

**Laciná J. : Rybníční soustava CHKO Pálava - její charakteristika a monitoring
vybraných ukazatelů kvality vody. Diplomová práce, Katedra ekologie a
ŽP PřF UP v Olomouci, 102 s., 3 přílohy, česky.**

Klíčová slova

fyzikálně-chemické parametry, kvalita vody, norma, nařízení vlády, obsádka, rybník, rybníkářství, sediment, toxicita

Abstrakt

Rybníkářství je v České republice tradičním způsobem hospodaření a je proto nutné věnovat mu nemalou pozornost. Jednou z oblastí, kde je rybníkářství a rybníkářství provozováno už od středověku, je mimo jižních Čech také mikulovsko. Zde se nacházejí vodní toky a plochy, které byly sledovány v rámci této práce.

Práce se zaměřuje na charakteristiku sledované oblasti a jednotlivých lokalit, popisuje sledované fyzikálně-chemické parametry, upozorňuje na jejich význam a možnou toxicitu pro vodní organizmy a objasňuje principy rybníčního hospodaření.

V průběhu dvou let byly měřeny vybrané fyzikální a chemické parametry vody, které byly následně hodnoceny podle různých hledisek. Práce nastiňuje několik možných pohledů na kvalitu vody – pohled státu (norma ČSN, Nařízení vlády), orgánů ochrany přírody (Rozhodnutí Odboru životního prostředí Krajského úřadu Jihomoravského kraje) a v neposlední řadě pohled „rybářů“, pro které je kvalita vody rozhodujícím parametrem finančního zisku.

V hodnocení dopadly nejhůře parametry, které jsou značně závislé na vnějších podmínkách (např. geologickém podloží, teplotě vzduchu), a jsou tedy téměř neovlivnitelné lidskou činností. Jedná se o vodivost, teplotu vody a obsah rozpuštěného kyslíku.

Úživnost sledovaných rybníků i toků byla poměrně vysoká, výhodná z hlediska rybníčního hospodaření, avšak nepřipustná z pohledu norem a nařízení. Jakékoli záměrné snížení obsahu sloučenin dusíku a fosforu by však znamenala výrazné ovlivnění chovu ryb, zaměřeného na finanční výnos.

V rámci práce byly odebírány také sedimenty, avšak použitá metoda odběrů se neukázala jako příliš vhodná pro hodnocení celkové sedimentace, jelikož usazování pevných částic v rybnících s obsádkou kaprů je do značné míry ovlivněn pohybem ryb.

Metoda by mohla být využita při analýzách celkového fosforu a organického dusíku, jejichž koncentrace není závislá na množství uložených sedimentů.

Laciná J. : **Fishpond network in Protected Landscape Area Pálava – its characteristics and monitoring of selected indicators of water quality. Diploma thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacký University, Olomouc, 102 pp., 3 attachments, Czech.**

Keywords

physical and chemical parameters, water quality, norm, Government Order, fish stock, fish pond, fishpond management, sediment, toxicity

Abstract

Fishpond management is one of the traditional methods of management in the Czech Republic, thus it is necessary to pay particular attention to it. The areas with the longest tradition (since the Middle Ages) of fishery and fishpond management are, not only the well-known area of Southern Bohemia, but even the Mikulov region. The water areas and water flows which have been monitored within this analysis are in the Mikulov region.

The thesis is focused on the characteristics of the study area and the individual localities; it describes the studied physical-chemical parameters; it refers to their significance and possible toxicity for water organisms and clarifies the principles of fishpond management.

Selected physical and chemical water parameters were measured over a period of two years. These were evaluated according to different criteria. The thesis tries to reveal several possible aspects considering the quality of water – the aspect of the state (the state norm, Government Order), the aspect of the authority of Nature Conservation (local authority regulation) and even the opinion of the fishermen for whom the high quality of water is one of the critical influences over their financial profit.

