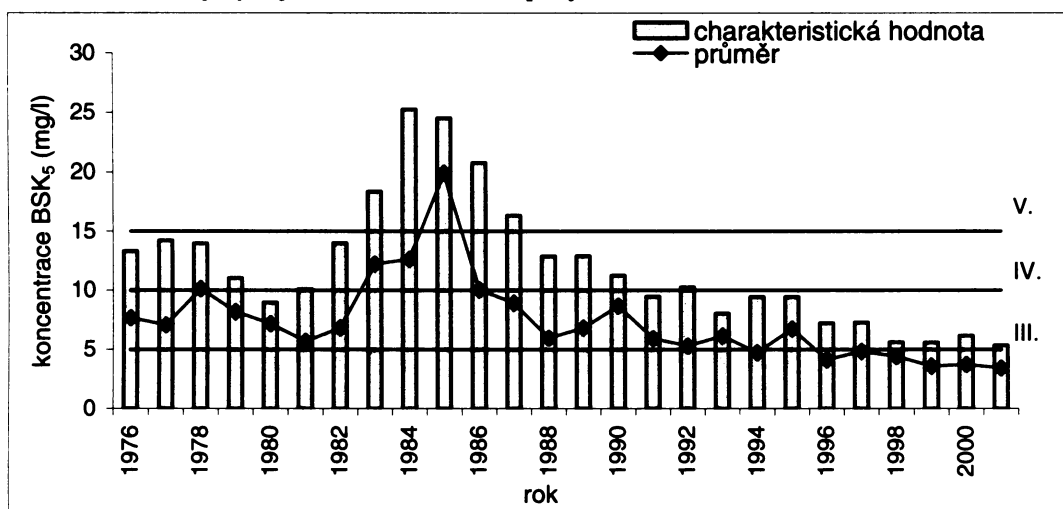


Zdroj dat: ČHMÚ

Hodnoty BSK_5 se od počátku sledování v roce 1976 do roku 1982 pohybovaly mezi 5 až 10 mg/l (obr. č. 29). Poté zaznamenaly výrazný nárůst, který kulminoval v roce 1985 na hodnotě 20 mg/l. Tento nárůst by mohl být stejně jako v případě $CHSK_{Cr}$ způsoben nějakou havarijní situací. Po roce 1985 došlo k výraznému poklesu způsobenému zřejmě rušením potravinářských provozů, především lihovarů a škrobáren, které byly v tomto regionu značně zastoupeny. Od roku 1994 po současnost hodnoty

mírně klesají. V současnosti je výústní profil podle ukazatele BSK₅ řazen do III. jakostní třídy.

Obr. č. 29: Graf vývoje hodnot BSK₅ na profilu Mírovka v letech 1976 - 2001



Zdroj dat: ČHMÚ

8.1.2. Závislostní hodnocení na profilu Mírovka (1976 – 2001)

Dostatečně dlouhá řada dat umožnila provést závislostní hodnocení koncentrací látek na průtoku jako jediném parametru a na průtoku a ročním období. Pro hodnocení byly vybrány parametry N-NO₂, N-NO₃, N-NH₄, PO₄³⁻ a BSK₅.

V případě závislosti koncentrací látek pouze na průtocích byly sestrojeny bodové grafy (obr. č. 30 - 34), kde průtoky jsou vyneseny jako nezávisle proměnné na ose x a koncentrace jako závisle proměnné na ose y . Body je proložena regresní přímka, která odhaluje charakter jejich závislosti. Podle něj lze usuzovat na původ znečišťujících látek (plošné, bodové zdroje), jak bylo popsáno již v kap. 7.2.2. Pro zjištění míry závislosti byl použit Pearsonův korelační koeficient. Hodnoty koeficientu se pohybují v intervalu $\{-1, 1\}$, přičemž při hodnotách větších než $|0,4|$ je prokázána závislost a při hodnotách větších než $|0,8|$ je prokázána závislost těsná. Hodnoty korelačních koeficientů pro jednotlivé ukazatele následují v tab. č. 10.

Tab. č. 10: Míra závislosti koncentrací ukazatelů na průtocích

| ukazatel | Pearsonův korelační koeficient |
|-------------------------------|--------------------------------|
| N-NH ₄ | -0,2456 |
| N-NO ₃ | 0,6803 |
| N-NO ₂ | -0,0485 |
| PO ₄ ³⁻ | -0,6296 |
| BSK ₅ | -0,2108 |

Zdroj dat: ČHMÚ

Závislostní hodnocení na průtoku a ročním období bylo řešeno pomocí intervalové analýzy. Jako nezávisle proměnné byly zvoleny hodnoty překročení průtoků po dobu „m“ dní v roce a pořadí dne v roce „n“. Pro obě bylo zvoleno 12 klasifikačních intervalů: m = n = 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 a 364. Pouze pro ukazatel PO₄³⁻ byly kvůli kratší řadě dat zvoleny větší intervaly: 60, 120, 180, 240, 300 a 364. Závislou proměnnou představují koncentrace ukazatelů. Intervalové průměry koncentrací jsou pro každý ukazatel v tabulce č. 11 - 15. Kromě toho tabulky obsahují řádkové a sloupcové průměry koncentrací. Závislosti na obou parametrech jsou vyneseny v prostorových grafech (obr. č. 35 - 39).

Závislosti N-NH₄

Podle hodnoty korelačního koeficientu pro N-NH₄ nebyla závislost koncentrace N-NH₄ na průtoku potvrzena. Sklon regresní přímky (obr. č. 30) ukazuje na mírný růst koncentrací s klesajícím průtokem. Tento fakt potvrzuje domněnku, že větší část N-NH₄ na profilu pochází z rozptýlených bodových zdrojů znečištění, kde je nejvíce N-NH₄ obsaženo ve fekálních komunálních odpadních vod a provozů živočišné výroby. Z grafu závislosti amoniakálního dusíku na průtocích a roční době (obr. č. 35) vyplývá, že nejvyšších koncentrací je dosahováno při průtocích překročených 120 až 180 dní v roce. Z hlediska ročních období připadají nejvyšší koncentrace na zimní období (prosinec až únor), nejnižší na měsíce duben až červenec. Zvýšené koncentrace zimě podle mého názoru souvisí s menší rychlostí oxidace N-NH₄ na N-NO₃ za nižších teplot.

Závislosti N-NO₃

V případě N-NO₃ byla zjištěna narozdíl od ukazatele N-NH₄ poměrně silná závislost na průtocích. Hodnota korelačního koeficientu činí 0,6803. Z jeho kladného znaménka a ze sklonu regresní přímky (obr. č. 31) vyplývá, že se jedná o závislost

přímou. Ve znečištění dusičnanovým dusíkem tedy hrají největší roli splachy z polí, které jsou nejintenzivnější při vysokých srážkových úhrnech, tzn. při vyšších průtocích. Při nízkých je vymývání nejnižší. Trend růstu koncentrací s rostoucími průtoky je patrný i z řádkových průměrů v tab. č. 12. Obr. č. 36 ukazuje i na silnou závislost na ročním období. Nejvyšší koncentrace N-NO₃ se v toku nachází v zimě a na počátku jara (leden až duben), kdy jsou zemědělské plochy bez vegetačního krytu a dusičnany se snadněji uvolňují z půdy. Stejně tak chybí v zimě i protierozní působení vegetace. Nejvyšších koncentrací je tedy dosahováno v zimním období za nejvyšších vodních stavů.

Závislosti N-NO₂

U ukazatele N-NO₂ nevyplývá závislost koncentrací na průtocích ani z hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu, ani z lineární regrese (obr. č. 32). Graf závislosti koncentrací na průtocích a ročním období (obr. č. 37) ukazuje na mírný růst koncentrací v období s nejnižšími průtoky a na jaře. Z této závislosti lze na zdroje znečišťujících látek usuzovat pouze obtížně. Zřejmě budou jak bodového, tak plošného charakteru.

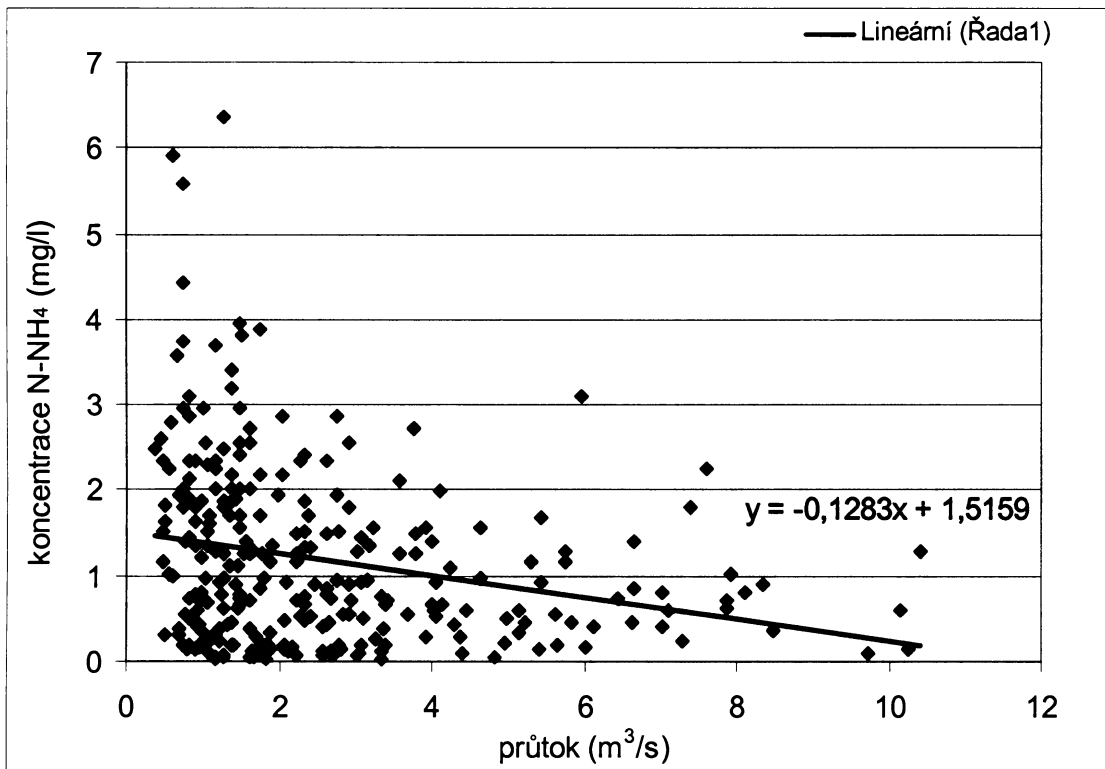
Závislosti PO₄³⁻

Koncentrace PO₄³⁻ pocházejí především z rozptýlených bodových zdrojů znečištění, tj. komunálních odpadních vod malých sídel. Svědčí o tom výsledek obou závislostních metod (obr. č. 33 a 38) i korelační koeficient. Produkce odpadních vod je během roku poměrně stálá, proto koncentrace fosforečnanů výrazněji kolísá pouze v závislosti na množství protékající vody.

Závislosti BSK₅

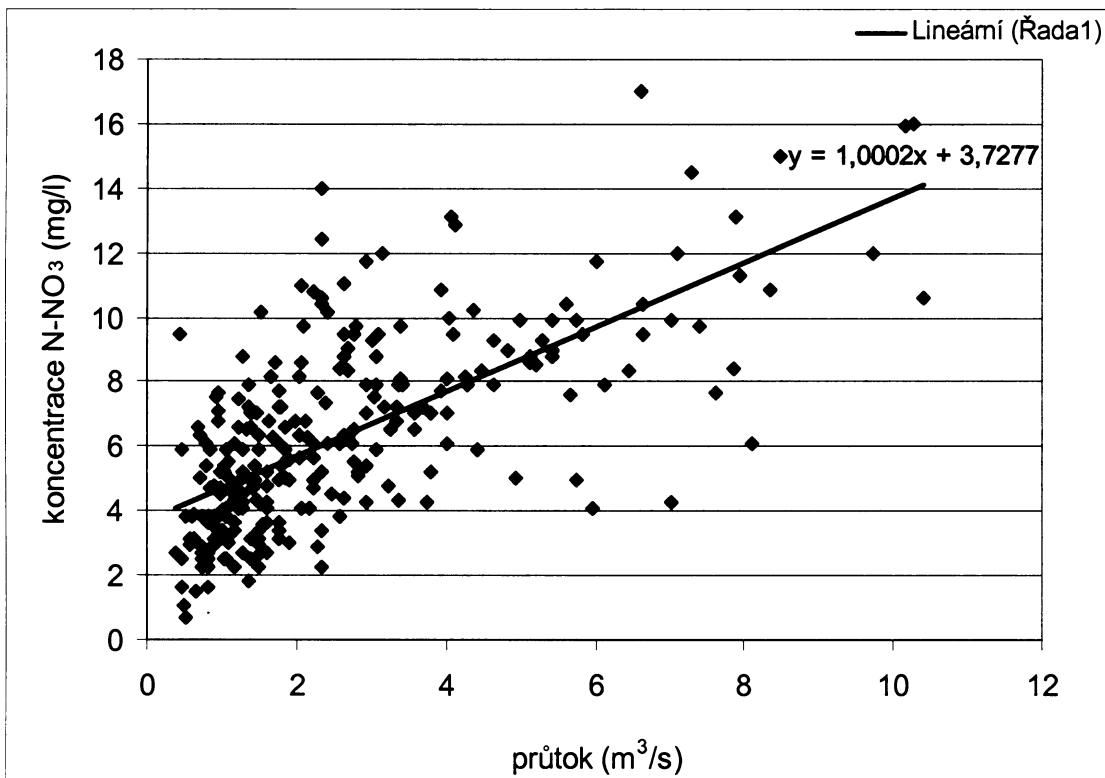
U ukazatele BSK₅, vyjadřujícího množství biologicky odbouratelných látek, nebyla závislost oproti očekávání nalezena (obr. č. 34). Zdroje organických látek budou zřejmě stejně jako u N-NO₂ bodové i plošné. Z grafu závislosti na průtocích a ročním období (obr. č. 39) vyplývá, že nejvyšší koncentrace byly naměřeny v zimním období. Ty jsou zřejmě ovlivněny i splachy z polí. Rovněž odbourávání organických látek je v zimním období méně intenzivní. Graf závislosti na průtocích (obr. č. 37) spíše ukazuje na mírnou převahu bodových zdrojů znečištění.