When evaluating the data, the results were as follows: the worst parameters were those which were considerably dependent on the external conditions (e.g. geological underbed, air temperature), that is why they are almost impossible to manipulate by the human action. Specifically we speak about the flow rate, water temperature, and the content of the dissolved oxygen.

The carrying-capacity of the study ponds and flows was relatively high (and profitable from the point of view of fishpond management), but were incompatible with

the norms and regulations. Any intentional reduction of the nitrogen and phosphorus content would have had an immense impact of the fish behaviour, and resultant financial profit.

Within the some sediments were removed, but the applied method of withdrawal was not appropriate for the evaluation of the overall sedimentation – the reason is that the sedimentation of the firm elements in carp fishponds is influenced by the carps' movement. The method could be used when analysing the overall amount of phosphorus and organic nitrogen whose concentration is independent on the amount of the sedentary sediments.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně, pod vedením RNDr. Petra Hekery, PhD. a pouze s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 30. dubna 2008

.....

podpis

Seznam tabulek.....	8
Seznam obrázků	9
Seznam použitých zkratk.....	10
Poděkování.....	11
1. Úvod.....	12
2. Cíle práce.....	13
3. Materiál a metody.....	15
3.1. Charakteristika CHKO Pálava.....	15
3.1.1. Hydrologické poměry	15
3.1.2. Klimatické poměry	18
3.1.3. Pedologie	19
3.1.4. Geomorfologie.....	19
3.1.5. Geologie	19
3.2. Územní systém ekologické stability	20
3.3. Natura 2000	20
3.4. Historie rybníkářství na jižní Moravě.....	20
3.5. Podrobnější údaje o zkoumaných lokalitách a jejich technické parametry	23
3.5.1. Jezero v Janičově vrchu.....	26
3.5.2. Nový rybník.....	26
3.5.3. Rybník Mušlovský horní	27
3.5.4. Rybník Mušlovský dolní	28
3.5.5. Šibeník.....	28
3.6. Zkoumané fyzikální a chemické parametry vody	30
3.6.1. Základní charakteristiky zkoumaných fyzikálních a chemických parametrů	30
3.6.2. Význam hodnocených fyzikálně-chemických parametrů z hlediska toxicity	37
3.7. Problematika rybníků	43
3.7.1. Účelové úpravy rybníčního prostředí	45
3.7.2. Použitá rybářská terminologie.....	49
3.8. Metody odběrů a rozborů vody a sedimentů	49
3.8.1. Odběry vody	49
3.8.2. Odběry sedimentů.....	53
4. Výsledky	56
4.1. Průhlednost.....	57

4.2.	Vodivost	58
4.3.	pH	59
4.4.	Teplota	60
4.5.	Rozpuštěný kyslík	61
4.6.	Dusičnanový dusík	63
4.7.	Dusitanový dusík	64
4.8.	Amoniakální dusík	65
4.9.	Fosforečnany	67
4.10.	Sedimenty	68
5.	Diskuze.....	70
5.1.	Průhlednost	73
5.2.	Vodivost	74
5.3.	pH	75
5.4.	Teplota	76
5.5.	Rozpuštěný kyslík	78
5.6.	Dusičnanový dusík	81
5.7.	Dusitanový dusík	82
5.8.	Amoniakální dusík	83
5.9.	Volný amoniak	85
5.10.	Celkový anorganický dusík	87
5.11.	Fosforečnany	88
5.12.	Sedimenty	90
5.13.	Rybniční hospodaření	92
6.	Závěr	96
7.	Literatura	99
8.	Přílohy	102

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Povolené dávkování závadných látek	24
Tab. 2 Maximální fyzikálně-chemické hodnoty povolené Krajským úřadem	25
Tab. 3 Kritické hodnoty obsahu O ₂ z pohledu rybářského hospodaření.....	38
Tab. 4 Optimální hodnoty parametrů vody z pohledu rybářského hospodaření.....	46
Tab. 5 Použité měřicí přístroje	50
Tab. 6 Stanovitelné koncentrace určovaných látek.....	51
Tab. 7 Složení chemických činidel použitých při rozbořech vod	52
Tab. 8 Klasifikace jakosti vod.....	71
Tab. 9 Požadavky na jakost povrchových vod dle Nařízení vlády apod.	72
Tab. 10 Průhlednost vody na sledovaných rybnících nedosahující 30 cm	74
Tab. 11 Průhlednost vody na sledovaných rybnících vyšší než 40 cm.....	74
Tab. 12 Termíny překročení limitní hodnoty 25 °C	77
Tab. 13 Nasycení vody kyslíkem nižší než 50 %	80
Tab. 14 Nasycení vody kyslíkem nižší než 6 mg/l	80
Tab. 15 Hodnoty průměrných ročních koncentrací N-NH ₄ ⁺	84
Tab. 16 Překročení stanovených hodnot N-NH ₄ ⁺ podle NV č. 229/2007 Sb.	85
Tab. 17 Porovnání koncentrací NH ₃ s NV č. 71/2003 Sb.....	86
Tab. 18 Celoroční průměrné hodnoty naměřeného volného amoniaku	86
Tab. 19 Srovnání celoročních průměrných hodnot NH ₃ s NV č. 229/2007 Sb.	87
Tab. 20 Koncentrace celkového anorganického dusíku nedosahující 0,5 mg/l.....	88
Tab. 21 Koncentrace celkového anorganického dusíku překračující 2 mg/l	88
Tab. 22 Počty hlavní ryby (kapra) ve zkoumaných rybnících v letech 2006 a 2007.....	93

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Kolísání koncentrace rozpuštěného kyslíku během dne.....	31
Obr. 2 Kolísání hodnot pH v průběhu dne.....	33
Obr. 3 Přechod forem amoniaku v závislosti na pH.....	41
Obr. 4 Rozdíl ve struktuře letněných a zimovaných sedimentů.....	45

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AOPK ČR	Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
BSK ₅	biochemická spotřeba kyslíku, který spotřebují organizmy na rozklad znečištění za 5 dní
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČJ	číslo jednací
ČOV	čistírna odpadních vod
CHKO	chráněná krajinná oblast
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
LC ₅₀	letální koncentrace, při které uhynie 50% jedinců ze zkoumaného souboru
< MD	hodnota menší, než je mez detekce dané metody
MP	Mušlovský potok
MRD	Mušlovský rybník dolní
MRDo	Mušlovský rybník dolní odtok
MRH	Mušlovský rybník horní
MRHo	Mušlovský rybník horní odtok
MRHp	Mušlovský rybník horní přítok
MŘ	manipulační řád
NM	nemožnost měření z důvodů nízké vodní hladiny
NPR	národní přírodní rezervace
NR	Nový rybník
NRo	Nový rybník odtok
NV	Nařízení vlády
OŽP KÚ JK	Odbor životního prostředí Krajského úřadu Jihomoravského kraje
RP	Rybniční potok
S	Šibeník
So	Šibeník odtok
Sp	Šibeník přítok
TP	technické problémy
ÚSES	územní systém ekologické stability
Vc	Včelínek
veg. obd.	vegetační období

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych na tomto místě poděkovala lidem, bez jejichž pomoci a podpory by tato práce nikdy nemohla vzniknout.

Děkuji Správě CHKO Pálava za poskytnutí měřicích přístrojů a přenosné chemické laboratoře, vedoucímu práce RNDr. Petru Hekerovi, PhD. za rady a konzultace, prof. MVDr. Emilu Tkadlecovi, CSc. za pomoc při úpravě a zpracování dat a vedení ČOV Mikulov a Rybníkářství Pohořelice a.s. za ochotu a poskytnuté informace. V neposlední řadě patří můj veliký dík mé mamince a mému příteli, kteří mi pomáhali při odběrech vzorků a korekturách textu.