Obr. č. 30: Graf závislosti koncentrací N-NH₄ na průtocích



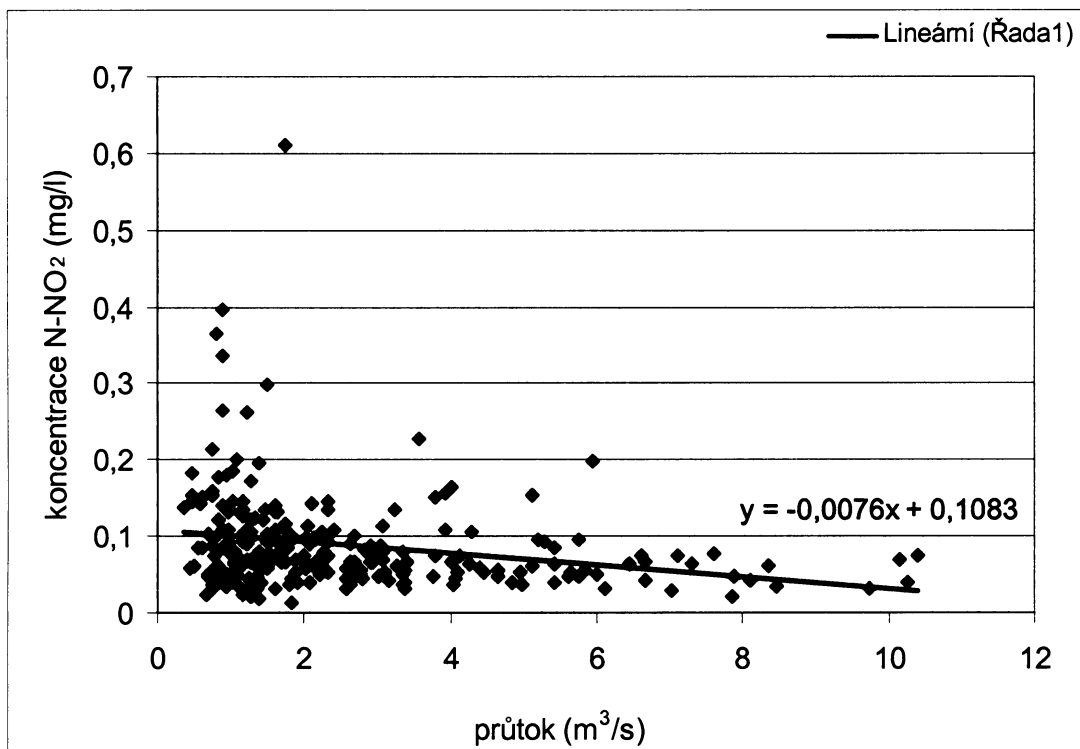
Zdroj dat: ČHMÚ

Obr. č. 31: Graf závislosti koncentrací N-NO₃ na průtocích



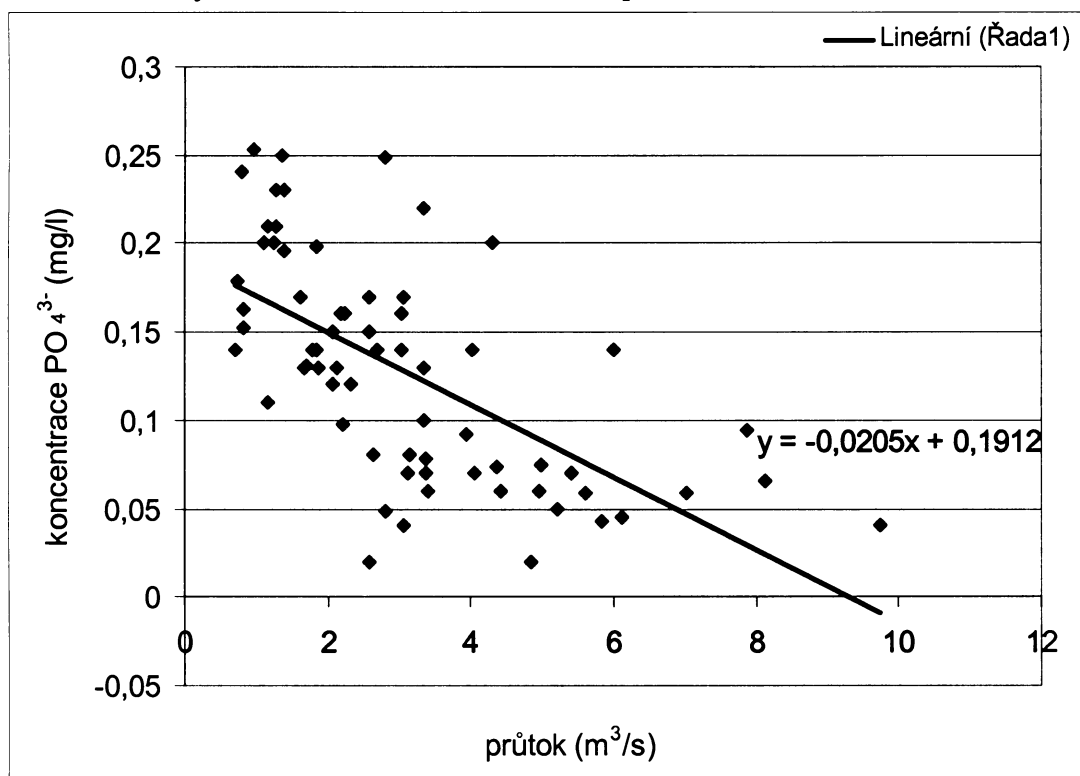
Zdroj dat: ČHMÚ

Obr. č. 32: Graf závislosti koncentrací N-NO₂ na průtocích



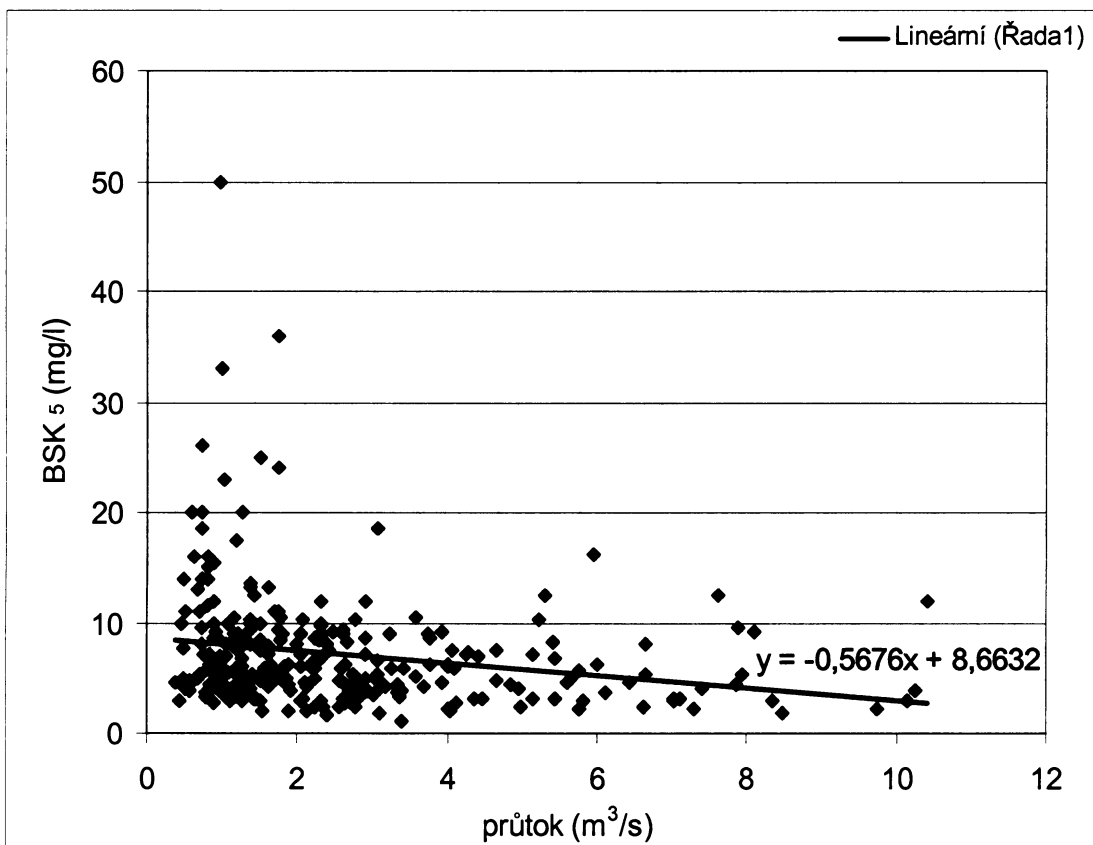
Zdroj dat: ČHMÚ

Obr. č. 33: Graf závislosti koncentrací PO₄³⁻ na průtocích



Zdroj dat: ČHMÚ

Obr. č. 34: Graf závislosti koncentrací BSK₅ na průtocích



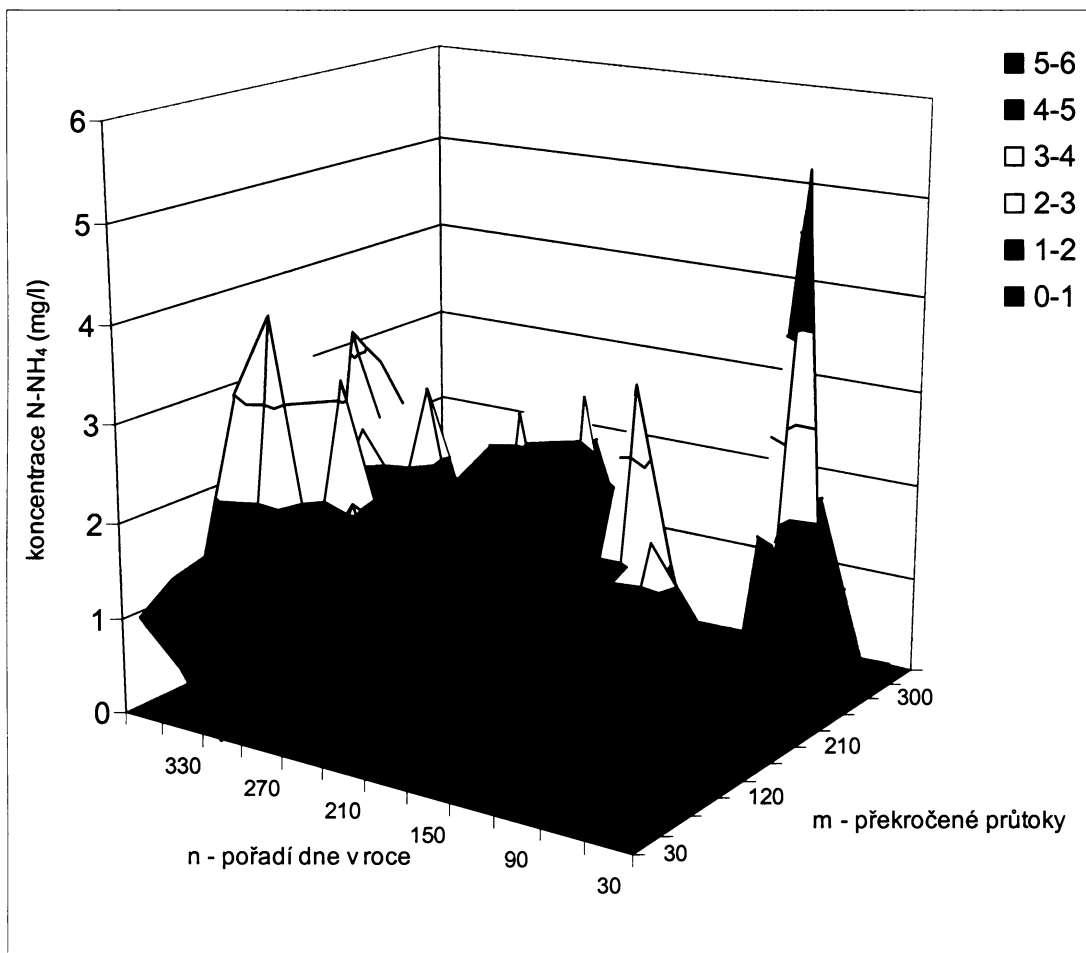
Zdroj dat: ČHMÚ

Tab. č. 11: Intervalová tabulka koncentrací N-NH₄

| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 | 330 | 364 | průměr |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 30 | 1,341 | 0,793 | 0,868 | 0,569 | 0,517 | 1,106 | 0,922 | 0,815 | 0,440 | 0 | 0,636 | 1,074 | 0,757 |
| 60 | 1,078 | 0,674 | 1,206 | 0,493 | 0,607 | 0,200 | 0,110 | 0,560 | 1,941 | 0,859 | 0,817 | 1,334 | 0,823 |
| 90 | 1,552 | 1,418 | 1,670 | 1,941 | 0,604 | 0,170 | 0,507 | 0,622 | 0,738 | 0,597 | 0 | 1,421 | 0,937 |
| 120 | 1,708 | 2,368 | 0 | 0 | 0,426 | 1,165 | 0,706 | 1,233 | 2,119 | 1,302 | 3,902 | 2,951 | 1,49 |
| 150 | 1,100 | 1,654 | 3,700 | 0,233 | 0,500 | 1,398 | 0,409 | 0,174 | 1,747 | 3,184 | 2,586 | 2,116 | 1,567 |
| 180 | 0 | 0 | 1,995 | 0,450 | 0,327 | 0,485 | 0,740 | 1,273 | 0,470 | 0,600 | 1,680 | 2,951 | 0,914 |
| 210 | 2,135 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,439 | 0,507 | 0,923 | 0,754 | 1,730 | 2,355 | 0 | 0,737 |
| 240 | 5,591 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,388 | 0 | 0,200 | 0,300 | 2,757 | 2,019 | 3,225 | 1,207 |
| 270 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,000 | 0 | 1,100 | 0,311 | 1,631 | 2,077 | 2,795 | 0,743 |
| 300 | 0 | 2,600 | 0 | 0 | 0 | 1,514 | 1,825 | 0 | 2,334 | 1,165 | 0 | 0 | 0,787 |
| 330 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,485 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,207 |
| 364 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| průměr | 1,209 | 0,792 | 0,787 | 0,307 | 0,248 | 0,655 | 0,477 | 0,782 | 0,930 | 1,152 | 1,339 | 1,489 | |

Zdroj dat: ČHMÚ

Obr. č. 35: Graf závislosti koncentrací N-NH₄ na průtocích a roční době



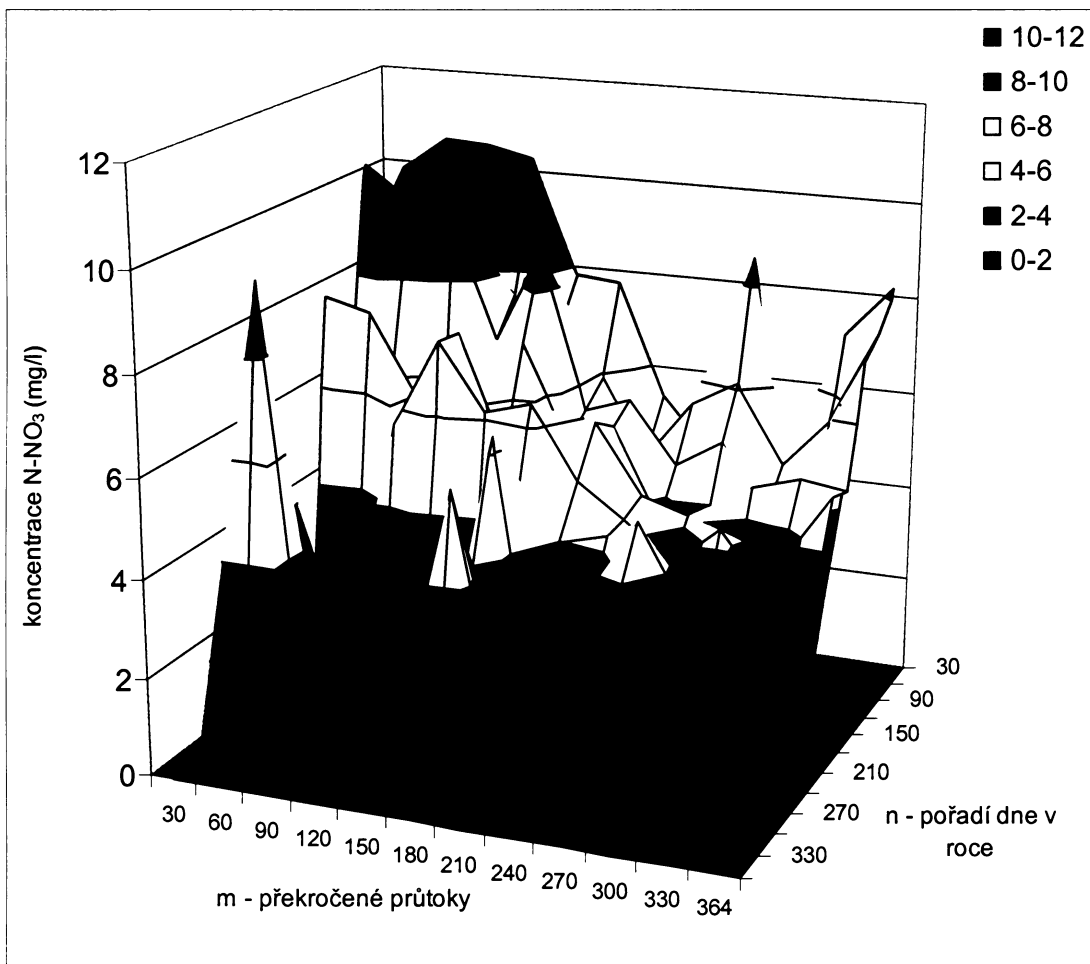
Zdroj dat: ČHMÚ

Tab. č. 12: Intervalová tabulka koncentrací N-NO₃

| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 | 330 | 364 | průměr |
|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 30 | 9,84 | 10,52 | 10,47 | 10,23 | 7,83 | 7,73 | 5,36 | 4,29 | 8,54 | 0 | 7,1 | 8,18 | 7,51 |
| 60 | 9,19 | 9,18 | 8,36 | 7,54 | 6,83 | 5,9 | 4,3 | 5,56 | 6,1 | 4,48 | 5,52 | 7,48 | 6,70 |
| 90 | 10,26 | 9,63 | 9,26 | 6,78 | 8,79 | 5,5 | 5,8 | 4,51 | 5,12 | 3,62 | 0 | 7,15 | 6,37 |
| 120 | 4,97 | 5,65 | 0 | 0 | 7,06 | 5,03 | 5,5 | 3,67 | 3,56 | 4,6 | 4,89 | 4,74 | 4,14 |
| 150 | 7,9 | 7,67 | 6,1 | 7,45 | 5,09 | 4,88 | 5,9 | 4,49 | 4,16 | 2,48 | 3,51 | 4,91 | 5,38 |
| 180 | 0 | 0 | 5,69 | 7,5 | 6,15 | 6,44 | 4,93 | 4,29 | 3,5 | 4,31 | 3,17 | 3,39 | 4,11 |
| 210 | 4,86 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,11 | 3,98 | 4,25 | 3,33 | 3,04 | 3,24 | 0 | 2,23 |
| 240 | 2,71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,33 | 0 | 2,9 | 5 | 3,28 | 2,26 | 3,22 | 2,14 |
| 270 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,9 | 0 | 3,16 | 3,84 | 0,68 | 3,05 | 3,84 | 1,54 |
| 300 | 0 | 9,5 | 0 | 0 | 0 | 5,87 | 1,08 | 0 | 2,48 | 1,63 | 0 | 0 | 1,71 |
| 330 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,23 |
| 364 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| průměr | 4,14 | 4,35 | 3,32 | 3,29 | 3,48 | 4,64 | 3,07 | 3,32 | 3,80 | 2,34 | 2,73 | 3,58 | |

Zdroj dat: ČHMÚ

Obr. č. 36: Graf závislosti koncentrací N-NO₃ na průtocích a roční době

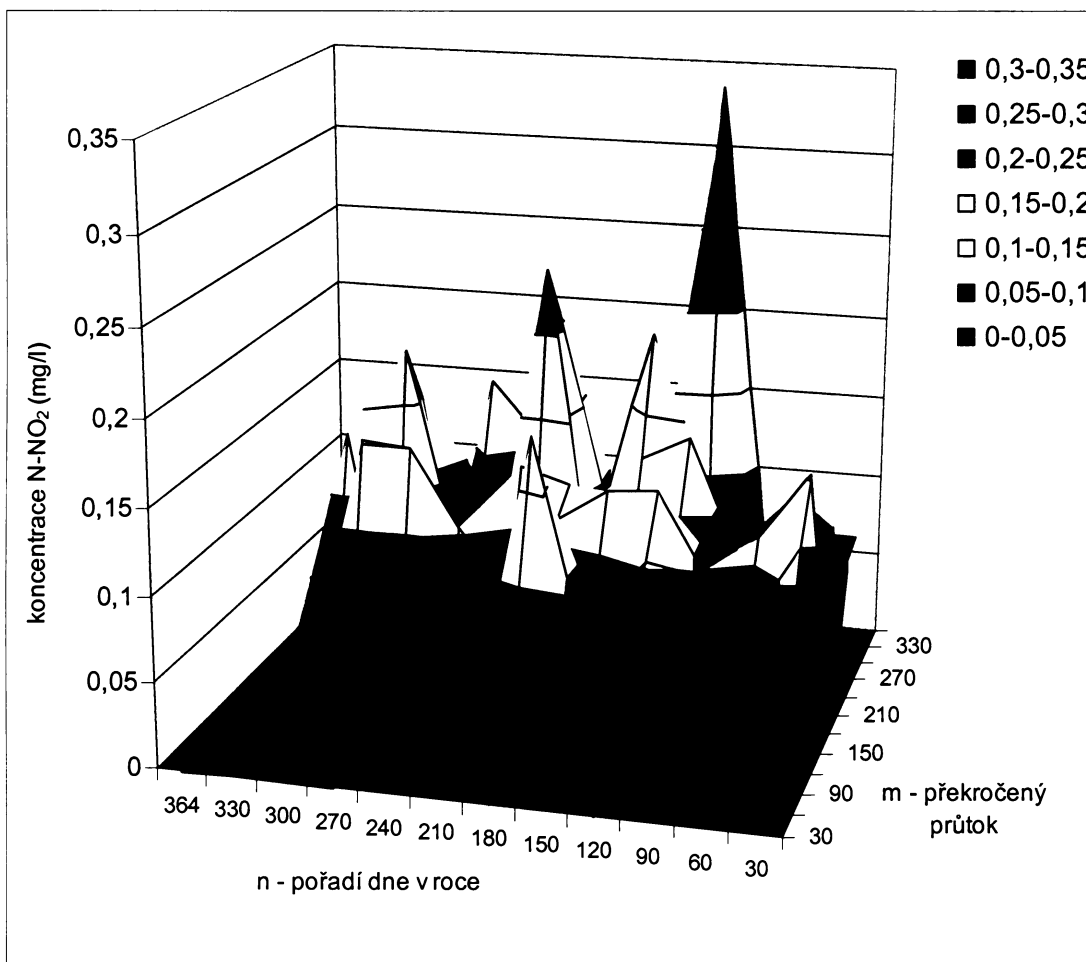


Tab. č. 13: Intervalová tabulka koncentrací N-NO₂

| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 | 330 | 364 | průměr |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 30 | 0,056 | 0,054 | 0,091 | 0,056 | 0,119 | 0,153 | 0,101 | 0 | 0,094 | 0 | 0,054 | 0,059 | 0,070 |
| 60 | 0,051 | 0,053 | 0,057 | 0,064 | 0,073 | 0,113 | 0,078 | 0,069 | 0 | 0,102 | 0,092 | 0,059 | 0,068 |
| 90 | 0,07 | 0,075 | 0,085 | 0,073 | 0,098 | 0,089 | 0,087 | 0,075 | 0,076 | 0,053 | 0 | 0,063 | 0,070 |
| 120 | 0 | 0,081 | 0 | 0 | 0,103 | 0,136 | 0,065 | 0,093 | 0,141 | 0,086 | 0,082 | 0,335 | 0,094 |
| 150 | 0,031 | 0,054 | 0,093 | 0,07 | 0,069 | 0,133 | 0,08 | 0,071 | 0,127 | 0,195 | 0,101 | 0,09 | 0,093 |
| 180 | 0 | 0 | 0,077 | 0,18 | 0,05 | 0,114 | 0,126 | 0,101 | 0,043 | 0,091 | 0,085 | 0,076 | 0,079 |
| 210 | 0,066 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,057 | 0,135 | 0,049 | 0,238 | 0,206 | 0,106 | 0 | 0,071 |
| 240 | 0,088 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,104 | 0 | 0,036 | 0,047 | 0,094 | 0 | 0,11 | 0,040 |
| 270 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,15 | 0 | 0 | 0,061 | 0 | 0,085 | 0,143 | 0,037 |
| 300 | 0 | 0,058 | 0 | 0 | 0 | 0,152 | 0 | 0 | 0,183 | 0,146 | 0 | 0 | 0,045 |
| 330 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,137 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,011 |
| 364 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| průměr | 0,030 | 0,031 | 0,034 | 0,037 | 0,043 | 0,100 | 0,056 | 0,053 | 0,084 | 0,081 | 0,050 | 0,078 | |

Zdroj dat: ČHMÚ

Obr. č. 37: Graf závislosti koncentrací N-NO₂ na průtocích a roční době

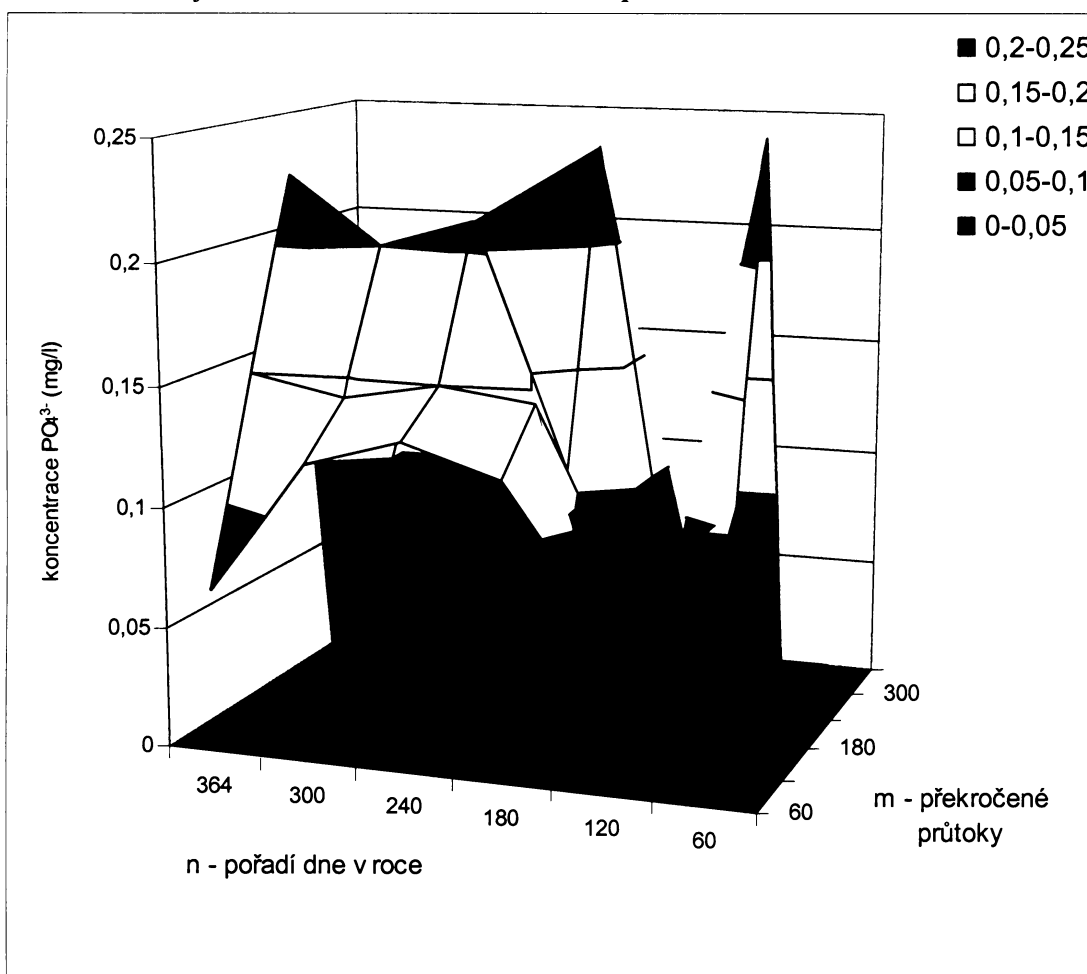


Tab. č. 14: Intervalová tabulka koncentrací PO_4^{3-}

| | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 364 | Průměr |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 60 | 0,07 | 0,068 | 0,122 | 0,135 | 0,123 | 0,068 | 0,098 |
| 120 | 0,109 | 0 | 0,145 | 0,15 | 0,143 | 0,15 | 0,116 |
| 180 | 0,25 | 0 | 0,11 | 0,212 | 0,2 | 0,228 | 0,167 |
| 240 | 0 | 0 | 0,24 | 0,171 | 0,146 | 0 | 0,093 |
| 300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 364 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| průměr | 0,072 | 0,011 | 0,103 | 0,111 | 0,102 | 0,074 | |

Zdroj dat: ČHMÚ

Obr. č. 38: Graf závislosti koncentrací PO_4^{3-} na průtocích a roční době

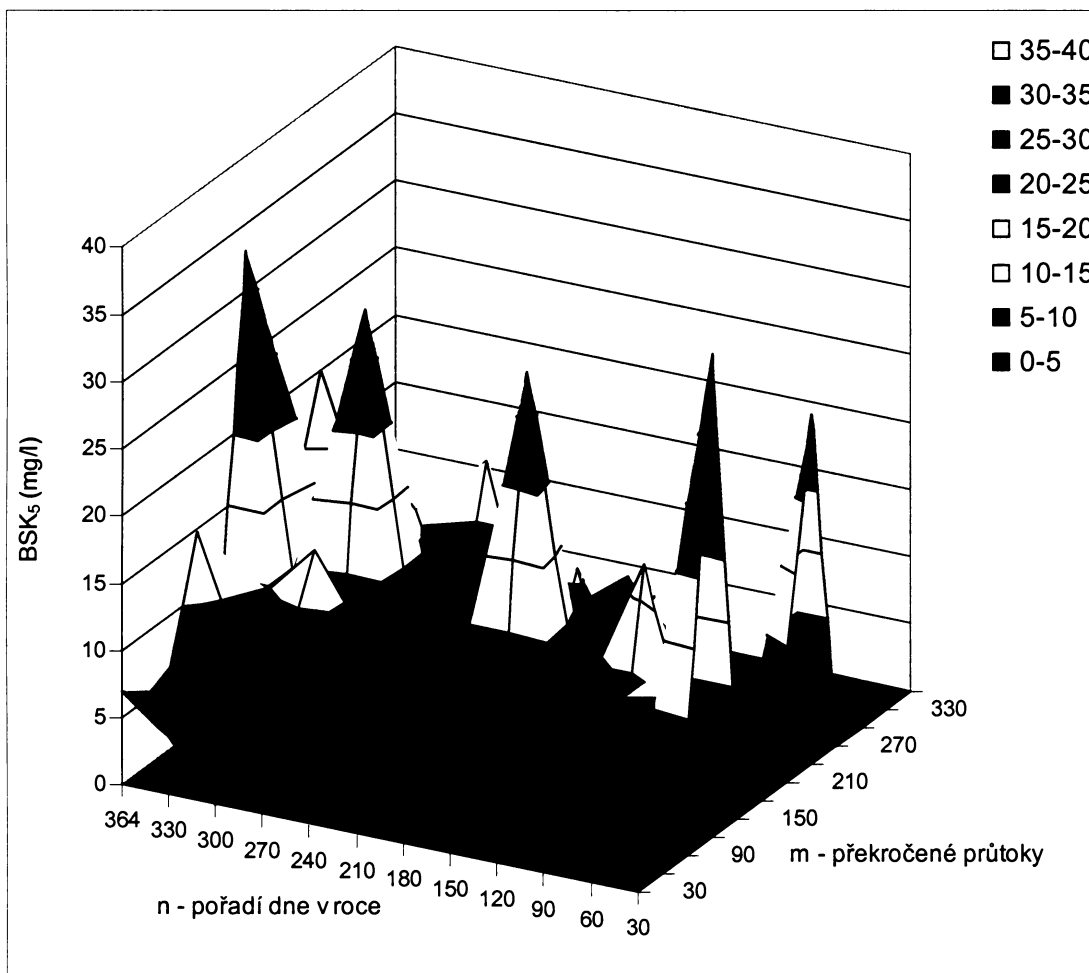


Tab. č. 15: Intervalové tabulky koncentrací BSK₅

| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 | 330 | 364 | průměr |
|--------|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|------|------|------|------|--------|
| 30 | 8,2 | 5,1 | 4,7 | 4,8 | 5,9 | 8,7 | 6,3 | 3 | 10,2 | 0 | 4,4 | 7 | 5,7 |
| 60 | 4,3 | 8,6 | 5 | 4,6 | 6,7 | 5,3 | 4,4 | 5,8 | 5,3 | 6,3 | 6,5 | 5,2 | 5,7 |
| 90 | 7,8 | 4,4 | 8,6 | 8,1 | 6,9 | 5,3 | 6,4 | 4 | 5,7 | 5,1 | 0 | 6 | 5,7 |
| 120 | 36 | 11,9 | 0 | 0 | 7,8 | 6 | 6,4 | 6,5 | 7,5 | 8 | 6,3 | 14,7 | 9,3 |
| 150 | 4,1 | 5,2 | 17,5 | 9 | 8,2 | 5 | 5,3 | 4,8 | 8 | 13,5 | 9,8 | 8,1 | 8,2 |
| 180 | 0 | 0 | 6,3 | 9,1 | 6,1 | 28,3 | 6,16 | 4,4 | 4,7 | 3,7 | 9,6 | 33 | 9,3 |
| 210 | 9,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,9 | 5,8 | 8,4 | 6,4 | 28,7 | 14,2 | 0 | 6,4 |
| 240 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 7,2 | 5,4 | 14,8 | 8 | 12,6 | 7,1 |
| 270 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,8 | 0 | 3,8 | 4 | 11 | 10,4 | 20 | 4,5 |
| 300 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 7,7 | 5 | 0 | 14 | 10 | 0 | 0 | 3,3 |
| 330 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 |
| 364 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| průměr | 8,0 | 3,2 | 3,5 | 3,0 | 3,5 | 7,2 | 3,8 | 4,4 | 5,9 | 8,4 | 5,8 | 8,9 | |

Zdroj dat: ČHMÚ

Obr. č. 39: Graf závislosti koncentrací BSK₅ na průtocích a roční době



8.2. Jakost vody na Šlapance v roce 1961

Jakostí vody na Šlapance se v rámci hodnocení čistoty vody v povodí Sázavy zabýval Vondrejs (1961). Publikoval mapu tříd jakosti vod, ve které použil zařazení podle Kolwitzova - Marsonova saprobního systému, který je založen na hodnocení organického znečištění. Třídy čistoty odpovídají následujícím saprobním stupňům: V. třída – polysaprobita, IV. třída – α -mezosaprobita, III. třída – β -mezosaprobita, II. třída – oligosaprobita.