1. ÚVOD

Tato diplomová práce byla zpracována na základě zadání vypsaneho Správou CHKO Pálava. Zaměřuje se na problematiku rybníčního hospodaření, která bývá často diskutovaným tématem. Společnost se dnes člení téměř výhradně na dvě skupiny – na ochránce přírody, kteří hospodaření na rybnících příliš nepodporují a zastávají „zájmy přírody“, a na „rybáře“, pro které jsou rybníky předmětem finančního zisku, a přístup ochrany přírody jim jejich podnikání komplikuje, někdy dokonce znemožňuje. Je tedy žádoucí, aby tyto dvě skupiny přesně definovaly svoje požadavky a pokusily se dojít k závěru, který by uspokojil jejich potřeby. Informace obsažené v této práci by měly napomoci k nalezení takového styčného bodu.

Práce je příspěvkem k nezávislému posouzení kvality vody v rybníční soustavě a jejích přítocích v okolí Mikulova. Nezávislé je toto posouzení proto, že zde nejsou upřednostňovány zájmy ani jedné skupiny, ochrany přírody ani hospodařících rybníkářů.

2. CÍLE PRÁCE

Tato práce, zabývající se vybranými vodními toky a plochami na mikulovsku, byla zpracována na základě zadání Správy CHKO Pálava. Přáním Správy bylo zjistit, jaký vliv má provádění rybničního hospodaření na kvalitu vody v rybnících nacházejících se v I. a II. zóně CHKO, a zda společnost Rybníkářství Pohořelice a.s. dodržuje všechny limity stanovené v Rozhodnutí Odboru životního prostředí Krajského úřadu Jihomoravského kraje.

Z názvu této práce „Rybniční soustava CHKO Pálava - její charakteristika a monitoring vybraných ukazatelů kvality vody“ je zřejmé, že práce si klade hned několik cílů.

Práce by měla tedy vyhodnotit nejen dopady hospodaření rybářů na kvalitu vody zkoumaných lokalit, ale měla by také vytvořit celkový obraz studované rybniční soustavy – od její zeměpisné polohy, hydrologických poměrů, významu pro krajinu, historického vývoje, až po shrnutí možných způsobů rybníkářského hospodaření, zásahů do vodního prostředí, charakteristiky fyzikálně-chemických parametrů kvality vody a jejich dopadů na vodní ekosystémy. Práce by měla být syntézou informací o zkoumaných lokalitách a měla by přinést informace o dostupné literatuře týkající se daného tématu.

Dále byla prostřednictvím výzkumu vztahujícího se k této práci ověřena využitelnost přenosné laboratoře firmy Merck, která je majetkem CHKO Pálava a která by měla být v budoucnu používána při terénních měřeních a kontrolách jakosti vody.

Práce měla také za úkol ověřit vhodnost odběrů sedimentů danou metodou (kap. 3.8.2.).

Výsledky měření vybraných parametrů kvality vody byly hodnoceny z několika pohledů - s pomocí normy ČSN 75 7221 pro Klasifikaci jakosti povrchových vod, Nařízení vlády č. 229/2007 Sb., Nařízení vlády č. 71/2003 Sb. a také byly konfrontovány s hodnotami považovanými za optimální z pohledu provozovatelů rybníků. Práce porovnává nároky jednotlivých subjektů na kvalitu vod v rybnících, definuje jejich odlišnosti, styčné body atd.

V neposlední řadě je nutné zmínit, že získaná data budou počátkem dlouhodobějšího zkoumání a měření na daných lokalitách. V minulosti byly předmětem různých výzkumů pouze rybníky Šibeník a Nový (např. výzkum Mendlovy lesnické a

zemědělské univerzity v Brně). Další dosud zkoumané rybníky leží mimo území CHKO (např. rybník Nesyt, lednické rybníky). Měření na rybnících Šibeník a Nový byla prováděna v rámci různých, spolu nesouvisejících výzkumů, a jejich výsledky tak nejsou dobře porovnatelné. Lokality Mušlovský rybník dolní a Mušlovský rybník horní doposud nijak systematicky a dlouhodoběji z chemicko-fyzikálního pohledu zkoumány nebyly.

Získaná data a informace budou využita správou CHKO Pálava a poskytnuta společnosti Rybníkářství Pohořelice a.s. jako souhrnný dokument o zkoumaných lokalitách.

3. MATERIÁL A METODY

3.1. Charakteristika CHKO Pálava

Chráněná krajinná oblast Pálava, založená v roce 1976 na území o rozloze 83 km², se nachází na jižní Moravě v prakticky nejteplejší a nejsušší oblasti České republiky (Příloha I, Obr. 1). Založena byla k ochraně přírodních a kulturních hodnot Pavlovských vrchů a jejich okolí. Křivé jezero, které se nachází v nivě Dyje u Nových Mlýnů, je součástí mezinárodně významného mokřadu chráněného podle Ramsarské úmluvy. V roce 1986 se CHKO Pálava stala třetím místem v dnešní České republice, které se v rámci programu Člověk a biosféra stalo biosférickou rezervací UNESCO. Celá chráněná krajinná oblast je rovněž Evropsky významnou lokalitou a Ptačí oblastí v rámci celoevropské soustavy Natura 2000 (www.ochranaprirody.cz).

3.1.1. Hydrologické poměry

Převážná část území CHKO je i vzhledem ke své geomorfologické stavbě charakterizována výrazným nedostatkem jak povrchových, tak i podzemních vod. Výjimku představuje část údolní nivy řeky Dyje, která v severovýchodní části CHKO tvoří její hranici. V tomto úseku je řeka neregulovaná (s výjimkou levobřežního terénního valu) a spolu s lokalitou Křivé jezero (NPR) tvoří nejvodnatější část území CHKO (www.ochranaprirody.cz).

Povrchové vody

CHKO Pálava je z hlediska hydrologického charakterizována jako oblast velmi málo vodná s nepříliš rozvinutou říční sítí. Vodních ploch není mnoho a jsou malého rozsahu.

Vodní toky

CHKO se nachází v povodí Jevišovky a v části povodí Dyje. V rámci této práce bylo zkoumáno několik drobných toků: Včelínek, odpad z mikulovské ČOV (jelikož je zdrojem vody pro rybník Šibeník), Mušlovský potok a potok Rybniční (Steinabrunský) (Příloha III, Obr. 2).

Povodí *Včelínku* (Příloha III, Obr. 8) odvodňuje jižní část CHKO. Tento potok pramení v Rakousku, avšak oficiálně - z vodohospodářského pohledu - začíná až pod hrází rybníka Šibeník a do rybníční kotliny vtéká jako bezejmenný tok. Je sveden pod rybník a byly do něho zaústěny odpady z rybníka. Jeho vyústění se nachází jižně od rybníka a dále pokračuje těsně podél státní hranice s Rakouskem až do Nového rybníka, kterým protéká a dále proudí do rybníků Sedleckého a Nesytu. Potok Včelínek je místy zpevněn betonovými prefabrikáty.

„*Mikulovský potok*“ (Příloha III, Obr. 14), který je v různých materiálech označován také jako Mikulovský odpad či Mikulovka, protéká Mikulovem, prochází ČOV Mikulov a ústí do Šibeníku. Současně je napojený na závlahový kanál vedoucí z Novomlýnských nádrží, který se dříve využíval k vylepšování vodní bilance v suchých obdobích a v dnešní době je využíván již zcela výjimečně. Z důvodu nejednotnosti názvosloví je tento tok dále v práci označován pouze jako „přítok“ rybníka Šibeník či odpad z mikulovské ČOV. V jarním a letním období jsou břehy potoka hustě zarostlé vysokou vegetací.

Dalším zkoumaným tokem je *Mušlovský potok* (Příloha III, Obr. 10), který odvodňuje střední část CHKO. Pramení na lokalitě Pod starou horou v oblasti jímacího území zdroje Mikulov-gravitace (jeden ze zdrojů pitné vody pro skupinový vodovod Mikulov). Větší část je regulována, zatrubněna, protéká dvěma rybníky (Horní a Dolní Mušlovský rybník) a dále pak pokračuje do rybníka Nový. Potok je vyveden na povrch nedaleko Nového rybníka, u silnice vedoucí z Mikulova do Sedlce.