Tok Šlapanky byl monitorován od ústí po Polnou a její dva přítoky Ochozský potok po Zábornou a Zlatý potok od ústí po Střítež. Jakost vody se zlepšovala od ústí směrem k hornímu toku. Úsek od ústí po Šlapanov byl označen za polysaprobni, ve kterém se „řeka stává stokou odpadních vod“ (Vondrejs 1961, str. 132). Na úseku Šlapanov – Dolní Věžnice se jakost zlepšila na poly- α -mezosaprobni. Pod Polnou, která zde byla označena jako hlavní uzel znečištění až po rybník Kukle vládla v toku opět polysaprobita. Úseky Jamenského potoka (nyní Šlapanky) a Dobroutovského potoka (nyní Zhořského p.) byly přiřazeny k β -mezosaprobnímu stupni. Nejpriznivější byla jakost vody na Zlatém potoce (β -mezosaprobita).

8.3. Analýza dat z vlastních rozborů (2001 -2003)

8.3.1. Hodnocení podle ČSN 75 7221

Tato kapitola bude věnována vyhodnocení výsledků chemických analýz vzorků vody z 11 profilů v povodí, které byly odebrány v roce 2001/2002. Lokalizace a charakteristika profilů byla podána již v kapitole 7.1. Chemické analýzy byly provedeny podle normovaných metod, popsanych také v předchozí kapitole. Kompletní výsledky chemických analýz jsou připojeny za textem v příloze 6. Jako výsledná hodnota, která reprezentuje jakost vody podle daného parametru ve sledovaném období, byl použit stejně jako v případě analýzy dat z profilu Mírovka aritmetický průměr a charakteristická hodnota (C90). Výpočet charakteristické hodnoty byl proveden rovněž podle ČSN 75 7221. Ze souboru 12 případně 11 hodnot se získá aritmetický průměr tří nejméně příznivých hodnot. Podle ní bylo provedeno zařazení toku do jakostních tříd. Výsledné hodnoty a zařazení jsou pro jednotlivé profily shrnuty v tabulce č. 16.

Tab. č. 16: Hodnocení profilů dle ČSN 75 7221

| Název profilu | Věžnice | | Věžnička | | Dobroutov | | Polná - Sapeli | | Polná - žid. hřbitov | | Věžnice u Šlapanova | |
|--------------------------------------|---------|------------|----------|------------|-----------|-----------|----------------|-----------|----------------------|-----------|---------------------|------------|
| | průměr | C90 | průměr | třída | průměr | C90 | průměr | třída | průměr | C90 | průměr | třída |
| průtok (l/s) | 16,03 | | 169,45 | | 66,55 | | 92,53 | | 398,15 | | 749,66 | |
| teplota vody (°C) | 9,61 | 17,00 I. | 9,40 | 19,50 I. | 9,85 | 21,30 I. | 9,48 | 20,00 I. | 10,35 | 22,00 I. | 10,40 | 20,00 I. |
| vodivost (mS/m) | 32,3 | 42,6 II. | 33,5 | 42,7 II. | 37,6 | 38,5 I. | 30,1 | 39,1 I. | 35,4 | 47,8 II. | 33,1 | 41,8 II. |
| pH | 7,24 | 7,65 | 7,68 | 8,32 | 7,94 | 8,80 | 7,79 | 8,60 | 8,00 | 8,67 | 7,62 | 8,18 |
| KNK _{4,5} (mmol/l) | 0,93 | 1,49 | 0,95 | 1,38 | 1,34 | 1,90 | 1,11 | 1,63 | 1,27 | 1,98 | 1,13 | 1,71 |
| ZNK _{8,3} (mmol/l) | 0,24 | 0,42 | 0,19 | 0,29 | 0,20 | 0,34 | 0,21 | 0,38 | 0,23 | 0,45 | 0,19 | 0,28 |
| tvrdost (mmol/l) | 1,30 | 1,55 | 1,47 | 1,69 | 1,38 | 1,52 | 1,34 | 1,54 | 1,42 | 1,63 | 1,36 | 1,49 |
| CHSK _{Mn} (mg/l) | 8,23 | 12,67 III. | 8,26 | 12,48 III. | 12,22 | 20,32 IV. | 12,37 | 22,37 IV. | 11,85 | 18,88 IV. | 9,97 | 14,51 III. |
| rozp. kyslík (mg/l) | 8,77 | 5,17 III. | 10,20 | 8,63 I. | 9,93 | 7,02 I. | 9,68 | 6,94 II. | 9,28 | 5,40 III. | 10,05 | 7,49 I. |
| BSK ₅ (mg/l) | 9,77 | 29,57 V. | 3,82 | 6,86 III. | 12,25 | 35,08 V. | 4,94 | 10,98 IV. | 11,83 | 30,70 V. | 7,02 | 16,31 V. |
| N-NH ₄ (mg/l) | 0,97 | 1,57 IV. | 0,64 | 0,98 III. | 1,04 | 1,44 III. | 0,84 | 1,36 III. | 0,77 | 1,23 III. | 0,83 | 1,30 III. |
| N-NO ₃ (mg/l) | 10,55 | 18,13 V. | 9,27 | 18,12 V. | 7,62 | 14,09 V. | 7,59 | 12,81 V. | 7,22 | 13,87 V. | 7,46 | 13,61 V. |
| N-NO ₂ (mg/l) | 0,13 | 0,37 V. | 0,03 | 0,04 IV. | 0,06 | 0,12 V. | 0,06 | 0,11 V. | 0,06 | 0,13 V. | 0,05 | 0,07 V. |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | 0,20 | 0,48 | 0,08 | 0,14 | 0,41 | 0,55 | 0,15 | 0,29 | 0,26 | 0,66 | 0,31 | 0,68 |

Tab. č. 16: pokračování

| Název profilu | Dobronín - Zlatý p. | | Dobronín - Mlýnský p | | Dobronín pod obcí | | Šlapanov | | Mírovka | |
|--------------------------------------|---------------------|-----------|----------------------|-----------|-------------------|-----------|----------|------------|---------|------------|
| | průměr | C90 | průměr | C90 | průměr | C90 | průměr | C90 | průměr | C90 |
| průtok (l/s) | 373,8 | | 175,5 | | 532,2 | | 1074 | | 1998 | |
| teplota vody (°C) | 9,70 | 20,90 I. | 9,48 | 20,30 I. | 10,25 | 21,80 I. | 9,50 | 20,00 I. | 9,15 | 19,00 I. |
| vodivost (mS/m) | 37,6 | 49,6 II. | 29,3 | 36,0 I. | 38,1 | 51,1 II. | 34,2 | 45,3 II. | 33,1 | 43,2 II. |
| pH | 7,90 | 8,43 | 7,90 | 8,92 | 7,91 | 8,79 | 7,84 | 8,64 | 7,89 | 8,60 |
| KNK _{4,5} (mmol/l) | 1,22 | 1,66 | 0,87 | 1,28 | 1,12 | 1,55 | 1,11 | 1,55 | 1,15 | 1,62 |
| ZNK _{8,3} (mmol/l) | 0,22 | 0,35 | 0,17 | 0,28 | 0,21 | 0,33 | 0,25 | 0,51 | 0,20 | 0,37 |
| tvrdost (mmol/l) | 1,59 | 1,76 | 1,39 | 1,72 | 1,48 | 0,71 | 1,43 | 1,86 | 1,29 | 1,51 |
| CHSK _{Mn} (mg/l) | 11,58 | 17,33 IV. | 9,89 | 15,63 IV. | 10,72 | 16,37 IV. | 9,77 | 14,00 III. | 9,52 | 13,79 III. |
| rozp. kyslík (mg/l) | 9,96 | 7,49 I. | 10,28 | 7,43 I. | 9,50 | 6,93 II. | 10,08 | 7,20 I. | 10,15 | 7,71 I. |
| BSK ₅ (mg/l) | 14,20 | 44,77 V. | 5,70 | 13,09 IV. | 5,51 | 11,57 IV. | 4,22 | 10,81 IV. | 4,04 | 7,05 III. |
| N-NH ₄ (mg/l) | 0,94 | 1,18 III. | 0,70 | 1,09 III. | 0,92 | 1,29 III. | 0,77 | 1,10 III. | 0,77 | 1,16 III. |
| N-NO ₃ (mg/l) | 5,50 | 11,56 V. | 5,81 | 10,84 IV. | 5,31 | 14,09 V. | 6,86 | 12,92 V. | 6,60 | 12,17 V. |
| N-NO ₂ (mg/l) | 0,05 | 0,08 V. | 0,04 | 0,07 V. | 0,05 | 0,08 V. | 0,05 | 0,07 V. | 0,04 | 0,18 V. |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | 0,13 | 0,24 | 0,10 | 0,17 | 0,16 | 0,30 | 0,19 | 0,38 | 0,20 | 0,42 |

Výsledné hodnoty jednotlivých ukazatelů vypovídají o nízké jakosti vody na všech sledovaných profilech. Nejkritičtějšími parametry (viz tab. č. 16) jsou dusičnanový a dusitanový dusík. Podle nich bylo V. jakostní třídy dosaženo na 10 z 11 profilů. Nižší koncentrace vykazuje amoniakální dusík, podle kterého jsou téměř všechny profily zařazeny do III. jakostní třídy.

Rovněž zatížení organickými látkami je značné. Podle BSK₅ bylo 5 profilů přiřčeno k V. jakostní třídě, 4 profily IV. jakostní třídě a zbývající dva III. jakostní třídě. Rozpuštěný kyslík, jehož obsah kromě jiného ukazuje na míru odbourávání organických látek, je na většině profilů dostatečně koncentrován. Profily jsou zařazeny do I. nebo II. jakostní třídy. Pouze pod velkými zdroji organického znečištění je zaznamenán pokles ještě o jednu jakostní třídu. Při posuzování obsahu organických látek chemickou spotřebou kyslíku (CHSK_{Mn}) je dosahováno příznivějších hodnot než při BSK₅. Profilům je přiřazena III. nebo IV. jakostní třída. Pro fosforečnany ČSN 75 7221 neudává mezní hodnoty pro zařazení. Průměrné hodnoty jejich koncentrací se pohybují od 0,1 do 0,4 mg/l.

Z hlediska obsahu rozpuštěných látek vyjádřených konduktivitou spadají profily do kategorie neznečištěná nebo mírně znečištěná voda (I. a II. jakostní třída). Průměrné hodnoty pH na všech profilech se pohybují mezi 7 až 8 jednotkami, což ukazuje na slabě zásaditou reakci vody.

Nejhorší hodnoty znečištění vykazuje dle všech ukazatelů profil Polná – židovský hřbitov, nacházející se pod městem Polná. Naproti tomu nejvyšší jakost vody byla zjištěna na profilu Věžnička.

8.3.2. Závislostní hodnocení vybraných ukazatelů

U vybraných ukazatelů (BSK₅, N-NH₄, N-NO₃, N-NO₂ a PO₄³⁻) bylo provedeno závislostní hodnocení na průtocích. Je nutné uvést, že pro závislostní hodnocení je období jednoho roku krátké, nicméně u řady parametrů byla závislost na průtoku zjištěna. Hodnoty korelačních koeficientů jsou pro přehlednost pro každý profil vyneseny v tabulce č. 17.

Tab. č. 17: Míra závislosti vybraných ukazatelů na průtocích (korelační koeficienty)

| profil | BSK ₅ | N-NH ₄ | N-NO ₃ | N-NO ₂ | PO ₄ ³⁻ |
|--------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| Dobronín - Zlatý p. | -0,4104 | -0,2167 | 0,5627 | -0,1568 | 0,1764 |
| Dobronín - Mlýnský p. | -0,5688 | 0,0470 | 0,6387 | -0,4284 | 0,0563 |
| Dobronín - pod obcí. | -0,4096 | -0,0958 | 0,5997 | -0,3135 | -0,1217 |
| Dobrouť | -0,4342 | -0,1521 | 0,7767 | -0,0707 | -0,7763 |
| Věžnička | -0,2818 | -0,4051 | 0,3010 | -0,1376 | 0,0342 |
| Polná - Sapeli | -0,5062 | 0,0533 | 0,6032 | -0,7342 | -0,1119 |
| Polná - židovský hřbitov | -0,4471 | -0,3308 | 0,5300 | -0,5221 | -0,4115 |
| Šlapanov | -0,5151 | -0,5891 | 0,3157 | -0,6556 | -0,4283 |
| Mírovka | -0,3483 | -0,1244 | 0,4040 | -0,1620 | -0,2201 |
| Věžnice | -0,5960 | -0,4840 | 0,2127 | -0,6437 | -0,3034 |
| Věžnice u Šlapanova | -0,6864 | -0,3869 | 0,5281 | -0,7534 | -0,3874 |

8.3.3. Jakost vody na jednotlivých profilech

Jakost vody na jednotlivých profilech je charakterizována na základě výsledků uvedených v tabulce v příloze 6 a korelačních koeficientů v tabulce č. 17.

Profil č. 1: Věžnice

Profil Věžnice, ačkoli reprezentuje pramenný úsek toku, patří k nejznečištěnějším v celém povodí. Podle tří ukazatelů - N-NO₃, N-NO₂ a BSK₅ - je zařazen do V. jakostní třídy.

Vysoké koncentrace všech forem dusíku ukazují na silné zatížení pramenné části povodí zemědělstvím. Do toku se dostávají jednak smyvem rozpuštěných látek i půdních částic z povrchu obdělávané půdy, jednak drenážními svody, které odvodňují podpovrchovou vrstvu půdy a voda v nich je silně kontaminována dusičnany i dusitany. Meliorace v této oblasti dosahují vysoké hustoty a odvodňují značné plochy intenzivně

zemědělsky využívané půdy. Koncentrace N-NO₃ vysoko překračují mezní hodnoty pro V. jakostní třídu a jsou nejvyšší v celém povodí. Nejvyšší připadají na zimní měsíce, kdy zemědělská půda není chráněná vegetačním krytem a vyplavování látek je mnohonásobně vyšší.

Stejně i charakteristické hodnoty koncentrací N-NH₄ jsou nejvyšší v celém povodí. Jejich průměrné hodnoty však tak kritické nejsou. Vysoká charakteristická hodnota je dána velkou rozkolísaností koncentrací během roku, která je ovlivněna původem amoniakálního dusíku ze smyvů z polí. Zatímco při intenzivních srážkách dosahují koncentrace extrémních hodnot, při normálních vodních stavech jsou průměrné.

Chod koncentrací N-NO₂ je vyrovnanější. Nejvyšší byly zaznamenány v létě, což je pravděpodobně způsobeno rychlejším průběhem nitrifikace, během které vzniká N-NO₂ jako meziproduct při vyšších teplotách.

Hodnoty BSK₅ jsou podle očekávání také nejvyšší v letních měsících, kdy je nejintenzivnější biologický rozklad organických látek a nejnižší průtoky. Přesto organické látky z větší části zřejmě pocházejí z plošných zdrojů. Rozklad organických látek má přímý vliv na obsah kyslíku, který zde dosahuje nejnižších hodnot. Na jeho nízký obsah má vliv rovněž krátká vzdálenost od pramene, kde vyvěrající podzemní voda obecně vykazuje vysoký kyslíkový deficit. Jak na obohacování vody kyslíkem, tak i na samočisticí schopnost toku působí nepříznivě vydláždění toku betonovými dlaždicemi. Velmi nízký podíl komunálního znečištění má přímý vliv na nízké koncentrace PO₄³⁻.

Profil č. 2: Věžnička

Profil Věžnička vykazuje nejnižší hodnoty znečištění. Páté jakostní třídy dosahuje pouze podle ukazatele N-NO₃. Byly zde naměřeny nejnižší hodnoty koncentrace N-NO₂ (IV. jakostní třída) ze všech profilů. Rovněž hodnoty BSK₅ a koncentrace rozpuštěného kyslíku jsou nejpříznivější. Oproti předcházejícímu profilu dochází u obou ukazatelů ke zlepšení o dvě jakostní třídy. Takto výrazné zlepšení způsobuje asi 4 km dlouhý úsek toku mezi Jamným a Věžničkou, který je přirozený, neregulovaný a poskytuje velmi dobré podmínky pro proces samočištění i nitrifikaci. Dochází zde k rychlému rozkladu znečišťujících látek. Zřejmě proto nebyla kromě N-NH₄ nikde nalezena očekávaná závislost na průtocích. Přesto lze konstatovat, že znečištění dusičnany má plošný charakter. Pro tuto skutečnost svědčí i nejvyšší koncentrace naměřené za nejvyšších

průtoků při intenzivním vyplavování živin srážkovou vodou. Při povodňovém stavu zde byla naměřena koncentrace 120 mg NO₃⁻/l.

Také koncentrace fosforečnanů a amoniakálního dusíku dosahují nejpříznivějších hodnot, protože v povodí chybí výraznější zdroje komunálního znečištění. Na výši koncentrací PO₄³⁻ má největší podíl samotná obec Věžnička, přestože jsou její odpadní vody čištěny na mechanicko-biologické ČOV. Fosforečnany pocházející ze sídel Věžnice a Jamné jsou díky krátké turn-over cestě na profilu již nepatrné. Podle průběhu koncentrací, kdy nejvyšší byly naměřeny za nejvyššího i nejnižšího průtoku, se na znečištění PO₄³⁻ bude pravděpodobně vedle komunálních odpadních vod z menších difúzních zdrojů podílet i splach erodovaných částic z polí v době vyšších vodních stavů.

Profil č. 3: Dobrourov

Profil se nachází v obci Dobrourov na Zhořském potoce. Je velmi zatížen organickými látkami pocházejícími z komunálních odpadních vod, protože obec nemá vybudovanou kanalizaci. Odpady z domácností tak vtékají po průtoku septiky přímo do vodoteče. Způsobují zápach vody a vizuální znečištění v průběhu celého roku. Ukazatele kyslíkového režimu dosahují kritických hodnot. Podle CHSK_{Mn} je tok zařazen do IV., podle BSK₅ do V. jakostní třídy. U BSK₅ nebyla dokázaná závislost na průtocích. Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány v letních měsících, kdy bylo dosaženo i nejnižších koncentrací rozpuštěného kyslíku.

O vysokém vlivu rozptýlených bodových zdrojů svědčí i nejvyšší průměrné koncentrace PO₄³⁻ a jejich téměř těsná závislost na průtocích.

Koncentrace všech forem dusíku jsou také značné. Podle amoniakálního dusíku je profil zařazen do III. jakostní třídy, podle dusitanového dusíku do V. jakostní třídy. Nejvyšší koncentrace N-NH₄ byly pozorovány při nejnižších průtocích, přesto se závislost mezi oběma ukazateli neprojevila. Rovněž závislost N-NO₂ na průtocích nebyla dokázána, proto předpokládám, že původ obou znečišťujících látek je jak v plošných, tak i v rozptýlených bodových zdrojích znečištění. Významný podíl N-NH₄ pochází zcela jistě z velkého provozu živočišné výroby v obci Zhoř, nacházející se nad Dobrourovem.

Naopak silná přímá závislost proti předchozím parametrům byla zjištěna u N-NO₃, který zde také dosahuje kritických hodnot. Z průběhu naměřených hodnot kromě závislosti na průtocích opět vyplývá závislost na ročním období. Nejvíce živin se dostává do toku v zimním období bez vegetace. Vliv zemědělství je umocněn ještě charakterem využití území. Zhořský potok protéká oblastí s velmi nízkým podílem lesů.

Zemědělské plochy zasahují až k tokům a infiltrační pásy jsou nedostatečné nebo zcela chybí. Většina živin se tudíž bez zachycení splavuje přímo do toku. Toto území společně s pramennou oblastí představuje podle mého názoru nejintenzivněji využívanou oblast celého povodí, což se velmi negativně projevuje na jakosti povrchové vody.

Profil č. 4: Polná - Sapeli

Profil Polná – Sapeli leží na Ochozském potoce. Ten narozdíl od Zhořského potoka protéká oblastí s větším podílem lesů a luk podél toku. Vliv využití území se neprojevuje ani tak v průměrných hodnotách koncentrací látek, pocházejících ze zemědělství, jako v jejich charakteristických hodnotách. Díky vyšší retenční schopnosti krajiny jsou extrémní hodnoty sníženy. Přesto je profil podle ukazatele N-NO₃ zařazen do V. jakostní třídy. Narozdíl od dusičnanového dusíku, který vykazuje přímou závislost na průtocích, je dusitanový dusík na průtocích závislý nepřímou. Z této skutečnosti vyplývá původ N-NO₂ v bodových zdrojích znečištění. Největším bodovým zdrojem je obec Záborná, ležící na přítoku Ochozského potoka, která nemá vybudovanou kanalizační síť. Koncentrace N-NH₄ narozdíl od předchozích parametrů nevykazují závislost na průtocích a jsou poměrně vyrovnané po celý rok.

Také fosforečnany nejsou na průtocích závislé. Podle toho a podle průběhu koncentrací během roku se předpokládá původ látek z plošných i bodových zdrojů znečištění. Při nízkých průtocích nestačí být množství PO₄³⁻ vypouštěné s odpadními vodami dostatečně ředěno, naopak při intenzivních srážkách dochází ke strhávání částic půdy a koncentrace na nich vázaných fosforečnanů se zvyšuje. Průběh koncentrací fosforečnanů během roku je zřejmě ovlivněn i kaskádou rybníků na potoce, ve kterých dochází k sedimentaci a spotřebě PO₄³⁻, nebo za příznivých podmínek k jejich zpětnému uvolňování. Organické látky pochází také z obce Záborná. Jejich koncentrace vyjádřené hodnotou BSK₅ i CHSK_{Mn} jsou vysoké (IV. jakostní třída).

Profil č. 5: Polná – židovský hřbitov

Profil se nachází pod městem Polná, které představuje větší bodový zdroj znečištění. Odpadní vody od přibližně 5000 obyvatel a z několika průmyslových podniků jsou čištěny na městské ČOV. Ta byla uvedena do provozu v roce 1996 a výrazně zlepšila jakost vody v recipientu pod městem. Problémem zůstávají nesanované nádrže bývalého podniku Amylon Polná (viz obr. č. 40)

Podle ukazatelů N-NO₂, N-NO₃ a BSK₅ je profil zařazen do V. jakostní třídy. Město Polná je především producentem organických látek, které jsou i po čištění odpadních vod příčinou vysokých koncentrací BSK₅ i CHSK_{Mn}. Při rozkladu látek se spotřebovává velké množství O₂. Ani jednou během odběrů však nebyl na toku zaznamenán anoxický stav, i když v letních měsících se koncentrace přibližovaly ke 3 mg/l.

Odpadní vody z domácností jsou i zdrojem fosforečnanů obsažených především ve fekáliích a některých mycích a čisticích prostředcích. Charakteristická hodnota koncentrace PO₄³⁻ je nejvyšší v celém povodí. Závislost koncentrací BSK₅ a PO₄³⁻ na průtocích se však i přes očekávání neprojevila.

Vysoké koncentrace N-NO₃, stejně jako na předchozích profilech, pocházejí z plošného znečištění, i když jejich přímá závislost na průtocích není výrazná. Koncentrace N-NO₂ dosahují vyšších hodnot při nižších průtocích. Jejich zdrojem jsou komunální odpadní vody, ale také provozy živočišné výroby.

Profil č. 6: Věžnice u Šlapanova

Profil Věžnice u Šlapanova se nachází před soutokem se Zlatým potokem. Mezní hodnoty pro V. třídu překračují na tomto profilu rovněž koncentrace N-NO₂, N-NO₃ a BSK₅. Koncentrace dusičnanového dusíku pocházejí z plošných zdrojů, vykazují tedy přímou závislost na průtocích. Výrazně se zde projevuje i sezónnost průběhu koncentrací. Nejvyšší byly zjištěny v zimním a jarním období. Vedle rostlinné výroby se na znečištění podílí i živočišná výroba, která je zastoupena provozovny v Nových Dvorech, Skryšově, Janovicích a samotné Věžnici.

Z bodových zdrojů představovaných živočišnou výrobou a komunálními odpadními vodami přilehlých obcí pochází větší část N-NO₂. Důkazem je téměř těsná přímá závislost tohoto ukazatele na průtocích. Průběh koncentrací je poměrně vyrovnaný. Jen v letních měsících se projevuje jejich mírné zvýšení. Ze stejných zdrojů jako N-NO₂ pocházejí i organické látky. Také u nich je patrná nepřímá závislost na průtocích. Koncentrace PO₄³⁻ jsou podle charakteristické hodnoty nejvyšší ze všech profilů. Jejich původ je i přes neprokázanou závislost koncentrací na průtocích zřejmě také v bodových zdrojích. U parametru N-NH₄ se však nejvyšší koncentrace vyskytují za nejnižších i nejvyšších vodních stavů. Původ tohoto ukazatele, je podobně jako v případě PO₄³⁻ na profilu Věžnička, při nízkých vodních stavech v bodových zdrojích, při vyšších vodních stavech převažuje jeho vymývání z půd.

Profil č. 7: Dobronín – Zlatý potok

Profil je lokalizován na Zlatém potoce pod výpustí rybníka Valchař, který má značný vliv na koncentrace některých látek. Stejně jako na většině předcházejících profilů převyšují koncentrace N-NO₂, N-NO₃ a BSK₅ mezní hodnoty pro V. jakostní třídu. Koncentrace nutrientů jsou částečně ovlivněny charakterem využití území, částečně jejich zadržováním v rybníce Valchař. Horní část Zlatého potoka zasahuje do průmyslové zóny města Jihlavy. Byla zde vystavěna hustá síť komunikací, které se střídají s lesy a méně rozsáhlými zemědělskými pozemky. Levá část povodí odvodňovaná Měšínským potokem je intenzivně zemědělsky využívaná. Živiny vyplavené ze zemědělské půdy způsobují především v letních měsících eutrofizaci rybníka. Dochází ke zvýšení jeho primární produkce. Produkované organické látky kriticky ovlivňují hodnoty BSK₅. Jejich koncentrace pod rybníkem jsou nejvyšší ze všech profilů, a to jak v průměrné, tak v charakteristické hodnotě. Koncentrace rozpuštěného kyslíku jsou však vyšší, než by se dalo očekávat z obsahu organických látek. Voda se zřejmě obohacuje kyslíkem na výpusti z rybníka, kde padá do vývařiště z výšky 2 – 3 m.

V rybníce dochází i k vazbě fosforečnanů, tudíž jejich koncentrace pod rybníkem nejsou vysoké.

Profil č. 8: Dobronín - Mlýnský potok

Profil je situován na okraji obce Dobronín na Mlýnském potoce, který protéká poměrně lesnatou řídkou osídlenou oblastí. Díky nižšímu podílu zemědělských ploch, hlavně v horní části povodí Mlýnského a Zvonějovského potoka, byly na profilu zjištěny nejnižší koncentrace N-NO₃. Klesají pod 11 mg/l, což profil řadí do IV. jakostní třídy. Nejvyšších koncentrací je dosahováno v zimním období a za nejvyšších průtoků.

Největší bodový zdroj znečištění představuje velkochov prasat a skotu v obci Štoky. Ten ovlivňuje především koncentrace amoniakálního a dusitanového dusíku. Rozptýlené bodové zdroje se na znečištění těmito látkami podílí méně, protože největší obec v povodí - Štoky – čistí komunální odpadní vody na vlastní ČOV.

Koncentrace BSK₅ i CHSK_{Mn} jsou oproti jiným profilům nižší. Nižší stupeň organického znečištění lze vysvětlit jeho odstraňováním na ČOV a rozkladem při intenzivnějším procesu samočištění v obou tocích nad profilem. Koncentrace BSK₅ jsou podle očekávání nejvyšší při nízkých vodních stavech, protože znečištění převážně pochází z provozů živočišné výroby a množství komunálních odpadních vod je konstantní. Míra znečištění pak záleží na stupni nařazení koncentrací protékající vodou.

Profil č. 9: Dobronín - pod obcí

Profil se nachází na Zlatém potoce pod obcí Dobronín. Zde se nabízí srovnání dvou předcházejících profilů nacházejících se nad a pod obcí. Obec Dobronín (1905 obyvatel) nemá zatím vybudovanou ČOV, takže kanalizované i nekanalizované odpadní vody z domácností ústí do recipientu (viz obr. č. 41). Nejvýraznější změnu prodělávají koncentrace organických látek vyjádřené BSK₅. Ve srovnání s profilem Dobronín - Zlatý potok klesá koncentrace na profilu Dobronín - pod obcí v průměru o 9 mg/l a charakteristická hodnota o 33 mg/l. Pokles je způsoben zřejmě rychlým rozkladem organických látek ve vodě s vysokým obsahem kyslíku. Velké výkyvy hodnot BSK₅ pod výpustí z rybníka se stabilizují, proto je na profilu pod obcí výrazně nižší vypočtená charakteristická hodnota.

Nepatrné změny zaznamenávají koncentrace N-NO₂ a N-NH₄. Mírně klesají v průměru koncentrace N-NO₃, naopak mírně vzrůstají koncentrace PO₄³⁻.

Malý pohyb koncentrací látek na profilu je pravděpodobně ovlivněn zředěním vodami Mlýnského a Ždíreckého potoka, které ústí do Zlatého potoka v obci a výrazně zvyšují jeho vodnost.

Profil č. 10: Šlapanov

Profil Šlapanov reprezentuje jakost vody po soutoku Šlapanky se Zlatým potokem. Mezní hodnoty pro V. jakostní třídu jsou překročeny jen u N-NO₃ a N-NO₂. Koncentrace N-NO₃ nevykazují signifikantní závislost na průtocích, což je pravděpodobně způsobeno charakterem využití území. V blízkosti toku se vyskytují převážně lesy a louky. Pouze krátké úseky toku sousedí přímo s ornou půdou. Přesto větší část N-NO₃ pochází z rostlinné výroby. U závislosti koncentrací N-NO₂ na vodních stavech dosahuje korelační koeficient vyšších hodnot. Závislost je nepřímá. Stejný charakter závislosti vykazuje i ukazatel N-NH₄ a BSK₅. Nepřímé závislosti jsou zapříčiněné většími bodovými nebo rozptýlenými bodovými zdroji znečištění. Koncentrace těchto látek ovlivňuje především obec Šlapanov, které chybí ČOV. Vedle toho značné znečištění přináší Pozovický potok, na kterém leží obce Pozovice a Smilov, ve kterých jsou velké provozy živočišné výroby.

Obr. č. 40: Odkalovací nádrž podniku Amylon Polná



15. 3. 2003

Obr. č. 41: Detail vyústění domácí kanalizace do recipientu (Dobronín)



15. 3. 2003

Profil č. 11: Mírovka

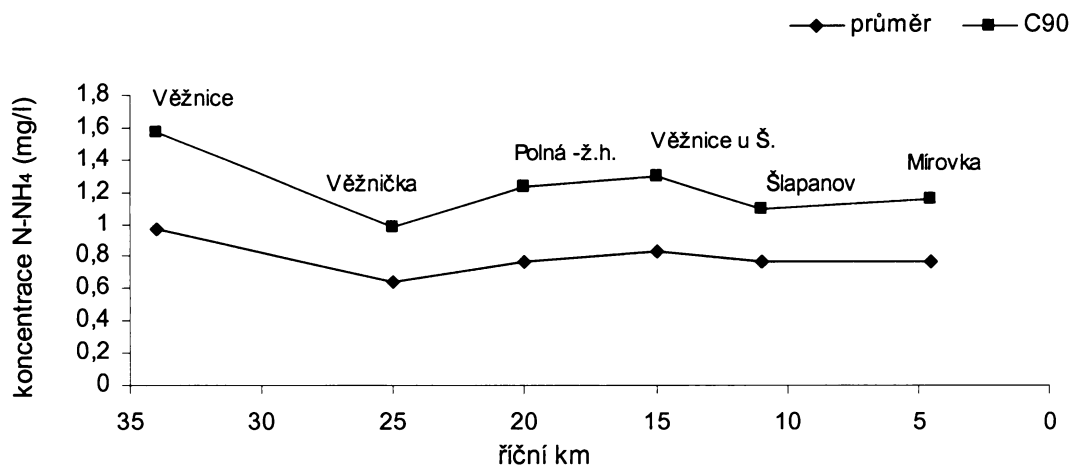
Profil Mírovka je posledním profilem před ústím Šlapanky do Sázavy. Je součástí sítě státních profilů, na kterých monitoruje jakost vody ČHMÚ. Podle tříd čistoty je jakost vody na profilu druhá nejlepší po profilu Věžnička. Důvodů je zřejmě několik. Povodí Šlapanky se směrem k ústí zužuje. Tím se snižuje možnost uplatnění rozptýlených zdrojů v dolní části povodí. Tok navíc protéká více zalesněnou oblastí. V blízkosti toku jsou, podobně jako v úseku toku nad profilem Šlapanov, louky, které příznivě ovlivňují zmenšení přísunu dusičnanů a jiných znečišťujících látek do toku. Řeka zde teče přirozeným korytem s dobrými podmínkami pro proces samočištění. Domnívám se, že z tohoto důvodu byla prokázána jen velmi nízká závislost N-NO₃ na průtocích a u ostatních parametrů prokázána nebyla. U ukazatelů N-NO₃ a N-NO₂ byly však opět překročeny mezní hodnoty pro V. jakostní třídu. Koncentrace N-NH₄ řadí profil do III. jakostní třídy. Na nižší zatížení organickými látkami ukazují i nízké hodnoty BSK₅ a CHSK_{Mn}. Z hlediska těchto parametrů je tok zařazen do III. jakostní třídy. Koncentrace PO₄³⁻ jsou mírně zvýšené. Jejich závislost na průtocích sice nebyla prokázána, ale podle jejich průběhu, kdy nejvyšších hodnot je dosahováno za nejnižších průtoků, lze usuzovat na uplatnění bodových zdrojů znečištění. Stejná situace nastává i u BSK₅. U ostatních parametrů toto pravidlo neplatí, proto nelze usuzovat na původ zdrojů znečištění.

8.3.4. Podélné profily jakosti vody

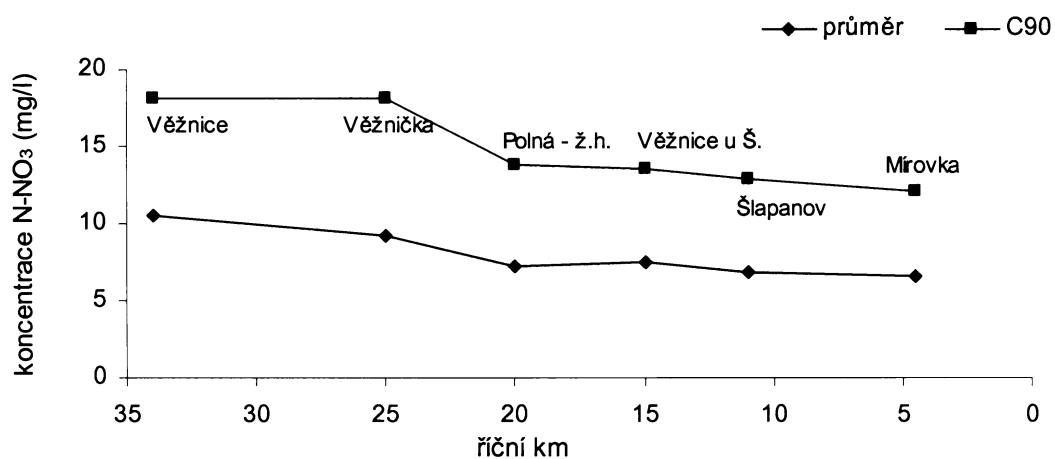
Grafy vývoje koncentrací v podélném profilu umožňují přehledně vyjádřit jejich změny mezi jednotlivými profilem na hlavním toku. Lze podle nich lokalizovat hlavní zdroje znečištění, posoudit jejich vliv na jakost vody, ale také vytipovat úseky s dobrou samočisticí schopností, které jakost vody zlepšují. Do grafu se vynášejí na osu *y* aritmetické průměry a charakteristické hodnoty koncentrací v jednotlivých profilech, na osu *x* vzdálenost profilů od ústí v říčních km. Na hlavním toku je lokalizováno 6 profilů. Grafy podélných profilů byly sestrojeny pro ukazatele N-NO₂, N-NO₃, N-NH₄, PO₄³⁻, BSK₅ a rozpuštěný kyslík (obr. č. 42 – 47).

Vývoj koncentrací amoniakálního dusíku v podélném profilu je pozvolný (obr. č. 42). Nevykazuje výrazné změny. V pramenné části toku jsou koncentrace

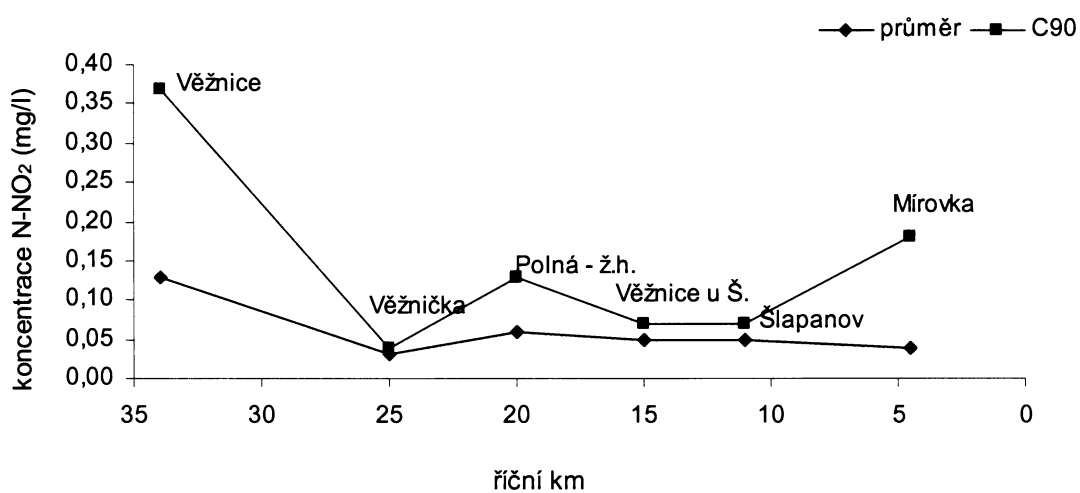
Obr. č. 42: Podélný profil koncentrací N-NH₄



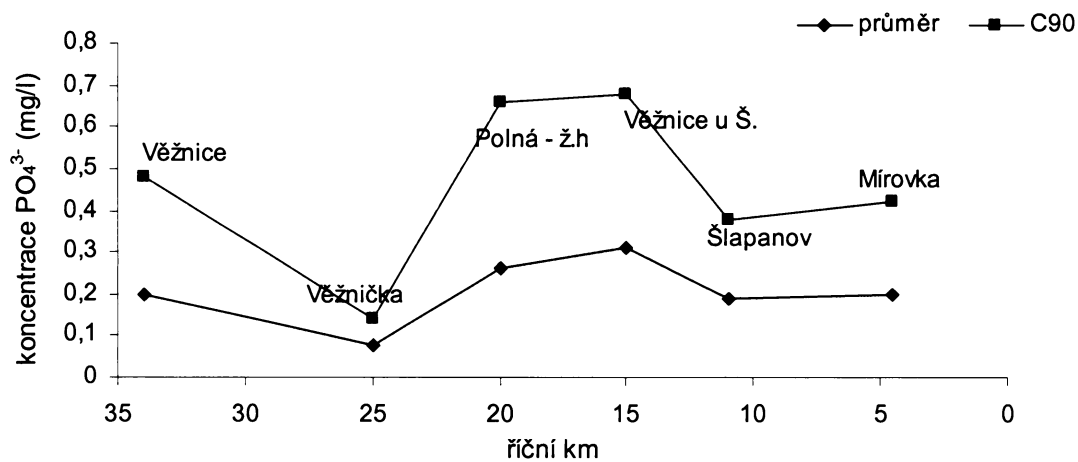
Obr. č. 43: Podélný profil koncentrací N-NO₃



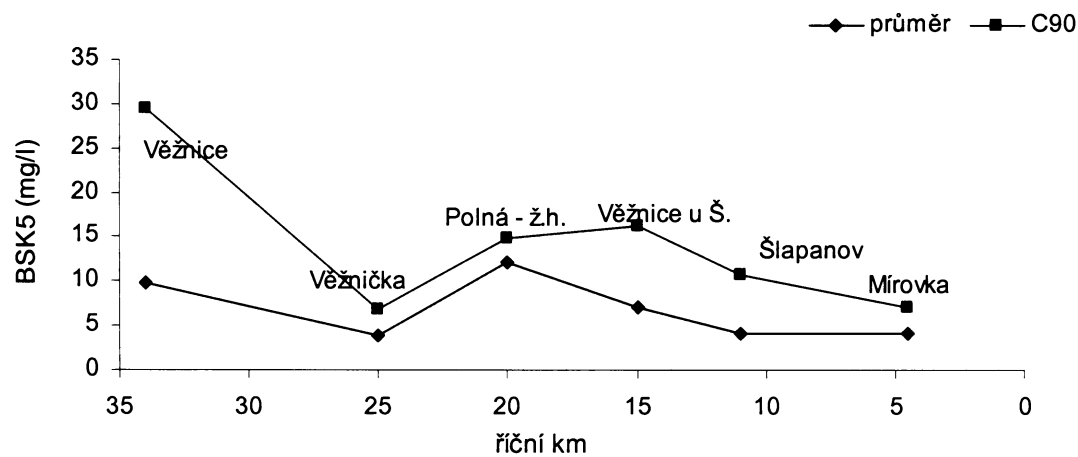
Obr. č. 44: Podélný profil koncentrací N-NO₂



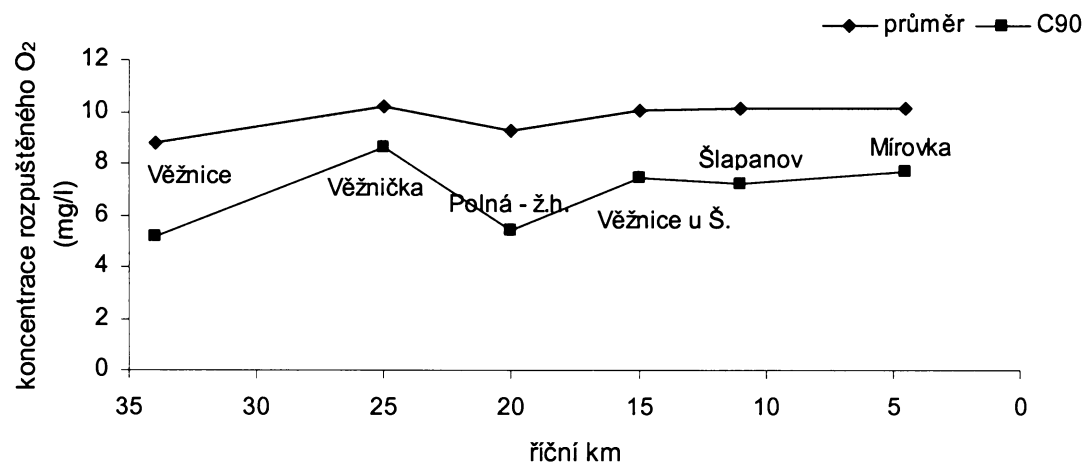
Obr. č. 45: Podélný profil koncentrací PO_4^{3-}



Obr. č. 46: Podélný profil hodnot BSK_5



Obr. č. 47: Podélný profil koncentrací rozpuštěného O_2



nejvyšší, v profilu Věžnička klesají na nejnižší hodnotu. Pod Polnou a Dolní Věžnici mírně vzrůstají a poté opět mírně klesají. Kolísání v průměrných hodnotách je nepatrné, v charakteristických hodnotách výraznější.

Koncentrace dusičnanového dusíku (obr. č. 43) jsou rovněž nejvyšší na profilu Věžnice. Na profilech Věžnička a Polná - židovský hřbitov mírně klesají. Na dolním úseku toku jsou vyrovnané. Na výraznějším poklesu mezi Věžničkou a Polnou se pravděpodobně podílí jejich spotřeba v rybníku Peklo nad Polnou. Vyrovnané podélné profily koncentrací dusičnanového a amoniakálního dusíku ukazují na vysoké konstantní zatížení celého povodí rostlinnou výrobou.

Koncentrace N-NO₂, přestože jsou jejich zdrojem z velké části také splachy z polí, zaznamenávají v podélném profilu výraznější změny (obr. č. 44). Důvodem je jejich nestabilita v aerobním i anaerobním prostředí. Nejkontaminovanější dusitany je horní úsek toku. Na profilu Věžnička jejich koncentrace klesá v charakteristické hodnotě o více než 0,3 mg/l a tok se posouvá z V. do IV. jakostní třídy.

Na profilu Polná – židovský hřbitov zatížení dusitanovým dusíkem opět vzrůstá zřejmě díky oxidaci většího množství amoniakálního dusíku pocházejícího z fekálií ve splaškových vodách a provozu živočišné výroby. Na následujících profilech je koncentrace v průměrných hodnotách stabilní. Na profilu Mírovka, jak ukazuje nárůst charakteristické hodnoty, dosahují koncentrace větších extrémů.

Koncentrace PO₄³⁻ vykazují v podélném profilu rovněž výrazné kolísání (obr. č. 45). Horní úsek toku je kontaminován především fosforečnany pocházejícími ze splachů z polí. Na profilu Věžnička dosahují koncentrace nejnižších hodnot díky absenci větších bodových zdrojů znečištění. Pod Polnou a Dolní Věžnici dochází k jejich vysokému nárůstu především v charakteristických hodnotách. Zde představují největší zdroj PO₄³⁻ komunální odpadní vody. Poté koncentrace opět klesají.

Podobný průběh vykazují i koncentrace organických látek vyjádřených hodnotou BSK₅ (obr. č. 46). Jejich výrazný pokles na profilu Věžnička je způsoben vysokou samočisticí schopností úseku toku nad profilem. Dochází zde ke zlepšení o 2 jakostní třídy oproti předešlému profilu. V Polné a Věžnici dochází, podobně jako u fosforečnanů, k nárůstu koncentrací vlivem zvýšeného množství vypouštěných odpadních vod. Na profilu Šlapanov a ještě výrazněji na Mírovce koncentrace klesají opět vlivem vyšší samočisticí schopnosti toku a snížením zatížení z difúzních zdrojů znečištění.

Koncentrace rozpuštěného kyslíku se pohybují v průměru mezi 8 – 11 mg/l. Jejich vývoj koresponduje s vývojem hodnot BSK₅ (obr. č. 47). Zlepšení kyslíkových poměrů na profilu Věžnička je způsobeno odbouráním velkého množství organických látek a absencí zdrojů organického znečištění. Pod Polnou je opět větší množství kyslíku spotřebováno na oxidaci organických látek. Poté koncentrace rozpuštěného kyslíku opět vzrůstají, což koresponduje s poklesem BSK₅.

9. Výsledky biologických rozborů

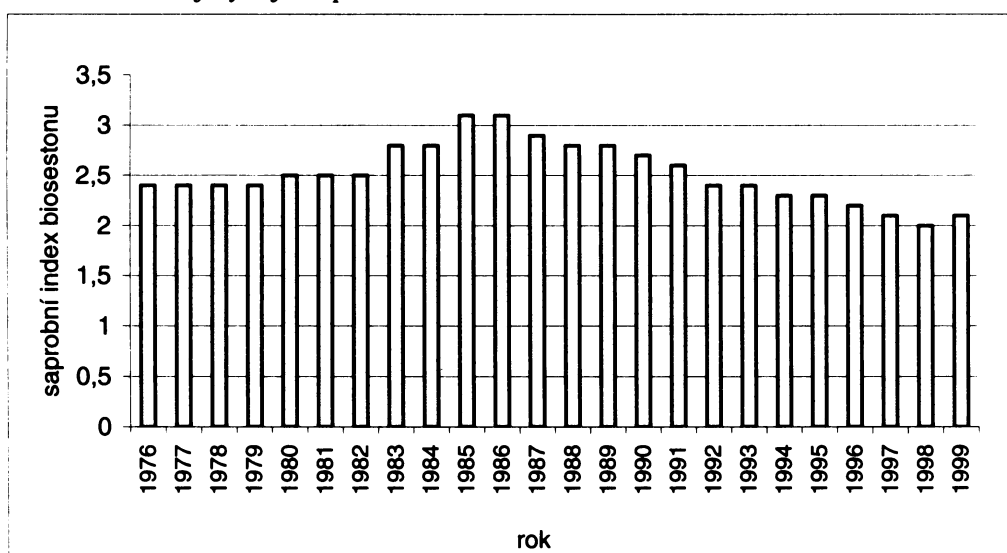
9.1. Analýza dat z profilu Mírovka (1976 – 1999)

Na profilu Mírovka se již od počátku (rok 1976) sleduje z biologických parametrů saprobní index bentosu, biosestonu a obsah psychrofilních, koliformních a fekálních koliformních bakterií.