Rybníční (Steinabrunnský) potok (Příloha III, Obr. 9) pramení v Rakousku, přibližně 4 km jižně od česko-rakouské hranice, protéká obcí Steinbrunn a na území České republiky ústí do Nového rybníka v jeho jižní části. Břehy potoka nejsou nijak zpevněny. Tento tok je podle informací poskytnutých hospodařícím Rybníkářstvím Pohořelice a.s. hlavním zdrojem organického znečištění rybníka. Toto tvrzení bude v další části této práce ještě podrobněji probíráno.

Vodní plochy

Všechny rybníky, ležící přímo v CHKO Pálava (mimo Sedleckého rybníka), spolu s jezerem v lomu (který je dnes již nefunkční) na Janičově vrchu jsou předmětem

zkoumání této práce. Jedná se o rybníky Šibeník, Nový, Mušlovský horní a Dolní (Příloha III, Obr. 2). Jejich podrobnější charakteristiky jsou uvedeny v kapitole 1.6.

Podzemní vody

Podzemní vody jsou v celém území CHKO až na výjimky velmi málo vydatné. Výskyt a oběh podzemních vod v zájmové oblasti je podmíněn její geologickou stavbou a petrografickými vlastnostmi hornin. Z hydrologického hlediska jsou nejdůležitější neogénní sedimenty, paleogénní horniny a vápencová bradla jurského stáří.

Čistírna odpadních vod Mikulov

Současná ČOV Mikulov byla vybudována v období 1988 – 1991 v jižní části města. Jedná se o mechanicko-biologickou čistírnu s mezofilní anaerobní stabilizací kalu. Hlavní čistící linka byla v době měření v rámci této práce tvořena z mechanického předčištění (lapák štěrku, strojně stírané česle, lapák písku, usazovací nádrž), biologické linky (biologické biofilmové reaktory, selektor, vysoce zatížená aktivace s povrchovými aerátory, dosazovací nádrž), terciálního dočištění (biologický rybník, tzv. malý Šibeník – více v kapitole 1.5.5.) a kalového hospodářství (jímka surového kalu, vyhnívací nádrž, uskladňovací nádrž, odvodnění kalu, plynojem, kotelna). Biofilmové reaktory se již několik let vůbec při čištění vody nevyužívají. Původně byly zbudovány za účelem čištění vod z vinařského průmyslu, ale jejich účinnost nebyla dostatečná, a proto bylo od této metody upuštěno.

Problémem ČOV v minulých letech byla separační účinnost dosazovací nádrže, v důsledku čehož docházelo k vyplavování nerozpuštěných látek do odtoku (což se negativně projevuje i v ukazatelích BSK₅ a CHSK). ČOV však nebyla schopna odbourávat nutrienty, protože nitrifikace byla limitována nedostatkem kyslíku a nedostatečným stářím kalu, denitrifikace nebyla řešena (probíhala pouze spontánní endogenní denitrifikace v dosazovací nádrži). Odbourávání fosforu bylo řešeno provizorním zařízením pro dávkování síranu železitého coby srážedla fosforu, které nebylo schopno zajistit požadovanou účinnost procesu. Čistírnou nebyla řešena hygienizace kalu.

Vyčištěné vody byly a jsou odváděny povrchovým kanálem do rybníka Šibeník malý, kde probíhá terciální čištění vody, sloužící k odstraňování organických látek – především sloučenin dusíku a fosforu. Dále jsou vody vedeny přes Šibeník velký a z něj

do potoka Včelínek. V případě přívalových srážek a přehlcení ČOV jsou nepřečištěné odpadní vody částečně odváděny „odlehčovacím“ kanálem přímo do kanálu vedoucího do malého Šibeníku.