Dlouhá řada sledování umožňuje posoudit dlouhodobý vývoj jakosti vody z hlediska oživení toku organismy. Saprobní index bentosu je sledován 1 - 2x do roka. Z výsledků byly proto vypočítány průměrné hodnoty. U saprobního indexu biosestonu je sice sledování častější (6 - 12x ročně), přesto nestačí k výpočtu charakteristické hodnoty, proto byl použit také aritmetický průměr.

Vývoj saprobního indexu biosestonu koresponduje s vývojem většiny hodnocených chemických parametrů (obr. č. 48). Do roku 1986 je patrný jeho pozvolný nárůst, který odráží zhoršující se podmínky pro život organismů v toku. Senzitivnější organismy z toku mizí a jejich habitaty kolonizují odolnější druhy ve větších počtech. Po roce 1986 dochází k postupnému zlepšování jakosti vody, což se projevuje zvýšením diverzity a návratem indikátorů méně znečištěných vod. Důsledkem je pokles saprobního indexu, který v současné době řadí tok do β -mezosaprobního stupně.

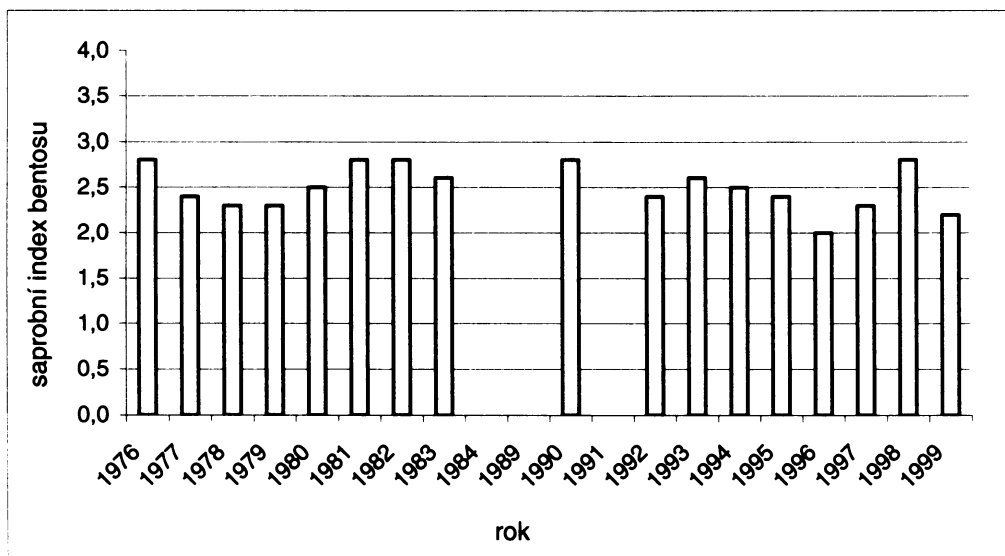
Obr. č. 48: Graf vývoje saprobního indexu biosestonu v období 1976 - 1999



Zdroj dat: ČHMÚ

Podobný trend vykazuje i saprobní index bentosu (obr. č. 49). Výraznější kolísání hodnot je zřejmě způsobeno malou četností a nepravidelností odběrů. Od roku 1978 je možné zaznamenat, stejně jako v případě biosestonu, nárůst saprobního indexu. V letech 1984 až 1989 bylo sledování přerušeno. Po přerušení dochází k poklesu indexu až do roku 1996 a jeho výraznějšímu nárůstu v roce 1998, který se u saprobního indexu biosestonu neprojevil.

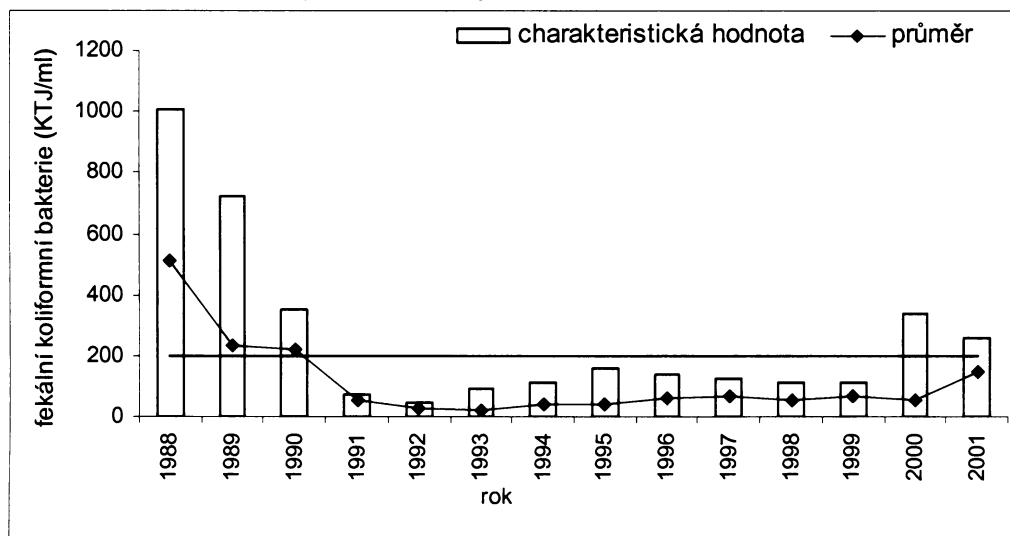
Obr. č. 49: Graf vývoje saprobního indexu bentosu v období 1976 - 1999



Zdroj dat: ČHMÚ

Bakteriologické rozbory jsou na Mírovce prováděny až od roku 1988, tedy od doby, kdy dochází k celkovému zlepšení jakosti vody. Tento trend kopíruje i množství fekálních koliformních bakterií obsažených ve vodě (obr. č. 50). Jejich počty klesají v krátkém období 3 let z 1000 KTJ/ml (kolonie tvořící jednotka/ml) na méně než 100 KTJ/l, tj. až o jeden řád. Pokles je jednoznačně motivován jak snížením intenzity živočišné výroby, v jejíž odpadních vodách je velké množství alochtonních mikrobů, tak poklesem užívání statkových hnojiv, ve kterých jsou bakterie koncentrovány rovněž v hojné míře. Po roce 1992 jsou počty bakterií poměrně vyrovnané. Až v posledních dvou letech došlo k jejich výraznějšímu nárůstu a tok se posunul v tomto ukazateli ze IV. do V. jakostní třídy.

Obr. č. 50: Graf vývoje fekálních koliformních bakterií v období 1976 - 1999



□ Zdroj dat: ČHMÚ

9.2. Vyhodnocení vlastních biologických rozborů z roku 2002

V rámci zjištění jakosti vody z hlediska biologických parametrů byly na Šlapance provedeny v roce 2002 dva bakteriologické odběry a dva odběry makrozoobentosu. Pro odběr byly podle výsledků prvních chemických rozborů vytipovány 4 profily tak, aby postihly nejčistší a nejzatíženější místa toku: Dobronín – Mlýnský potok, Polná – Sapeli, Polná – židovský hřbitov a Šlapanov. Rozbory byly provedeny v akreditované laboratoři Povodí Vltavy, s.p. Zde se zaměříme pouze na interpretaci výsledků.

Při určování makrozoobentosu bylo na lokalitách zjištěno celkem 41 taxonů bezobratlých živočichů. Z nich více než polovinu tvoří larvy a imága vodního hmyzu. Druhově nejzastoupenějšími čeleděmi jsou chrostíci (Trichoptera) a dvoukřídlí (Diptera). Největší počet jedinců patří druhům Baetis (Ephemeroptera) a Hydropsyche (Trichoptera). Dále byly na profilu zjištěny zástupci pijavic, máloštětinatců, koryšů, měkkýšů a jiných. Jejich výčet, zastoupení na jednotlivých profilech a příslušné saprobní indexy jsou uvedeny v tabulce v příloze 7. Druhově nejbohatší jsou podle zjištění profily Polná – Sapeli a Šlapanov. Nejméně druhů bylo popsáno na profilu Polná – židovský hřbitov.

Saprobni indexy byly stanoveny pomocí metody Pantle a Bucka v Sládečkově modifikaci, jak je uvedeno již v kap. 7.3.2. Podle hodnoty saprobního indexu byl profilům přiřazen saprobní stupeň a jakostní třída (viz tab. č. 18). Zařazení do jakostní třídy se provádí podle ČSN 75 7221. Dva odběry nestačí k výpočtu charakteristické hodnoty, proto byly použity hodnoty průměrů, které mají vzhledem k dlouhodobosti ve změnách společenstev dna přibližně stejné hodnoty.

Na všech sledovaných lokalitách se saprobní index pohybuje v intervalu {1,5; 2,5}, který odpovídá β -mezosaprobite. Podle charakteristiky β -mezosaprobity je tok eutrofní, mírně až středně znečištěný a vyniká jak druhovou diverzitou, tak i kvantitativním rozvojem.

Podle normy ČSN 75 7221 byly všechny profily zařazeny do II. jakostní třídy. V rámci třídy se však hodnoty na jednotlivých profilech liší. Nejlepší oživení najdeme na profilu Šlapanov. Je sice lokalizován na dolním toku, ale před profilem voda protéká úsekem s dobrými samočisticími schopnostmi, které pozitivně ovlivňují chemické parametry vody. Nejhorší jakosti je podle saprobního indexu dosaženo na profilu pod městem Polná. Zde je nízké oživení důsledkem dlouhodobé zátěže městskými odpadními vodami, které obsahují jak organické tak jiné škodlivé látky. Přežívají zde proto pouze druhy adaptovanější na vyšší znečištění.

9.2.1. Porovnání výsledků biologického a chemického rozboru

Ke srovnání chemismu a biologických vlastností vody se nejčastěji využívá saprobní index a hodnota BSK₅, mezi kterými byl zjištěn nejtěsnější vztah (Sládečková, Sládeček 1995). Hodnoty parametrů jsou uvedeny v tab. č. 9 v kap. 7.3.2. Průměrné hodnoty obou parametrů byly porovnány a byly jim přiřazeny saprobní stupně a jakostní třídy (viz tab. č. 18).

Tab. č. 18: Porovnání biologických a chemických parametrů vody

| profil | saprobní index | saprobní stupeň | třída | BSK ₅ (mg/l) | saprobní stupeň | třída |
|-----------------------|----------------|------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|-------|
| Dobronín - Mlýnský p. | 2 | β -mezosaprobita | II. | 5,7 | α -mezosaprobita | III. |
| Polná - Sapeli | 1,7 | β -mezosaprobita | II. | 4,9 | β -mezosaprobita | II. |
| Polná - ž.h. | 2,2 | β -mezosaprobita | II. | 12,1 | polysaprobita | IV. |
| Šlapanov | 1,6 | β -mezosaprobita | II. | 4,2 | β -mezosaprobita | II. |

Profily Polná – Sapeli a Šlapanov jsou zařazeny podle saprobního indexu i BSK₅ do β-mezosaprobního stupně. Profil Dobronín – Mlýnský potok však odpovídá v hodnotě BSK₅ α-mezosaprobnímu a profil Polná – židovský hřbitov dokonce polysaprobnímu stupni. Tento rozdíl by mohl být způsoben poměrně vysokou adaptabilitou živočichů na zhoršené životní podmínky nebo pomalou změnou struktury vodního společenstva s měnícími se podmínkami. Dalším důvodem by mohla být chyba při odběru biologického materiálu. Stanovení saprobního indexu je pouze semikvantitativní metoda, kterou je lépe používat pouze pro relativní srovnání (Zahrádka 2001).

9.2.2. Výsledky bakteriologických rozborů

Bakteriologické odběry byly provedeny stejně jako u makrozoobentosu 2x během roku 2002. Byly zjišťovány počty enterokoků a termotolerantních koliformních bakterií. Malé množství hodnot neumožňuje zařazení toku do jakostní třídy, proto zde uvádím pouze jejich počty při jednotlivých odběrech (tab. č. 19).

Tab. č. 19: Výsledky bakteriologických rozborů

| Název profilu | Dobronín - Mlýnský p. | | Polná - Sapeli | |
|--|-----------------------|-----------|----------------|-----------|
| | 12.5.2002 | 23.9.2002 | 12.5.2002 | 23.9.2002 |
| Enterokoky (KTJ/ml) | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Termotolerantní koliformní bakterie (KTJ/ml) | 0 | 3 | 0 | 6 |
| Název profilu | Polná - žid. hřbitov | | Šlapanov | |
| | 12.5.2002 | 23.9.2002 | 12.5.2002 | 23.9.2002 |
| Enterokoky (KTJ/ml) | 1 | 3 | 1 | 6 |
| Termotolerantní koliformní bakterie (KTJ/ml) | 4 | 25 | 3 | 35 |

Nejvyšších hodnot je u obou ukazatelů dosahováno na profilech Polná – židovský hřbitov a Šlapanov, které se nachází pod většími sídly, kde je vyšší bakteriální osídlení způsobeno zaústěním komunálních odpadních vod nebo provozem živočišné výroby. Nízké hodnoty termotolerantních koliformních bakterií v porovnání s průměrnou a charakteristickou hodnotou fekálních koliformních bakterií (starší název) na profilu Mírovka v roce 2001 jsou pravděpodobně způsobeny malým počtem a náhodností odběrů.

10. Diskuze

Diplomová práce měla vyhodnotit míru znečištění povrchových vod v povodí Šlapanky a lokalizovat hlavní zdroje znečištění.

V první části práce byl podán přehled fyzickogeografických podmínek a socioekonomických aktivit v povodí se zřetelem na vliv jednotlivých složek na jakost vody v povodí. Podrobněji byly charakterizovány odtokové poměry v povodí. Větší pozornost byla věnována jednotlivým zdrojům znečištění. Další kapitola se zabývá výběrem parametrů, popisem metod použitých při odběrech vzorků a jejich analýzách a také metodami statistického zpracování výsledků. Kapitola se skládá z rešerše literatury doplněné o popis vlastní práce.

Největší část práce je věnována vyhodnocení dat o jakosti vody v povodí, která byla získána odběry a rozbory vody z 11 vybraných profilů, a dat, která poskytl ČHMÚ v Praze.

Výsledky vlastních chemických rozborů je podle mého názoru možné považovat za reprezentativní. Odráží současný stav jakosti vody v povodí Šlapanky. Výsledky biologických rozborů lze brát pouze orientačně, protože odběry byly prováděny dvakrát za rok jen na 4 profilech, což podle mého názoru není zcela reprezentativní. Na druhou stranu reakce životních společenstev na změnu jakosti vod jsou pomalejší a hodnoty biologických parametrů se nemění v takovém rozsahu jako u chemických parametrů, proto ze zjištěných dat získáme alespoň přibližnou představu o poměrech v toku.

Na základě získaných výsledků byly jednotlivé profily zařazeny podle ČSN 75 7221 do jakostních tříd. Zařazení do jakostních tříd podle charakteristické hodnoty, která se získává podle velikosti souboru hodnot z několika nejhorších dosažených výsledků, není podle mého názoru optimální. Hodnoty jsou silně ovlivněny extrémními hodnotami dosaženými ve výjimečných situacích a neodpovídají tedy jakosti vody v toku za normálních stavů. Domnívám se, že je vhodné doplnit tyto hodnoty ještě aritmetickým průměrem, který extrémy částečně stírá.

Z výsledků chemických analýz byly dále pomocí Pearsonova korelačního koeficientu vypočteny závislosti na průtocích, které ukazují jednak na charakter závislosti a také na její míru. Výrazným nedostatkem při tomto hodnocení byl malý soubor naměřených dat. Přesto se některé závislosti na průtocích potvrdily, proto si myslím, že výsledky mohou částečně přispět k odhalení povahy zdrojů znečištění.

Data poskytnutá ČHMÚ tvoří souvislou poměrně dlouhou řadu sledování, která umožňuje postihnout trend vývoje koncentrací látek. Množství dat je rovněž postačující pro odhalení závislostí koncentrací látek jak na průtocích, tak i na ročním období.

Po posouzení všech dostupných dat byly vyvozeny tyto závěry:

Jakost vody na řece Šlapance je nízká. Všechny profily jsou alespoň podle jednoho ukazatele zařazeny do V. jakostní třídy. Jako kritické se ukázaly především parametry N-NO₃, N-NO₂ a BSK₅. Příčinou vysokých koncentrací N-NO₃ je podle mého názoru zemědělská výroba v povodí. Pro původ dusičnanů z plošných zdrojů znečištění částečně svědčí i jejich přímá závislost na průtocích, která však nebyla prokázána na všech profilech. Zemědělská výroba je ale zdrojem i jiných látek, jejichž původ v tocích není jasně prokazatelný. Živočišná výroba, která je koncentrována do čtyř větších center – Pozovice, Smilov, Štoky a Zhoř - je zřejmě původcem vyšších koncentrací amoniakálního dusíku a organických látek.

Velké bodové zdroje znečištění v povodí nejsou. Největším centrem je město Polná s 5000 obyvateli. Přestože má vlastní ČOV, je výrazným zdrojem organických látek a fosforu.

Největším zdrojem organických látek a fosforu jsou zřejmě rozptýlené bodové zdroje znečištění. Tuto moji domněnku částečně potvrzuje nalezená nepřímá závislost těchto látek na průtocích. Tato však byla potvrzena pouze pod většími sídly, takže obecně bude jejich původ zřejmě v plošných i bodových zdrojích.

Nejzatíženější částí toku je proti mému očekávání pramenný úsek toku, který sice postrádá bodové zdroje znečištění, ale zemědělské obhospodařování území má na jakost vody výrazný vliv. Domnívám se, že tento stav je ještě umocněn nevhodnou regulací toku, která zhoršuje jak jeho kyslíkové poměry, tak samočisticí schopnost. Velké zatížení toku je patrné také pod městem Polná. Směrem k ústí se ale jakost vody opět zlepšuje. Příčinou je zřejmě přirozený úsek toku, na kterém se odbourává značné množství znečišťujících látek.

Z hlediska dlouhodobého vývoje jakosti vody, posuzovaného podle dat ze závěrového profilu Mírovka, je patrný pokles koncentrací všech vybraných látek. Ten je pravděpodobně působen změnou zemědělských aktivit v povodí, především snížením dávek hnojiv do půdy, přeměnou části orné půdy na travní porosty a poklesem intenzity živočišné výroby. Vedle toho se na zlepšení jakosti zřejmě podílela i výstavba kanalizací a ČOV ve větších obcích.

S dlouhodobým vývojem většiny chemických ukazatelů koresponduje i vývoj biologických ukazatelů. Vlastními rozbory ovšem byla podle biologických parametrů zjištěna vyšší jakost vody než podle ukazatelů chemických. Tento rozdíl na profilu Polná – židovský hřbitov činí až dvě jakostní třídy. Rozdíl by mohl být způsoben odlišným výpočtem výsledné hodnoty u BSK5 (charakteristická hodnota) a u saprobního indexu (aritmetický průměr), které byly použity pro srovnání. Dalším důvodem by mohla být nižší rychlost reakce vodní biocenózy na změněné životní podmínky nebo její přizpůsobivost.

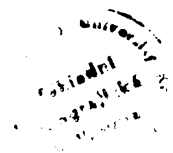
11. Závěr

Povodí Šlapanky, typické svým venkovským rázem, je příkladem oblasti se značně kontaminovanou povrchovou vodou. Hlavní zdroje kontaminace jsou podle mého názoru splachy ze zemědělsky obdělávaných oblastí a rozptýlené bodové zdroje znečištění, představované drobnými sídly, postrádajícími jakoukoli sanaci odpadních vod. Povodí Šlapanky je jenom jedním příkladem, ale podobná situace bude zřejmě i na jiných místech v České republice.

Velký problém představuje zemědělství. Přestože dávky hnojiv do půdy v ČR razantně poklesly a v současné době jsou nižší než je průměr v Evropské Unii, na snížení znečišťujících látek pocházejících z plošných zdrojů, především dusičnanového dusíku, se tento trend výrazněji neprojevil. Dalšího snižování těchto látek tedy podle mého názoru nelze dosáhnout ještě větším snižováním dávek hnojiv do půdy, ale spíše jejich správnou aplikací, která by respektovala jak poměry v půdě, které jsou výsledkem působení vnějších faktorů prostředí, tak i nároky pěstovaných rostlin. Je třeba zavést i účinná protierozní opatření, která by zabránila, nebo alespoň částečně omezila splach látek ze zemědělských ploch. Vedle změny agrotechnických způsobů obdělávání půdy jde o zatravňování, případně zalesňování orné půdy. Výrazné zlepšení by mohla přinést i tvorba infiltračních pásů na rozhraní orné půdy a toků, které zadržují velké množství rozpuštěných látek i částic odnášených povrchově odtékající vodou. Výrazným nástrojem v této oblasti by mohla být v budoucnu dotační politika EU, která bude podporovat zejména mimoprodukční funkci zemědělství.

Druhým problémem jsou rozptýlené bodové zdroje znečištění, ze kterých pochází většina organických látek a sloučenin fosforu. Představují je především drobné obce, které často disponují zcela nevyhovující kanalizační sítí, v horším případě kanalizaci nemají. Právě v těchto malých obcích je těžiště celého problému. Obce potřebují kanalizace a ČOV, ale chybí jim dostatek finančních prostředků, proto řešení nakládání s odpadními vodami odsouvají. Ani legislativně k tomu nejsou nuceny. Jak bylo již jednou zmíněno, vláda ČR požádala EU v kapitole 22 – Životní prostředí - o výjimku týkající se prodloužení termínů sanace difúzních zdrojů látek ve venkovských oblastech do roku 2010. Jedná se o obce nad 2000 obyvatel. Tato výjimka povede zřejmě ke zkomplikování systému dotací pro tuto oblast, což by mohlo vést ke zhoršení situace ve venkovských regionech.

Otázka obcí s počtem obyvatel větším než 2000 bude snad vyřešena do roku 2010, ale problémem nadále zůstávají obce s počtem obyvatel pod 2000, kterých je převaha. Například v povodí Šlapanky do této kategorie spadají kromě jedné všechny obce. A tato situace není podle mého názoru ojedinělá. Částečně by ji pomohlo vyřešit například sdružování malých obcí, které by vystavěly společnou ČOV a odpadní vody do ní přečerpávaly z větší vzdálenosti. Konkrétně v povodí Šlapanky se objevil první projekt, který spočívá v napojení obce Mírovka na ČOV, která bude zbudována pro rozrůstající se průmyslovou zónu Havlíčkova Brodu. V tomto řešení vidím určitou cestu ke zlepšení problému se sanacemi bodových zdrojů znečištění, protože pokud se tento problém nebude co nejdříve řešit, bude se jakost vody v tocích, které ještě stále v některých oblastech představují spíše stoky odpadních vod, stále zhoršovat.



12. Seznam literatury

- Bičík, I. (2000): Interakce „příroda – společnost“ v datech o půdním fondu. Geografické rozhledy, roč. 9, č. 4, str. 108 – 109.
- Brehm, J., Meijering, M. (1991): Fliessgewässerkunde. Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg.
- Brzáková, R. (1996): Kvalita povrchových vod v povodí Sázavy. Diplomová práce, PřF UK Praha.
- Čech, L. a kol. (2001): Zvláště chráněná území okresu Jihlava. Okresní úřad v Jihlavě, Jihlava.
- Čech, L., Šumpich, J., Zabloudil, V. (2002): Chráněná území ČR VII. – Jihlavsko. AOPK ČR, Praha.
- Demek, J. a kol. (1987): Zeměpisný lexikon ČSR – Hory a nížiny. Academia, Praha.
- Emde, K., Szöcs, A. (2001): Geomorphologisch – Bodenkundliches und Gewässerökologisches Laborpraktikum. Mainz.
- Frajer, V. (1980): Nebezpečí potenciálního znečištění životního prostředí chovem skotu a prasat. Rigorózní práce, PřF UK, Praha.
- Grunwald, A. (1993): Hydrochemie. ČVUT, Praha.
- Gunkel, G. (1994): Bioindikation in aquatischen Ökosystemen. Fischer, Stuttgart.
- Horáková, M., Lieschke, P., Grunwald, A. (1989): Chemické a fyzikální metody analýzy vod. SNTL, Bratislava.
- Horník, S. a kol. (1986): Fyzická geografie II. SPN, Praha.
- Hütter, L.A. (1992): Wasser und Wasseruntersuchung, Laborbücher Chemie. Diesterweg Salle, Frankfurt am Main.
- Janský, B. (1982): Vliv plošných zdrojů na kvalitu povrchových vod v českém povodí Labe. Kandidátská disertační práce, PřF UK, Praha.
- Janský, B. (2002): Vliv zemědělství na jakost vod v českém povodí Labe (Politická rozhodnutí versus ochrana vod v oblasti venkova). 13. Magdeburský seminář, Praha.
- Janský, B., Pivokonský, M. (2001): Vývoj jakosti povrchových vod v povodí Cidliny. Geografie – Sborník ČGS, roč. 106, č. 2, str. 74 – 93.
- Jatiová, M. (1962): Nástin vegetačních poměrů povodí Šlapanky. Diplomová práce, katedra botaniky university J. E. Purkyně, Brno.

- Kokeš, J., Vojtišková, D. (1999): Nové metody hodnocení makrozoobentosu tekoucích vod. Brno.
- Kol. (2002): Předběžné výsledky SLDB 1. 3. 2002. ČSÚ, Praha.
- Kol. (2000): Databáze dlouhodobého vývoje landuse Česka. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK Praha.
- Kol. (2000): Jihlavský kraj – signální informace. Referát regionálního rozvoje OÚ Jihlava, Jihlava.
- Kol. (1999): Obec Dobronín – ČOV, projekt stavby, stavební povolení. VEGAspol, v.o.s., Brno.
- Kol. (1998): ČSN 75 7221 Jakost vod. Klasifikace jakosti povrchových vod. Český normalizační institut, Praha.
- Kol. (1995): Program hospodářského a sociálního rozvoje okresu Jihlava. Garep, Brno.
- Kol. (1970): Hydrologické poměry, I. a III. díl. HMÚ, Praha.
- Kol. (1969): Podnebí ČSSR. HMÚ, Praha.
- Lellák, J., Kubíček, F. (1991): Hydrobiologie. Universita Karlova, Praha.
- Nepublikované materiály krajské pobočky Českého statistického úřadu v Jihlavě
- Nepublikované materiály Odboru životního prostředí Magistrátu města Jihlavy (2001).
- Nepublikované materiály Okresní veterinární správy Havlíčkův Brod a Jihlava (2002).
- Nepublikované materiály Referátu životního prostředí Okresního úřadu Jihlava (2001).
- Netopil, R. a kol. (1981): Fyzická geografie I. SPN, Praha.
- Novák, V. J. (1942): Tvářnost Českomoravské vysočiny. Rozpr. 2.Tř. čes. Akad. 42/20/:1-65, Praha.
- Novák, V.J. (1932): Vývoj úvodí a údolí řeky Sázavy. Nakladatelství Královské české společnosti nauk, Praha.
- Pelíšek, J., Sekaninová, D. (1975): Pedogeografická mapa ČSR 1: 200 000, list Brno C4. Geograf. ústav ČSAV, Brno.
- Pitter, P. (1981): Základy hydrochemie. SNTL, Praha.
- Pitter, P. (2002): Zdroje a odstraňování nutrientů. Vodní hospodářství, 52. roč., č.2, Praha str. 29 – 31.

Pivokonský, M. (1997): Kvalita povrchových vod Cidliny. Diplomová práce, PřF UK, Praha.

Quitt, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. ČSAV, Brno.

Scheffer, F., Schachtschabel, P. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

Schönborn, W. (1992): Fliessgewässerbiologie. Fischer, Stuttgart.

Sládeček, V. (1976): Stanovení saprobního indexu. VÚV, Praha.

Sládeček, V. (1985): Stupnice saprobity. Vodní hospodářství oddíl B 35/1/, str. 17 – 19.

Sládeček, V., Sládečková, A. (1997): Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod, 1. díl – Producenti. Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Praha.

Sládečková, A., Sládeček, V. (1995): Hydrobiologie. Vydavatelství ČVUT, Praha.

Strauch, D., Baader, W., Tietjen, C. (1980): Odpady zo živočíšnej výroby. Příroda, Bratislava.

Tlapák, V., Šálek, J., Legát, V. (1992): Voda v zemědělské krajině. Zemědělské nakladatelství Brázda, Praha.

Veselá, M., (1989): Vysvětlivky ke geologické mapě ČSSR 1:25 000, 23-234 Jihlava, ÚÚG Praha.

Veselá, M., (1988): Vysvětlivky ke geologické mapě ČSSR 1:25 000, 23-232 Dobronín, ÚÚG Praha.

Vondrejs, A. (1961): Čistota toků Českomoravské vysočiny, II. část – povodí Sázavy. Vlastivědný sborník Vysočiny – oddíl věd přírodních, svazek V., Krajské nakladatelství, Brno.

Zahrádka, J. (2001): Metodická příručka pro biologický monitoring toků ve správě Zemědělské vodohospodářské správy. AQUA-Service, Brno.

Zelinka, M., Marvan, P. (1986): Saprobní index, jeho varianty a možnosti použití, Biologické hodnocení jakosti vody. MLVH, Praha, str.19 – 37.

Mapové podklady:

Autoatlas Česká Republika 1:200 000. Geodézie ČS, a.s. a Geodezie Brno, a.s., 1997.

Geologická mapa ČSSR 1:200 000, list M-33-XXII Jihlava. ÚÚG, Praha, 1964.

Pelišek, J., Sekaninová, D. (1975): Pedogeografická mapa ČSR 1: 200 000, list Brno C4. Geograf. ústav ČSAV, Brno.

Základní geologická mapa 1:25 000, list 23-232 Dobronín. ÚÚG, Praha, 1987.

Základní geologická mapa 1:25 000, list 23-234 Jihlava. ÚÚG, Praha, 1989.

Základní vodohospodářská mapa ČR 1:50 000, listy: 23-21 Havlíčkův Brod, 23-22 Žďár nad Sázavou, 23-23 Jihlava, 23-24 Polná. Český úřad zeměměřičský a katastrální, Praha, 1995.

13. Seznam tabulek

Tab. č. 1: Charakteristika jednotek MT3 a MT5 podle Quitta (1971)

Tab. č. 2: Využití území (1990 a 2000)

Tab. č. 3: Populační ekvivalenty znečištění podle Frajera (1980)

Tab. č. 4: Potenciální znečištění povodí Šlapanky živočišnou výrobou pro rok 2002

Tab. č. 5: Údaje o ČOV průmyslových podniků (2001)

Tab. č. 6: Potenciální znečištění povodí Šlapanky obyvatelstvem (2002)

Tab. č. 7: Údaje o obecních ČOV (2001)

Tab. č. 8: Údaje o znečištění vod skládkou Kamenná v roce 2001

Tab. č. 9: Srovnávací hodnoty saprobiologických, bakteriologických a chemických ukazatelů (v Sládeček, Sládečková 1997, upraveno)

Tab. č. 10: Míra závislosti koncentrací ukazatelů na průtocích

Tab. č. 11: Intervalová tabulka koncentrací N-NH₄

Tab. č. 12: Intervalová tabulka koncentrací N-NO₃

Tab. č. 13: Intervalová tabulka koncentrací N-NO₂

Tab. č. 14: Intervalová tabulka koncentrací PO₄³⁻

Tab. č. 15: Intervalové tabulky koncentrací BSK₅

Tab. č. 16: Hodnocení profilů dle ČSN 75 722

Tab. č. 17: Míra závislosti vybraných ukazatelů na průtocích (korelační koeficienty)

Tab. č. 18: Porovnání biologických a chemických parametrů vody

Tab. č. 19: Výsledky bakteriologických rozborů

14. Seznam obrázků

- Obr. č. 1: Lokalizace povodí Šlapanky (Autoatlas ČR 1:200 000, oskenováno)*
- Obr. č. 2: Výchoz usměrněných přeměněných hornin v odtokovém korytě rybníka Kukle*
- Obr. č. 3: Podélný profil toku Šlapanky*
- Obr. č. 4: Měsíční průměrné srážky za rok 2001 na srážkoměrné stanici Polná*
- Obr. č. 5: Čára překročení denních průtoků*
- Obr. č. 6: Průměrné měsíční průtoky*
- Obr. č. 7: Měsíční odtoky*
- Obr. č. 8: Odtok podle ročních období*
- Obr. č. 9: Odtok podle půlroků*
- Obr. č. 10: Vývoj průměrných ročních průtoků (1956 – 2001)*
- Obr. č. 11: Lokalizace PP Šlapanka*
- Obr. č. 12: Lokalizace PP Vysoký kámen*
- Obr. č. 13: Mapa využití území*
- Obr. č. 14: Spotřeba průmyslových hnojiv v ČR na 1 ha zemědělské půdy (v kg čistých živin)*
- Obr. č. 15: Kartogram potenciálního zatížení povodí Šlapanky živočišnou výrobou (rok 2002)*
- Obr. č. 16: Kartogram potenciálního zatížení povodí Šlapanky obyvatelstvem (rok 2002)*
- Obr. č. 17: Kartogram potenciálního zatížení povodí Šlapanky obyvatelstvem a živočišnou výrobou (rok 2002)*
- Obr. č. 18: ČOV v obci Dobronín – ve výstavbě*
- Obr. č. 19: Lokalizace odběrových profilů*
- Obr. č. 20: Profil Věžnička*
- Obr. č. 21: Profil Dobroutov*
- Obr. č. 22: Profil Polná – židovský hřbitov*
- Obr. č. 23: Profil Dobronín pod obcí*
- Obr. č. 24 : Graf vývoje koncentrací N-NH₄ na profilu Mírovka v letech 1976 - 2001*
- Obr. č. 25: Graf vývoje koncentrací N-NO₃ na profilu Mírovka v letech 1976 - 2001*
- Obr. č. 26: Graf vývoje koncentrací N-NO₂ na profilu Mírovka v letech 1979 - 2001*
- Obr. č. 27: Graf vývoje koncentrací PO₄³⁻ na profilu Mírovka v letech 1994 - 2001*
- Obr. č. 28: Graf vývoje hodnot CHSK_{Cr} na profilu Mírovka v letech 1976 – 2001*
- Obr. č. 29: Graf vývoje hodnot BSK₅ na profilu Mírovka v letech 1976 - 2001*

- Obr. č. 30: Graf závislosti koncentrací N-NH₄ na průtocích*
- Obr. č. 31: Graf závislosti koncentrací N-NO₃ na průtocích*
- Obr. č. 32: Graf závislosti koncentrací N-NO₂ na průtocích*
- Obr. č. 33: Graf závislosti koncentrací PO₄³⁻ na průtocích*
- Obr. č. 34: Graf závislosti koncentrací BSK₅ na průtocích*
- Obr. č. 35: Graf závislosti koncentrací N-NH₄ na průtocích a roční době*
- Obr. č. 36: Graf závislosti koncentrací N-NO₃ na průtocích a roční době*
- Obr. č. 37: Graf závislosti koncentrací N-NO₂ na průtocích a roční době*
- Obr. č. 38: Graf závislosti koncentrací PO₄³⁻ na průtocích a roční době*
- Obr. č. 39: Graf závislosti koncentrací BSK₅ na průtocích a roční době*
- Obr. č. 40: Odkalovací nádrž podniku Amylon Polná*
- Obr. č. 41: Detail vyústění domácí kanalizace do recipientu (Dobronín)*
- Obr. č. 42: Podélný profil koncentrací N-NH₄*
- Obr. č. 43: Podélný profil koncentrací N-NO₃*
- Obr. č. 44: Podélný profil koncentrací N-NO₂*
- Obr. č. 45: Podélný profil koncentrací PO₄³⁻*
- Obr. č. 46: Podélný profil hodnot BSK₅*
- Obr. č. 47: Podélný profil koncentrací rozpuštěného O₂*
- Obr. č. 48: Graf vývoje saprobního indexu biosestonu v období 1976 - 1999*
- Obr. č. 49: Graf vývoje saprobního indexu bentosu v období 1976 - 1999*
- Obr. č. 50: Graf vývoje fekálních koliformních bakterií v období 1976 - 1999*

15. Seznam příloh

Příloha 1: Geologická mapa povodí Šlapanky

Příloha 2: Geomorfologické členění povodí Šlapanky

Příloha 3: Přehled vodních toků povodí Šlapanky

Příloha 4: Graf vývoje povodí

Příloha 5: Potenciální zatížení povodí Šlapanky živočišnou výrobou dle druhu domácích zvířat za rok 2002

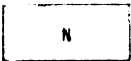





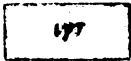







Příloha 6: Výsledky chemických analýz (2001 - 2003)

Příloha 7: Protokol ke zpracování vzorků "Šlapanka" 2002

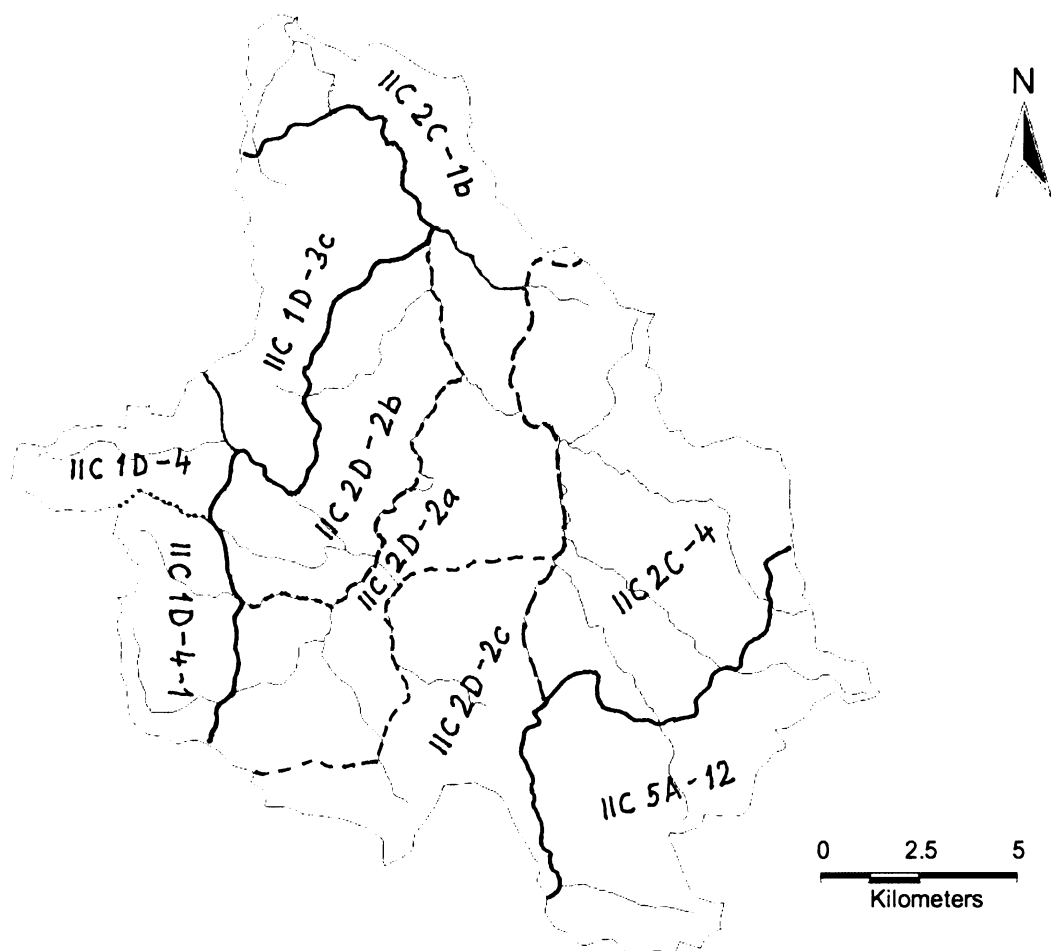
Příloha 1: Geologická mapa povodí Šlapanky



Geologická mapa 1 : 200 000, list M-33-XXII Jihlava (oskenováno)

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | jezerní, říční štěrky, písky, jíly |  | biotitické pararuly |
|  | dvojslídny granit až adamelit |  | dvojslídne až muskovitické ortoruly |
|  | amfibolicko-biotitický melanokratický granit |  | amfibolity |
|  | leukokratické žuly, aplity, pegmatity |  | serpentinity |
|  | biotiticko-pyroxenický syenit |  | skarny |
|  | amfibolicko-biotitické granodiority |  | cordieritické ruly až nebulitické migmatity |
|  | biotitické a silimaniticko-biotitické pararuly |  | cordieritické migmatity |

Příloha 2: Geomorfologické členění povodí Šlapanky

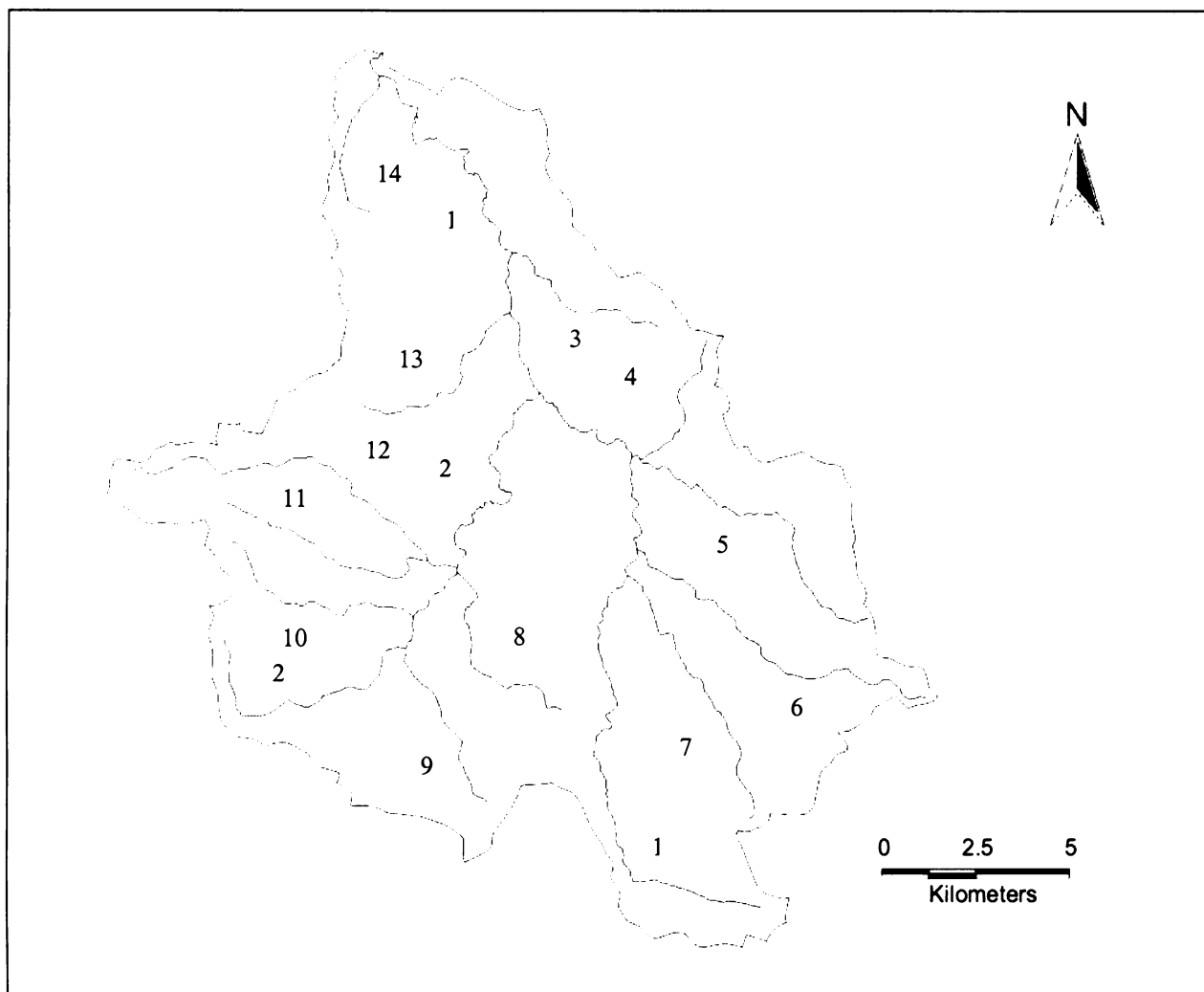


| | |
|-----------|--------------------------|
| IIC1D-3c | Vysočinská pahorkatina |
| IIC1D-4 | Jeníkovská vrchovina |
| IIC1D-4-1 | Vysokokamenský hřbet |
| IIC2C-4 | Přibyslavská pahorkatina |
| IIC2C-1b | Bartoušovská pahorkatina |
| IIC2D-2a | Střítežská pánev |
| IIC2D-2b | Štocká pahorkatina |
| IIC2D-2c | Beranovský práh |
| IIC5A-12 | Řehořovská pahorkatina |

Legenda:

| | |
|---------|-----------|
| ———— | celek |
| - - - - | podcelek |
| ———— | okrsek |
| - - - - | podokrsek |
| | část |

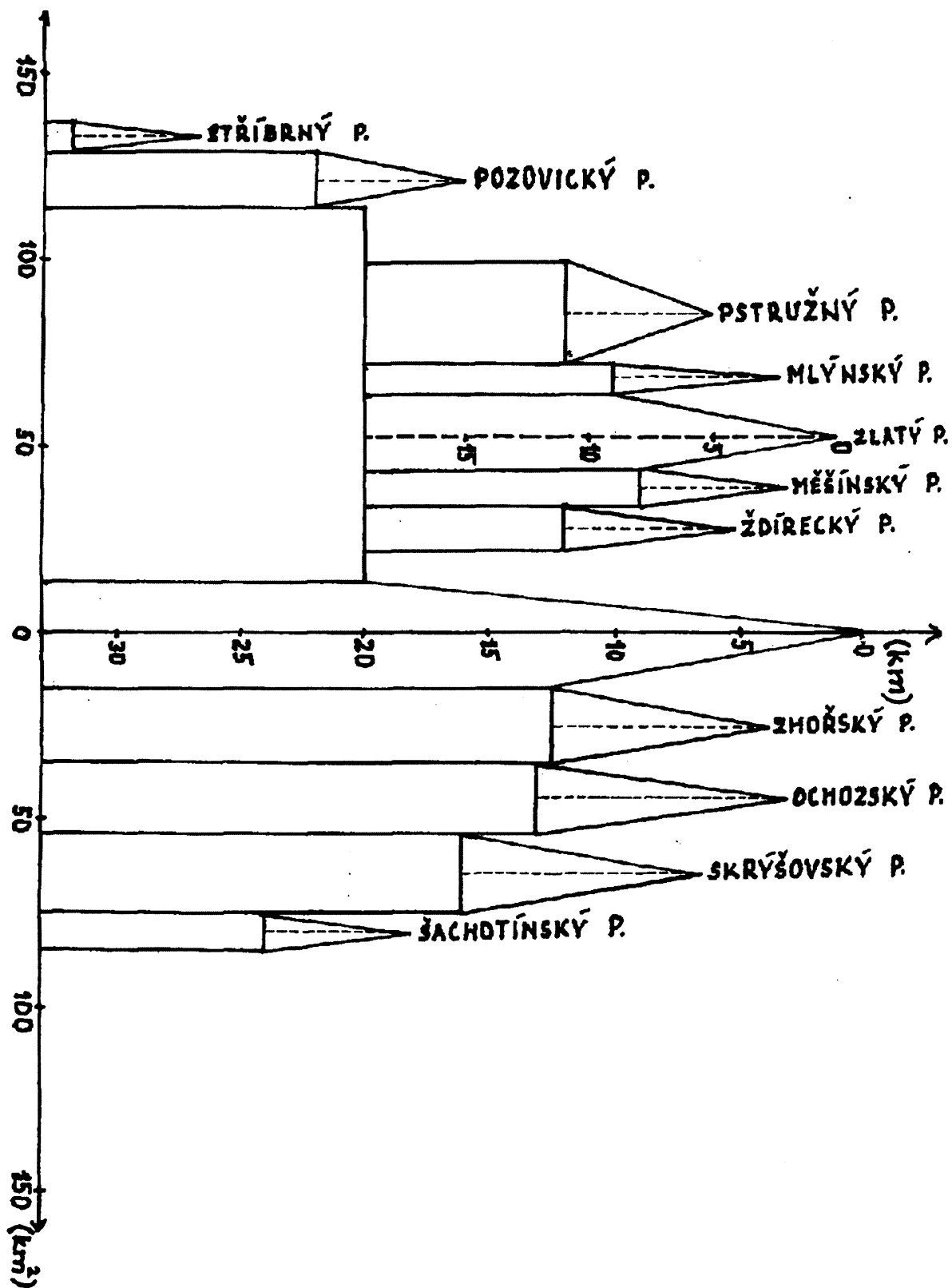
Příloha 3: Přehled vodních toků povodí Šlapanky



Vodní toky:

- 1 – Šlapanka
- 2 – Zlatý potok
- 3 – Šachotínský potok
- 4 – Bijavický potok
- 5 – Skryšovský potok
- 6 – Ochozský potok
- 7 – Zhořský potok
- 8 – Ždírecký potok
- 9 – Měšínský potok
- 10 – Pstružný potok
- 11 – Zvonějovský potok
- 12 – Mlýnský potok
- 13 – Pozovický potok
- 14 – Stříbrný potok

Příloha 4: Graf vývoje povodí



Zdroj: Základní vodohospodářská mapa ČR 1 : 50 000

Příloha 5: Potenciální zatížení povodí Šlapanky živočišnou výrobou dle druhu domácích zvířat za rok 2002

| katastrální území | kráva | | | jalovice | | | žír ve výkrmu | | |
|-------------------|-------|--------|-----------------------|----------|------|-----------------------|---------------|------|-----------------------|
| | ks | PEZ | BSK ₅ kg/d | ks | PEZ | BSK ₅ kg/d | ks | PEZ | BSK ₅ kg/d |
| Bartoušov | 94 | 1043,4 | 62,60 | 0 | 0 | 0 | 30 | 270 | 16,20 |
| Hrbov | 260 | 2886,0 | 173,16 | 60 | 480 | 28,80 | 0 | 0 | 0 |
| Janovice | 10 | 111,0 | 6,66 | 220 | 1760 | 105,60 | 150 | 1350 | 81,00 |
| Mírovka | 10 | 111,0 | 6,66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nové Dvory | 10 | 111,0 | 6,66 | 0 | 0 | 0 | 60 | 540 | 32,40 |
| Polná | 260 | 2886,0 | 173,16 | 50 | 400 | 24,00 | 10 | 90 | 5,40 |
| Pozovice | 490 | 5439,0 | 326,34 | 90 | 720 | 43,20 | 3 | 27 | 1,62 |
| Rybné | 20 | 222,0 | 13,32 | 123 | 984 | 59,04 | 10 | 90 | 5,40 |
| Skrýšov | 5 | 55,5 | 3,33 | 50 | 400 | 24,00 | 3 | 27 | 1,62 |
| Smilov | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Střítež | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 90 | 5,40 |
| Šlapanov | 60 | 666,0 | 39,96 | 0 | 0 | 0 | 125 | 1125 | 67,50 |
| Štoky | 240 | 2664,0 | 159,84 | 0 | 0 | 0 | 200 | 1800 | 108,00 |
| Věžnice | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 216 | 12,96 |
| Věžnice u Š. | 125 | 1387,5 | 83,25 | 112 | 896 | 53,76 | 400 | 3600 | 216,00 |
| Věžnička | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vysoká | 98 | 1087,8 | 65,27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Záborná | 100 | 1110,0 | 66,60 | 40 | 320 | 19,20 | 0 | 0 | 0 |
| Zhoř | 430 | 4773,0 | 286,38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ždírec | 80 | 888,0 | 53,28 | 370 | 2960 | 177,60 | 0 | 0 | 0 |

| katastrální území | tele | | | prasnice + sele | | | prase ve výkrmu | | |
|-------------------|------|--------|-----------------------|-----------------|------|-----------------------|-----------------|------|-----------------------|
| | ks | PEZ | BSK ₅ kg/d | ks | PEZ | BSK ₅ kg/d | ks | PEZ | BSK ₅ kg/d |
| Bartoušov | 27 | 175,5 | 10,53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hrbov | 120 | 780,0 | 46,80 | 80 | 280 | 16,80 | 350 | 1925 | 115,50 |
| Janovice | 200 | 1300,0 | 78,00 | 0 | 0 | 0 | 20 | 110 | 6,60 |
| Mírovka | 4 | 26,0 | 1,56 | 0 | 0 | 0 | 60 | 330 | 19,80 |
| Nové Dvory | 0 | 0 | 0 | 130 | 455 | 27,30 | 1000 | 5500 | 330,00 |
| Polná | 80 | 520,0 | 31,20 | 80 | 280 | 16,80 | 480 | 2640 | 158,40 |
| Pozovice | 165 | 1072,5 | 64,35 | 0 | 0 | 0 | 290 | 1595 | 95,70 |
| Rybné | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Skrýšov | 110 | 715,0 | 42,90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Smilov | 0 | 0 | 0 | 1160 | 4060 | 243,60 | 0 | 0 | 0 |
| Střítež | 0 | 0 | 0 | 50 | 175 | 10,50 | 200 | 1100 | 66,00 |
| Šlapanov | 130 | 845,0 | 50,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Štoky | 20 | 130,0 | 7,80 | 560 | 1960 | 117,60 | 600 | 3300 | 198,00 |
| Věžnice | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 22 | 1,32 |
| Věžnice u Š. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Věžnička | 130 | 845,0 | 50,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vysoká | 15 | 97,5 | 5,85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Záborná | 0 | 0 | 0 | 20 | 70 | 4,20 | 200 | 1100 | 66,00 |
| Zhoř | 0 | 0 | 0 | 600 | 2100 | 126,00 | 500 | 2750 | 165,00 |
| Ždírec | 80 | 520,0 | 31,20 | 120 | 420 | 25,20 | 500 | 2750 | 165,00 |

Zdroj dat: Nepublikované materiály OVS Jihlava a Havlíčkův Brod

Příloha 6: Výsledky chemických analýz (2001 - 2003)

Profil č. 1: VĚŽNICE

| | 16.12. | 30.1. | 26.2. | 24.3. | 21.4. | 12.5. | 16.6. | 21.7. | 18.8. | 15.9. | 3.12. | 5.1. | průměr | C90 | třída |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| datum odběru | * | * | 23,7 | 24,87 | 15,89 | 2,93 | 2,93 | 0,08 | 29,51 | 5,86 | 19,58 | 50,96 | 16,03 | | |
| průtok (l/s) | * | 4,50 | 3,25 | 3,75 | 11,25 | 15,25 | 17,50 | 18,00 | 16,50 | 12,75 | 1,50 | 1,50 | 9,61 | 17,00 | I. |
| teplota vody (°C) | * | 24,9 | 25,5 | 21,4 | 40,2 | 48,5 | 32,6 | 39,1 | 29,9 | 36,9 | 34,8 | 21,5 | 32,3 | 42,6 | II. |
| vodivost (mS/m) | * | 7,35 | 5,89 | 7,48 | 7,85 | 7,34 | 7,50 | 7,59 | 7,10 | 7,09 | 7,01 | 7,42 | 7,24 | 7,65 | |
| pH | * | 0,76 | 0,60 | 0,60 | 0,76 | 1,09 | 1,40 | 1,89 | 0,90 | 1,19 | 0,54 | 0,49 | 0,93 | 1,49 | |
| celková alkalita (mmol/l) | * | 0,39 | 0,53 | 0,18 | 0,13 | 0,35 | 0,18 | 0,18 | 0,07 | 0,18 | 0,27 | 0,18 | 0,24 | 0,42 | |
| celková acidita (mmol/l) | * | 1,49 | 1,16 | 1,18 | 1,25 | 1,36 | 1,36 | 1,56 | * | 1,33 | 1,60 | 1,05 | 1,30 | 1,55 | |
| tvrdost (mmol/l) | * | 7,28 | 8,24 | 6,32 | 5,96 | 10,48 | 11,60 | 14,24 | 8,13 | 12,16 | 6,00 | 8,32 | 8,23 | 12,67 | III. |
| CHSK _{Mn} (mg/l) | * | 10,52 | 8,30 | 11,36 | 10,89 | 8,47 | 5,39 | 4,50 | * | 5,61 | 10,53 | 12,09 | 8,77 | 5,17 | III. |
| rozpuštěný kyslík (mg/l) | * | 0,70 | 2,11 | 2,81 | 4,84 | 9,32 | 41,18 | 38,20 | 3,70 | 2,15 | 0,59 | 1,83 | 9,77 | 29,57 | V. |
| BSK ₅ (mg/l) | * | 0,93 | 0,54 | 0,33 | 1,38 | 1,37 | 1,48 | 0,98 | 0,02 | 1,85 | 0,64 | 1,10 | 0,97 | 1,57 | IV. |
| N-NH ₄ (mg/l) | * | 27,69 | 10,62 | 9,15 | 10,28 | 8,93 | 5,54 | 5,42 | 2,10 | 9,61 | 15,75 | 10,96 | 10,55 | 18,13 | V. |
| N-NO ₃ (mg/l) | * | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,06 | 0,17 | 0,25 | 0,67 | 0,01 | 0,14 | 0,02 | 0,02 | 0,13 | 0,37 | V. |
| N-NO ₂ (mg/l) | * | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,16 | 0,06 | 0,21 | 0,38 | 0,29 | 0,78 | 0,01 | 0,18 | 0,20 | 0,48 | |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | * | | | | | | | | | | | | | | |

* - nenaměřeno pro poruchu přístroje

Příloha 6 - pokračování

Profil č. 2: VĚŽNÍČKA

| | 16.12. | 30.1. | 26.2. | 24.3. | 21.4. | 12.5. | 16.6. | 21.7. | 18.8. | 15.9. | 3.12. | 5.1. | průměr | C90 | třída |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| datum odběru | | | | | | | | | | | | | | | |
| průtok (l/s) | 38,72 | * | 302,7 | 177,1 | 133,8 | 102,7 | 24,02 | 32,57 | 377,5 | 100,1 | 210,2 | 364,6 | 169,5 | | |
| teplota vody (°C) | 0,50 | 4,50 | 3,00 | 4,50 | 11,75 | 15,50 | 20,50 | 19,50 | 18,50 | 12,50 | 0,50 | 1,50 | 9,40 | 19,50 | I. |
| vodivost (mS/m) | 29,3 | 27,1 | 30,9 | 27,2 | 41,1 | 49,1 | 34,9 | 30,5 | 32,1 | 35,1 | 37,9 | 26,3 | 33,5 | 42,7 | II. |
| pH | 8,55 | 7,63 | 7,66 | 7,42 | 8,18 | 7,06 | 8,24 | 8,07 | 7,20 | 7,30 | 7,25 | 7,63 | 7,68 | 8,32 | |
| celková alkalita (mmol/l) | 1,31 | 0,71 | 0,54 | 0,71 | 0,60 | 1,03 | 1,35 | 1,40 | 1,40 | 1,24 | 0,65 | 0,49 | 0,95 | 1,38 | |
| celková acidita (mmol/l) | 0,13 | 0,52 | 0,18 | 0,09 | 0,13 | 0,35 | 0,31 | 0,09 | 0,06 | 0,22 | 0,13 | 0,09 | 0,19 | 0,29 | |
| tvrdost (mmol/l) | 1,44 | 1,62 | 1,28 | 1,48 | 1,38 | 1,36 | 1,26 | 1,41 | * | 1,55 | 1,80 | 1,65 | 1,47 | 1,69 | |
| CHSK _{Mn} (mg/l) | 6,16 | 6,80 | 5,88 | 6,44 | 5,92 | 9,36 | 11,68 | 14,08 | 8,51 | 11,68 | 5,76 | 6,88 | 8,26 | 12,48 | III. |
| rozpuštěný kyslík (mg/l) | 11,72 | 11,17 | 8,30 | 11,66 | 10,26 | 9,57 | 9,41 | 8,66 | * | 8,92 | 10,92 | 11,62 | 10,20 | 8,63 | I. |
| BSK ₅ (mg/l) | 8,33 | 1,51 | 2,20 | 2,92 | 3,68 | 5,24 | 5,08 | 3,00 | 7,00 | 3,19 | 2,13 | 1,52 | 3,82 | 6,86 | III. |
| N-NH ₄ (mg/l) | 0,59 | 0,93 | 0,51 | 0,14 | 0,89 | 0,51 | 0,88 | 1,03 | 0,03 | 0,63 | 0,52 | 0,97 | 0,64 | 0,98 | III. |
| N-NO ₃ (mg/l) | 7,63 | 27,12 | 8,48 | 9,27 | 8,70 | 6,89 | 3,84 | 3,22 | 2,26 | 6,55 | 14,80 | 12,43 | 9,27 | 18,12 | V. |
| N-NO ₂ (mg/l) | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | IV. |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | 0,07 | 0,13 | 0,06 | 0,01 | 0,14 | 0,02 | 0,13 | 0,14 | 0,10 | 0,04 | 0,05 | 0,14 | 0,08 | 0,14 | |

* - neměřeno pro poruchu přístroje

Příloha 6 - pokračování

Profil č. 3: DOBRROUTOV

| datum odběru | 16.12. | 30.1. | 26.2. | 24.3. | 21.4. | 12.5. | 16.6. | 21.7. | 18.8. | 15.9. | 3.12. | 5.1. | průměr | C90 | třída |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| průtok (l/s) | 22,7 | * | 165,3 | 118,4 | 43,92 | 28,08 | 27,84 | 10,82 | 37,26 | 21,74 | 105,4 | 150,6 | 66,55 | | |
| teplota vody (°C) | 1,50 | 2,75 | 2,50 | 4,00 | 10,50 | 17,00 | 19,50 | 22,50 | 22,00 | 13,75 | 0,50 | 1,75 | 9,85 | 21,30 | I. |
| vodivost (mS/m) | 26,0 | 21,7 | 25,1 | 24,0 | 34,0 | 45,2 | 37,8 | 32,6 | 29,9 | 36,3 | 33,8 | 22,3 | 37,6 | 38,5 | I. |
| pH | 9,45 | 7,80 | 7,60 | 7,81 | 8,37 | 7,78 | 8,57 | 7,87 | 7,20 | 7,72 | 7,23 | 7,89 | 7,94 | 8,80 | |
| celková alkalita (mmol/l) | 1,64 | 0,76 | 0,87 | 0,98 | 1,03 | 1,63 | 2,00 | 2,05 | 1,40 | 1,62 | 1,08 | 0,97 | 1,34 | 1,90 | |
| celková acidita (mmol/l) | 0,17 | 0,48 | 0,26 | 0,18 | 0,18 | 0,26 | 0,09 | 0,18 | 0,06 | 0,27 | 0,13 | 0,13 | 0,20 | 0,34 | |
| tvrdost (mmol/l) | 1,47 | 1,26 | 1,31 | 1,30 | 1,38 | 1,38 | 1,34 | 1,46 | * | 1,45 | 1,65 | 1,15 | 1,38 | 1,52 | |
| CHSK _{Mn} (mg/l) | 7,44 | 10,16 | 7,64 | 7,60 | 8,96 | 12,08 | 18,24 | 29,44 | 11,97 | 13,28 | 8,00 | 11,84 | 12,22 | 20,32 | IV. |
| rozpuštěný kyslík (mg/l) | 12,46 | 11,48 | 9,15 | 11,29 | 10,72 | 7,13 | 6,35 | 9,82 | * | 7,60 | 11,13 | 12,09 | 9,93 | 7,02 | I. |
| BSK ₅ (mg/l) | 3,34 | 2,84 | 3,84 | 3,16 | 7,65 | 7,42 | 8,34 | 73,08 | 3,70 | 25,99 | 2,19 | 5,54 | 12,25 | 35,08 | V. |
| N-NH ₄ (mg/l) | 1,45 | 0,72 | 1,02 | 0,96 | 1,04 | 1,04 | 1,59 | 1,09 | 0,20 | 1,28 | 1,01 | 1,10 | 1,04 | 1,44 | III. |
| N-NO ₃ (mg/l) | 6,50 | 17,52 | 10,28 | 7,12 | 7,46 | 5,42 | 2,71 | 2,02 | 1,47 | 6,22 | 12,77 | 11,98 | 7,62 | 14,09 | V. |
| N-NO ₂ (mg/l) | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | 0,07 | 0,12 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,12 | 0,07 | 0,04 | 0,06 | 0,12 | V. |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | 0,52 | 0,29 | 0,35 | 0,31 | 0,42 | 0,55 | 0,58 | 0,49 | 0,44 | 0,38 | 0,28 | 0,30 | 0,41 | 0,55 | |

* - nenaměřeno pro poruchu přístroje

Příloha 6 - pokračování

Profil č. 4: POLNÁ - SAPELI

| datum odběru | 16.12. | 30.1. | 26.2. | 24.3. | 21.4. | 12.5. | 16.6. | 21.7. | 18.8. | 15.9. | 3.12. | 5.1. | průměr | C90 | třída |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| průtok (l/s) | 25,66 | * | 217,4 | 163,1 | 83,93 | 50,64 | 15,56 | 20,33 | 128,6 | 39,66 | 82,03 | 191 | 92,53 | | |
| teplota vody (°C) | 0,70 | 2,50 | 2,50 | 4,50 | 10,00 | 16,25 | 19,25 | 22,50 | 18,50 | 14,00 | 1,00 | 2,00 | 9,48 | 20,00 | I. |
| vodivost (mS/m) | 25,1 | 22,3 | 27,9 | 23,8 | 34,4 | 43,7 | 33,3 | 31,6 | 26,7 | 39,2 | 33,7 | 19,7 | 30,1 | 39,1 | I. |
| pH | 9,54 | 7,73 | 7,69 | 7,38 | 8,13 | 7,08 | 7,99 | 8,12 | 7,10 | 7,74 | 7,18 | 7,74 | 7,79 | 8,60 | |
| celková alkalita (mmol/l) | 1,53 | 0,76 | 0,76 | 0,81 | 0,98 | 1,41 | 1,67 | 1,67 | 0,80 | 1,30 | 1,08 | 0,54 | 1,11 | 1,63 | |
| celková acidita (mmol/l) | 0,52 | 0,35 | 0,18 | 0,18 | 0,15 | 0,22 | 0,18 | 0,09 | 0,07 | 0,27 | 0,18 | 0,09 | 0,21 | 0,38 | |
| tvrdost (mmol/l) | 1,57 | 1,24 | 1,26 | 1,30 | 1,30 | 1,31 | 1,46 | 1,51 | * | 1,33 | 1,55 | 0,95 | 1,34 | 1,54 | |
| CHSK _{Mn} (mg/l) | 6,56 | 8,64 | 7,12 | 6,92 | 9,12 | 12,32 | 11,68 | 16,80 | 10,75 | 11,04 | 38,00 | 9,52 | 12,37 | 22,37 | IV. |
| rozpuštěný kyslík (mg/l) | 12,55 | 11,64 | 8,85 | 11,86 | 10,52 | 8,27 | 6,38 | 6,35 | * | 8,09 | 9,80 | 12,19 | 9,68 | 6,94 | II. |
| BSK ₅ (mg/l) | 2,71 | 1,88 | 2,73 | 4,40 | 8,21 | 4,94 | 5,98 | 15,00 | 1,60 | 4,57 | N | 2,28 | 4,94 | 10,98 | IV. |
| N-NH ₄ (mg/l) | 0,50 | 1,37 | 0,74 | 0,41 | 0,72 | 0,75 | 0,91 | 1,13 | 0,19 | 0,67 | 1,12 | 1,59 | 0,84 | 1,36 | III. |
| N-NO ₃ (mg/l) | 7,18 | 18,08 | 11,53 | 8,48 | 7,80 | 5,93 | 3,50 | 2,94 | 2,12 | 7,68 | 7,03 | 8,81 | 7,59 | 12,81 | V. |
| N-NO ₂ (mg/l) | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | 0,09 | 0,14 | 0,10 | 0,02 | 0,08 | 0,07 | 0,04 | 0,06 | 0,11 | V. |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | 0,04 | 0,21 | 0,14 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,31 | 0,32 | 0,23 | 0,11 | 0,11 | 0,22 | 0,15 | 0,29 | |

* - nenaněřeno pro poruchu přístroje, N - chyba při měření

Příloha 6 - pokračování

Profil č. 5: POLNÁ - ŽIDOVSKÝ HRBITOV

| | 16.12. | 30.1. | 26.2. | 24.3. | 21.4. | 12.5. | 16.6. | 21.7. | 18.8. | 15.9. | 3.12. | 5.1. | průměr | C90 | třída |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| datum odběru | 82,76 | * | 835,8 | 524,1 | 189,8 | 235,4 | 65,54 | 91,51 | 696,7 | 172,5 | 450,6 | 1035 | 398,2 | | |
| průtok (l/s) | 2,00 | 3,25 | 3,00 | 4,50 | 11,50 | 18,00 | 21,50 | 22,25 | 21,25 | 14,50 | 1,00 | 1,50 | 10,35 | 22,00 | I. |
| teplota vody (°C) | 31,1 | 24,3 | 29,6 | 26,0 | 42,9 | 51,0 | 49,4 | 39,7 | 29,3 | 41,4 | 37,1 | 23,2 | 35,4 | 47,8 | II. |
| vodivost (mS/m) | 9,27 | 7,81 | 7,81 | 8,20 | 8,44 | 8,31 | 7,93 | 7,86 | 7,10 | 8,20 | 7,15 | 7,97 | 8,00 | 8,67 | |
| pH | 1,64 | 0,82 | 0,71 | 0,81 | 1,09 | 1,41 | 2,11 | 2,00 | 1,10 | 1,84 | 0,97 | 0,76 | 1,27 | 1,98 | |
| celková alkalita (mmol/l) | 0,61 | 0,30 | 0,18 | 0,13 | 0,15 | 0,13 | 0,45 | 0,27 | 0,07 | 0,22 | 0,18 | 0,13 | 0,23 | 0,45 | |
| celková acidita (mmol/l) | 1,47 | 1,39 | 1,36 | 1,30 | 1,40 | 1,31 | 1,44 | 1,48 | * | 1,35 | 1,95 | 1,15 | 1,42 | 1,63 | |
| tvrdost (mmol/l) | 7,76 | 8,60 | 7,76 | 9,92 | 9,52 | 11,36 | 16,96 | 26,24 | 11,78 | 13,44 | 9,44 | 9,44 | 11,85 | 18,88 | IV. |
| CHSK _{Min} (mg/l) | 11,86 | 11,44 | 9,00 | 11,76 | 10,10 | 6,96 | 3,65 | 5,59 | * | 7,90 | 11,17 | 12,65 | 9,28 | 5,40 | III. |
| rozpuštěný kyslík (mg/l) | 2,94 | 3,06 | 3,53 | 5,75 | 6,90 | N | 64,18 | 19,24 | 7,90 | 7,34 | 8,82 | 3,37 | 11,83 | 30,70 | V. |
| BSK ₅ (mg/l) | 0,58 | 0,98 | 0,60 | 0,25 | 0,81 | 0,65 | 1,56 | 1,03 | 0,06 | 0,94 | 0,65 | 1,10 | 0,77 | 1,23 | III. |
| N-NH ₄ (mg/l) | 6,33 | 17,97 | 11,41 | 8,48 | 7,18 | 4,86 | 1,46 | 1,51 | 1,42 | 4,27 | 12,23 | 9,49 | 7,22 | 13,87 | V. |
| N-NO ₃ (mg/l) | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,09 | 0,23 | 0,08 | 0,02 | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 0,06 | 0,13 | V. |
| N-NO ₂ (mg/l) | 0,33 | 0,19 | 0,15 | 0,04 | 0,07 | 0,21 | 0,96 | 0,50 | 0,15 | 0,13 | 0,11 | 0,27 | 0,26 | 0,66 | |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | | | | | | | | | | | | | | | |

* - nenaměřeno pro poruchu přístroje, N - chyba při měření

Příloha 6 - pokračování

Profil č. 6: VĚŽNICE U ŠLAPANOVA

| | 16.12. | 30.1. | 26.2. | 24.3. | 21.4. | 12.5. | 16.6. | 21.7. | 18.8. | 15.9. | 3.12. | 5.1. | průměr | C90 | třída |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| datum odběru | | | | | | | | | | | | | | | |
| průtok (l/s) | * | * | 1400 | 1036 | 356,9 | 348,7 | 161,3 | 154,8 | 1199 | 250,1 | 792,6 | 1797 | 749,7 | | |
| teplota vody (°C) | * | 3,50 | 2,50 | 4,25 | 10,10 | 17,50 | 19,75 | 20,75 | 19,00 | 13,50 | 1,50 | 2,00 | 10,40 | 20,00 | I. |
| vodivost (mS/m) | * | 24,2 | 30,9 | 23,9 | 36,5 | 51,1 | 37,7 | 35,4 | 29,5 | 34,4 | 36,0 | 24,6 | 33,1 | 41,8 | II. |
| pH | * | 7,86 | 6,68 | 7,82 | 8,52 | 7,63 | 8,16 | 7,82 | 7,20 | 7,56 | 7,07 | 7,51 | 7,62 | 8,18 | |
| celková alkalita (mmol/l) | * | 0,66 | 0,81 | 0,92 | 0,92 | 1,52 | 1,78 | 1,84 | 1,00 | 1,51 | 0,86 | 0,59 | 1,13 | 1,71 | |
| celková acidita (mmol/l) | * | 0,17 | 0,26 | 0,18 | 0,15 | 0,26 | 0,31 | 0,18 | 0,07 | 0,27 | 0,18 | 0,09 | 0,19 | 0,28 | |
| tvrdost (mmol/l) | * | 1,39 | 1,41 | 1,35 | 1,33 | 1,36 | 1,46 | 1,28 | * | 1,45 | 1,55 | 1,05 | 1,36 | 1,49 | |
| CHSK _{Mn} (mg/l) | * | 7,76 | 6,40 | 7,12 | 7,68 | 14,16 | 13,12 | 16,24 | 9,73 | 12,40 | 6,40 | 8,64 | 9,97 | 14,51 | III. |
| rozpuštěný kyslík (mg/l) | * | 11,36 | 8,40 | 11,71 | 12,84 | 9,15 | 7,94 | 6,10 | * | 8,90 | 11,61 | 12,49 | 10,05 | 7,49 | I. |
| BSK ₅ (mg/l) | * | 1,40 | 2,21 | 4,44 | 5,82 | 10,31 | 16,01 | 22,62 | 3,40 | 5,38 | 2,66 | 3,02 | 7,02 | 16,31 | V. |
| N-NH ₄ (mg/l) | * | 1,30 | 0,82 | 0,27 | 0,89 | 0,57 | 0,96 | 1,66 | 0,05 | 0,85 | 0,79 | 0,96 | 0,83 | 1,30 | III. |
| N-NO ₃ (mg/l) | * | 17,63 | 11,30 | 7,18 | 7,35 | 4,24 | 3,16 | 3,33 | 1,58 | 4,69 | 11,91 | 9,72 | 7,46 | 13,61 | V. |
| N-NO ₂ (mg/l) | * | 0,05 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 0,06 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | V. |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | * | 0,20 | 0,25 | 0,04 | 0,07 | 0,13 | 0,71 | 1,05 | 0,29 | 0,24 | 0,21 | 0,28 | 0,31 | 0,68 | |

* - nenaměřeno pro poruchu přístroje

Příloha 6 - pokračování

Profil č. 7: DOBRONIN - ZLATÝ POTOK

| | 16.12. | 30.1. | 26.2. | 24.3. | 21.4. | 12.5. | 16.6. | 21.7. | 18.8. | 15.9. | 3.12. | 5.1. | průměr | C90 | třída |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|-------|-------|
| datum odběru | 70,94 | * | 894,9 | 447,9 | 207,8 | 157,7 | 228,3 | 68,97 | 379,4 | 78,26 | 289 | 1288 | 373,8 | | |
| průtok (l/s) | 1,50 | 2,50 | 2,25 | 4,00 | 10,75 | 17,00 | 22,50 | 21,00 | 19,25 | 13,00 | 1,00 | 1,75 | 9,70 | 20,90 | I. |
| teplota vody (°C) | 30,4 | 30,8 | 33,6 | 29,3 | 42,1 | 53,3 | 53,4 | 41,0 | 33,4 | 36,2 | 37,6 | 30,4 | 37,6 | 49,6 | II. |
| vodivost (mS/m) | 8,54 | 7,62 | 7,69 | 7,90 | 8,38 | 8,23 | 8,36 | 8,22 | 7,20 | 7,28 | 7,16 | 7,82 | 7,90 | 8,43 | |
| pH | 1,42 | 1,15 | 0,92 | 0,98 | 0,92 | 1,41 | 1,57 | 1,78 | 1,30 | 1,62 | 0,97 | 0,65 | 1,22 | 1,66 | |
| celková alkalita (mmol/l) | 0,17 | 0,35 | 0,22 | 0,18 | 0,31 | 0,13 | 0,36 | 0,18 | 0,08 | 0,36 | 0,18 | 0,13 | 0,22 | 0,35 | |
| celková acidita (mmol/l) | 1,67 | 1,41 | 1,36 | 1,48 | 1,58 | 1,56 | 1,71 | 1,76 | * | 1,81 | 1,65 | 1,55 | 1,59 | 1,76 | |
| tvrdost (mmol/l) | 8,64 | 8,72 | 9,92 | 9,12 | 10,16 | 13,28 | 13,20 | 23,04 | 10,11 | 15,68 | 7,76 | 9,28 | 11,58 | 17,33 | IV. |
| CHSK _{Mn} (mg/l) | 13,07 | 11,31 | 8,50 | 11,98 | 11,65 | 8,22 | 7,52 | 11,06 | * | 6,72 | 10,49 | 9,08 | 9,96 | 7,49 | I. |
| rozpuštěný kyslík (mg/l) | 5,42 | 1,54 | 3,96 | 4,45 | 6,57 | 8,88 | 22,87 | 85,78 | 3,40 | 25,68 | 1,68 | 0,20 | 14,20 | 44,77 | V. |
| BSK ₅ (mg/l) | 1,01 | 1,24 | 0,89 | 0,56 | 0,96 | 1,23 | 0,98 | 1,08 | 0,19 | 1,17 | 0,96 | 0,96 | 0,94 | 1,18 | III. |
| N-NH ₄ (mg/l) | 4,29 | 15,26 | 9,15 | 5,42 | 5,76 | 2,54 | 0,02 | 0,68 | 1,22 | 3,52 | 10,26 | 7,91 | 5,50 | 11,56 | V. |
| N-NO ₃ (mg/l) | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,08 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,10 | 0,07 | 0,04 | 0,05 | 0,08 | V. |
| N-NO ₂ (mg/l) | 0,09 | 0,17 | 0,15 | 0,06 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,22 | 0,17 | 0,31 | 0,10 | 0,21 | 0,13 | 0,24 | |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | | | | | | | | | | | | | | | |

* - nenaměřeno pro poruchu přístroje

Příloha 6 - pokračování

Profil č. 8: DOBRONÍN - MLÝNSKÝ POTOK

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| datum odběru | 16.12. | 30.1. | 26.2. | 24.3. | 21.4. | 12.5. | 16.6. | 21.7. | 18.8. | 15.9. | 3.12. | 5.1. | průměr | C90 | třída |
| průtok (l/s) | 47,36 | * | 380,2 | 182,8 | 137,4 | 69,46 | 37,19 | 49,53 | 244,8 | 74,7 | 187,4 | 519,5 | 175,5 | | |
| teplota vody (°C) | 1,00 | 2,50 | 2,50 | 4,25 | 11,00 | 16,50 | 21,00 | 21,00 | 19,00 | 13,50 | 0,25 | 1,25 | 9,48 | 20,30 | I. |
| vodivost (mS/m) | 25,1 | 20,8 | 26,7 | 24,2 | 34,1 | 40,1 | 33,9 | 29,4 | 29,0 | 33,4 | 33,3 | 22,0 | 29,3 | 36,0 | I. |
| pH | 9,84 | 7,93 | 7,71 | 7,76 | 8,85 | 7,23 | 8,06 | 7,97 | 7,00 | 7,35 | 7,21 | 7,93 | 7,90 | 8,92 | |
| celková alkalita (mmol/l) | 0,87 | 0,66 | 0,60 | 0,76 | 0,49 | 0,92 | 1,35 | 1,30 | 1,10 | 1,19 | 0,76 | 0,49 | 0,87 | 1,28 | |
| celková acidita (mmol/l) | 0,26 | 0,35 | 0,18 | 0,13 | 0,11 | 0,22 | 0,09 | 0,18 | 0,08 | 0,18 | 0,13 | 0,13 | 0,17 | 0,28 | |
| tvrdost (mmol/l) | 1,52 | 1,21 | 1,23 | 1,23 | 1,20 | 1,16 | 1,29 | 1,46 | * | 1,35 | 1,70 | 1,95 | 1,39 | 1,72 | |
| CHSK _{Mn} (mg/l) | 6,40 | 8,80 | 6,64 | 6,24 | 7,12 | 11,36 | 16,64 | 17,28 | 10,50 | 12,96 | 6,72 | 8,00 | 9,89 | 15,63 | IV. |
| rozpuštěný kyslík (mg/l) | 14,68 | 11,09 | 9,60 | 12,07 | 11,08 | 9,27 | 7,17 | 7,40 | * | 7,71 | 10,76 | 12,20 | 10,28 | 7,43 | I. |
| BSK ₅ (mg/l) | 4,76 | 1,47 | 2,61 | 3,07 | 4,99 | 10,45 | 16,65 | 12,16 | 3,70 | 3,64 | 1,88 | 3,05 | 5,70 | 13,09 | IV. |
| N-NH ₄ (mg/l) | 0,50 | 1,16 | 0,65 | 0,32 | 0,86 | 0,86 | 1,05 | 1,06 | 0,09 | 0,01 | 0,79 | 1,00 | 0,70 | 1,09 | III. |
| N-NO ₃ (mg/l) | 5,88 | 14,80 | 8,48 | 6,33 | 4,63 | 3,28 | 1,63 | 1,62 | 1,38 | 3,93 | 9,02 | 8,70 | 5,81 | 10,84 | IV. |
| N-NO ₂ (mg/l) | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,09 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,07 | V. |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | 0,17 | 0,12 | 0,08 | 0,08 | 0,02 | 0,01 | 0,20 | 0,12 | 0,15 | 0,08 | 0,09 | 0,15 | 0,10 | 0,17 | |

* - nenaměřeno pro poruchu přístroje

Příloha 6 - pokračování

Profil č. 9: DOBRONÍN - POD OBCÍ

| datum odběru | 16.12. | 30.1. | 26.2. | 24.3. | 21.4. | 12.5. | 16.6. | 21.7. | 18.8. | 15.9. | 3.12. | 5.1. | průměr | C90 | třída |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| průtok (l/s) | 142,9 | * | 1132 | 605,2 | 350,6 | 200,1 | 408,7 | 100,6 | 617,8 | 156,1 | 411,5 | 1729 | 532,2 | | |
| teplota vody (°C) | 1,60 | 3,00 | 2,50 | 4,75 | 11,50 | 17,00 | 22,50 | 23,25 | 19,50 | 13,75 | 2,25 | 1,50 | 10,25 | 21,80 | I. |
| vodivost (mS/m) | 30,3 | 28,7 | 33,4 | 30,2 | 44,1 | 56,5 | 52,8 | 39,8 | 32,1 | 43,6 | 39,1 | 27,0 | 38,1 | 51,1 | II. |
| pH | 9,45 | 7,82 | 7,57 | 8,13 | 8,63 | 7,22 | 8,30 | 7,99 | 7,30 | 7,48 | 7,15 | 7,91 | 7,91 | 8,79 | |
| celková alkalita (mmol/l) | 1,31 | 0,82 | 0,76 | 0,92 | 0,87 | 1,19 | 1,62 | 1,62 | 1,10 | 1,40 | 0,97 | 0,86 | 1,12 | 1,55 | |
| celková acidita (mmol/l) | 0,35 | 0,35 | 0,18 | 0,09 | 0,13 | 0,31 | 0,27 | 0,18 | 0,07 | 0,27 | 0,18 | 0,09 | 0,21 | 0,33 | |
| tvrdost (mmol/l) | 1,54 | 1,31 | 1,33 | 1,35 | 1,35 | 1,41 | 1,54 | 1,83 | * | 1,55 | 1,75 | 1,30 | 1,48 | 0,71 | |
| CHSK _{Mn} (mg/l) | 7,76 | 8,16 | 7,72 | 7,56 | 7,64 | 13,52 | 16,16 | 19,04 | 10,24 | 13,92 | 7,52 | 9,36 | 10,72 | 16,37 | IV. |
| rozpuštěný kyslík (mg/l) | 11,92 | 11,19 | 8,90 | 11,81 | 11,71 | 7,69 | 7,13 | 7,15 | * | 6,50 | 8,69 | 11,82 | 9,50 | 6,93 | II. |
| BSK ₅ (mg/l) | 3,54 | 1,63 | 2,51 | 5,10 | 6,39 | 8,66 | 13,74 | 5,36 | 4,00 | 12,28 | 0,11 | 2,80 | 5,51 | 11,57 | IV. |
| N-NH ₄ (mg/l) | 0,48 | 1,31 | 0,78 | 0,89 | 1,00 | 0,87 | 1,04 | 1,28 | 0,12 | 1,28 | 0,96 | 1,03 | 0,92 | 1,29 | III. |
| N-NO ₃ (mg/l) | 4,80 | 14,69 | 9,27 | 4,86 | 4,52 | 2,71 | 0,28 | 1,48 | 1,04 | 3,52 | 8,41 | 8,14 | 5,31 | 14,09 | V. |
| N-NO ₂ (mg/l) | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,10 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,08 | V. |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | 0,16 | 0,15 | 0,13 | 0,07 | 0,14 | 0,02 | 0,03 | 0,51 | 0,18 | 0,20 | 0,13 | 0,20 | 0,16 | 0,30 | |

* - nenaněřeno pro poruchu přístroje

Příloha 6 - pokračování

Profil č. 10: ŠLAPANOV

| | 16.12. | 30.1. | 26.2. | 24.3. | 21.4. | 12.5. | 16.6. | 21.7. | 18.8. | 15.9. | 3.12. | 5.1. | průměr | C90 | třída |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| datum odběru | n | * | 2098 | 1056 | 860,3 | 906,9 | 248,9 | 279,3 | 2402 | 533,3 | 1282 | n | 1074 | | |
| průtok (l/s) | 2,00 | 3,75 | 3,50 | 4,00 | 10,00 | 17,00 | 20,00 | 19,50 | 19,00 | 12,50 | 1,00 | 1,75 | 9,50 | 20,00 | I. |
| teplota vody (°C) | 26,9 | 28,2 | 31,2 | 24,0 | 40,4 | 53,3 | 42,1 | 36,7 | 30,6 | 34,9 | 36,7 | 25,9 | 34,2 | 45,3 | II. |
| vodivost (mS/m) | 9,65 | 7,66 | 8,12 | 7,81 | 8,16 | 8,09 | 7,61 | 7,93 | 7,30 | 6,88 | 7,20 | 7,65 | 7,84 | 8,64 | |
| pH | 1,42 | 0,71 | 0,60 | 0,92 | 0,98 | 1,41 | 1,62 | 1,62 | 1,10 | 1,40 | 0,97 | 0,54 | 1,11 | 1,55 | |
| celková alkalita (mmol/l) | 0,65 | 0,52 | 0,22 | 0,13 | 0,20 | 0,13 | 0,36 | 0,13 | 0,07 | 0,31 | 0,18 | 0,09 | 0,25 | 0,51 | |
| celková acidita (mmol/l) | 1,41 | 1,26 | 1,41 | 1,28 | 1,30 | 1,38 | 1,41 | 1,63 | * | 1,40 | 2,00 | 1,20 | 1,43 | 1,86 | |
| tvrdost (mmol/l) | 7,04 | 7,76 | 8,00 | 7,32 | 8,08 | 12,40 | 11,84 | 16,48 | 9,15 | 13,12 | 6,96 | 9,04 | 9,77 | 14,00 | III. |
| CHSK _{Mn} (mg/l) | 12,43 | 11,07 | 8,80 | 11,76 | 11,27 | 10,62 | 7,17 | 7,03 | * | 7,40 | 11,27 | 12,09 | 10,08 | 7,20 | I. |
| rozpuštěný kyslík (mg/l) | 3,01 | 1,53 | 3,07 | 4,04 | 7,03 | 11,14 | 6,18 | 6,21 | 3,50 | N | 1,86 | 3,06 | 4,22 | 10,81 | IV. |
| BSK ₅ (mg/l) | 0,66 | 1,21 | 0,89 | 0,44 | 1,09 | 0,58 | 0,96 | 0,96 | 0,05 | 0,69 | 0,71 | 1,00 | 0,77 | 1,10 | III. |
| N-NH ₄ (mg/l) | 6,44 | 16,84 | 10,96 | 7,01 | 6,27 | 3,56 | 1,60 | 2,88 | 1,47 | 5,37 | 10,96 | 8,93 | 6,86 | 12,92 | V. |
| N-NO ₃ (mg/l) | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,08 | 0,06 | 0,09 | 0,06 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | V. |
| N-NO ₂ (mg/l) | 0,11 | 0,17 | 0,12 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,42 | 0,38 | 0,23 | 0,33 | 0,15 | 0,20 | 0,19 | 0,38 | |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | | | | | | | | | | | | | | | |

* - nenaměřeno pro poruchu přístroje, N - chyba při měření, n - vysoký vodní stav

Příloha 6 - pokračování

Profil č. 11: MÍROVKA

| datum odběru | 16.12. | 30.1. | 26.2. | 24.3. | 21.4. | 12.5. | 16.6. | 21.7. | 18.8. | 15.9. | 3.12. | 5.1. | průměr | C90 | třída |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| průtok (l/s) | * | * | 2580 | 1584 | 1032 | 1306 | 336 | 363,1 | 3363 | 660,7 | 1847 | 6905 | 1998 | | |
| teplota vody (°C) | 0,50 | 3,50 | 3,50 | 5,00 | 9,75 | 17,00 | 19,00 | 18,25 | 18,75 | 12,00 | 1,00 | 1,50 | 9,15 | 19,00 | I. |
| vodivost (mS/m) | 27,3 | 26,0 | 30,7 | 26,1 | 37,3 | 53,0 | 39,4 | 34,5 | 29,4 | 33,1 | 35,5 | 25,2 | 33,1 | 43,2 | II. |
| pH | 9,52 | 7,74 | 7,93 | 8,09 | 8,18 | 8,02 | 7,86 | 7,61 | 7,10 | 7,71 | 7,02 | 7,61 | 7,89 | 8,60 | |
| celková alkalita (mmol/l) | 1,42 | 0,76 | 0,76 | 0,98 | 0,92 | 1,30 | 1,57 | 1,73 | 1,10 | 1,57 | 1,08 | 0,59 | 1,15 | 1,62 | |
| celková acidita (mmol/l) | 0,17 | 0,35 | 0,18 | 0,18 | 0,13 | 0,13 | 0,40 | 0,18 | 0,06 | 0,18 | 0,36 | 0,13 | 0,20 | 0,37 | |
| tvrdost (mmol/l) | 1,44 | 1,19 | 1,31 | 1,33 | 1,28 | 1,41 | 1,41 | 1,31 | * | 0,40 | 1,60 | 1,50 | 1,29 | 1,51 | |
| CHSK _{Mn} (mg/l) | 6,96 | 7,20 | 8,20 | 7,08 | 7,44 | 12,56 | 12,32 | 16,48 | 9,15 | 11,84 | 7,36 | 7,68 | 9,52 | 13,79 | III. |
| rozpuštěný kyslík (mg/l) | 13,04 | 11,48 | 8,75 | 12,65 | 10,69 | 8,60 | 6,99 | 7,55 | * | 8,65 | 10,83 | 12,47 | 10,15 | 7,71 | I. |
| BSK ₅ (mg/l) | 2,89 | 1,89 | 4,20 | 5,05 | 5,91 | 8,84 | 4,22 | 6,38 | 2,90 | 2,16 | 1,22 | 2,85 | 4,04 | 7,05 | III. |
| N-NH ₄ (mg/l) | 0,72 | 1,34 | 1,10 | 0,49 | 0,89 | 0,48 | 1,06 | 0,83 | 0,04 | 0,70 | 0,76 | 0,85 | 0,77 | 1,16 | III. |
| N-NO ₃ (mg/l) | 6,27 | 16,27 | 9,72 | 6,44 | 5,99 | 3,56 | 1,89 | 2,83 | 1,45 | 5,42 | 10,53 | 8,81 | 6,60 | 12,17 | V. |
| N-NO ₂ (mg/l) | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 0,03 | 0,04 | 0,18 | V. |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | 0,14 | 0,15 | 0,13 | 0,05 | 0,04 | 0,08 | 0,44 | 0,58 | 0,23 | 0,25 | 0,15 | 0,22 | 0,20 | 0,42 | |

* - nenaměřeno pro poruchu přístroje

Příloha 7: Protokol ke zpracování vzorků "Šlapanka" 2002

| Organismus | Sapeli Polná | | Šlapanov | | Polná hřbitov | | Mlýnský p. | |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 12.5.2002 | 23.9.2002 | 12.5.2002 | 23.9.2002 | 12.5.2002 | 23.9.2002 | 12.5.2002 | 23.9.2002 |
| Hirudinea | | | | | | | | |
| Erpobdella octoculata | 7 | 6 | 2 | 2 | 16 | 2 | 12 | 7 |
| Helobdella stagnalis | | 3 | | 2 | | 8 | 1 | |
| Glossiphonia complanata | | 2 | | | | | | |
| Oligochaeta | | | | | | | | |
| Stylodrilus heringianus | | | | | 4 | | 2 | 3 |
| Eiseniella tetraedra | 1 | | 2 | | 1 | | 4 | 2 |
| Nemathoda g.sp. | | | | 2 | | | | |
| Isopoda | | | | | | | | |
| Asellus aquaticus | | | | 6 | | 11 | 47 | 28 |
| Amphipoda | | | | | | | | |
| Gammarus pulex fossarum | | | 2 | | | | | |
| Mollusca | | | | | | | | |
| Ancylus fluviatilis | 5 | 29 | 6 | 2 | | | | |
| Sphaerium corneum | 2 | | | | 2 | | | |
| Pisidium sp. | 3 | | | | | | | |
| Viviparus fasciatus | 3 | | | | | | | |
| Radix peregra | 5 | | | 1 | 2 | | 2 | |
| Bithynella austriaca | | 1 | | | | | | |
| Ephemeroptera | | | | | | | | |
| Baetis fuscatus | 11 | | | | | | | |
| Baetis rhodani | | 21 | | | 1 | | | |
| Baetis sp. | 8 | 65 | 25 | 7 | | 17 | 2 | 46 |
| Megaloptera | | | | | | | | |
| Sialis lutaria | | | | 2 | | | | |
| Heteroptera | | | | | | | | |
| Nepa cinerea | | | | | 1 | | | |
| Odonata | | | | | | | | |
| Calopteryx virgo | | 7 | | | | 1 | | |
| Trichoptera | | | | | | | | |
| Rhyacophila sp. kukly | | | 3 | | | | 2 | 2 |
| Rhyacophila nubila | 5 | | 6 | | | | 8 | 8 |
| Hydropsyche instabilis | 36 | 13 | 3 | 21 | 4 | 11 | | |
| Hydropsyche sp. | 18 | 37 | | 7 | 9 | 12 | 4 | 16 |
| Hydropsyche pelucidulla | | | 4 | | | | | |
| Hydropsyche angustipennis | | 18 | | | | | | |
| Cheumatopsyche lepida | | | | 7 | | | | |
| Polycentropus flavomaculatus | | | 2 | 6 | | | | 8 |
| Anabolia furcata | | | | | | | 4 | |
| Sericostoma sp. | | | | | | | 2 | |
| Limnephilinae g.sp. | | | | | | | 27 | |
| Diptera | | | | | | | | |
| Dicranota bimaculata | 1 | 3 | 7 | 2 | | | 4 | |
| Atherix ibis | | | | 7 | | | | |
| Tipula sp. | 2 | | | | | | 2 | |
| Chironomidae g.sp. | 3 | 7 | 11 | 2 | 14 | 6 | 36 | |
| Chironomus sp. | | | | | 3 | | | |
| Glyptotendipes sp. | | | | | 7 | 8 | | |
| Simulium sp. | | 11 | 1 | | | | 5 | 56 |
| Simulium ornatum | 3 | | | | | | 4 | |
| Ceratopogonidae g.sp. | | | 2 | | | | | |
| Coleoptera | | | | | | | | |
| Ilybius sp. | | | | | | | | 2 |
| Orectochilus vilosus | | | 9 | | | 2 | 3 | 8 |
| Saprobní index | 1,7 BM | 1,7 MB | 1,6 BM | 1,6 BM | 2,3BM | 2,0 BM | 2,2 BM | 1,7 BM |