V současné době probíhá kompletní renovace celé čistírny. Hlavní změnou bude obohacení nové ČOV o terciální stupeň čištění přímo v areálu čistírny. Bude zrušeno kalové hospodářství a využívání vzniklého bioplynu, protože se ukázalo jako ekonomicky nevýhodné. V budoucnu bude probíhat v areálu ČOV pouze hygienizace kalu, který bude poté lisován a předáván třetí osobě k dalšímu zpracování. Další změnou bude vybudování zásobních nádrží na odpadní vody, které by sloužily k pozdržení části objemu odpadních vod např. za přívalových dešťů. To znamená, že by v budoucnu neměla být žádná voda vypuštěna z čistírny, aniž by byla přečištěna a značně by se tak snížil přísun živin do rybníku Šibeník.

Čištění odpadních vod ve stávající čistírně bylo navrženo pro 8800 ekvivalentních obyvatel. Tato kapacita byla však v důsledku rychlého rozvoje v oblasti vysoce překračována, čistírna byla přetížena a nebyla schopna vodu dostatečně přečistit. Kapacita nové ČOV je navržena pro 24 850 ekvivalentních obyvatel. Rekonstrukce byla zahájena v říjnu 2007.

3.1.2. Klimatické poměry

Zkoumaná oblast spadá do klimatické oblasti T4, která je jednou z nejteplejších v České republice. Jde o oblast teplou a suchou s mírnou zimou (Anonymous 2001). Podle ročního chodu srážek patří oblast CHKO Pálava ke kontinentálnímu typu s maximem srážek v červenci a s minimem v lednu. Podnebí je teplé a suché. Průměrně lze v Mikulově počítat s osluněním 1800 hodin za rok. Zjištěná průměrná teplota vzduchu (na základě údajů z let 1947–1978) činí 9,6 °C. Pro vegetační období od dubna do září byl zjištěn průměr 16,1 °C. Nejteplejší měsíc je červenec s průměrnou teplotou vzduchu 19,6 °C, nejchladnější je leden s teplotou -1,5 °C. Za celý rok naprší v průměru 516 mm, z toho 337 mm ve vegetačním období. Sněhové srážky dosahují nejvíce 20 % ročního srážkového úhrnu. Sněhová pokrývka dosahuje maximálně 15–25 cm a leží průměrně 40 dní v roce (www.ochranaprirody.cz).

3.1.3. Pedologie

Pedologicky leží území v oblasti černozemních a hnědozemních půd, vzhledem k různým půdotvorným substrátům se však vyvinula celá škála půd od černozemí přes rendziny, hnědozemě, drnové půdy až po půdy lužní. K erozi jsou nejméně náchylné černozemě lužní a všechny drnové půdy. Mírně ohroženy jsou všechny typy rendzin, mnohem více jsou ohroženy černozemě a jejich varianty na spraši, všechny typy černozemí na neogénních sedimentech a hnědozemě na spraších. Silně ohrožené jsou všechny půdy předchozí agregace v podmínkách svažitosti nad 10 %, jejichž ohroženost je až extrémně velká (Anonymous 2001).

3.1.4. Geomorfologie

Zkoumaná oblast patří do Alpsko-himalájského systému, provincie Západní Karpaty, subprovincie Vnější Západní Karpaty, oblasti Jihomoravské Karpaty, celku Mikulovská vrchovina a podcelku Pavlovské vrchy (www.env.cz). Mikulovská oblast se nachází na rozhraní Vněkarpatské sníženiny a Vídeňské pánve (Buday et al. 1967).

Dominantou krajiny v okolí Mikulova je vrch Turoid (459 m n.m.) a Svatý Kopeček (363 m n. m.). Významným vrcholem je také Janičův vrch, který je pokračováním Svatého kopečku směrem na severovýchod (Anonymous 2001). Oba vrchy byly kdysi propojeny, než byly odděleny erozním údolím Mušlovského potoka – dříve Mariánského (Hosák et al. 1956). Z hlediska relativní členitosti se jedná o území se značnými výškovými rozdíly, tj. plochou vrchovinu.

3.1.5. Geologie

V okolí Mikulova se nacházejí tato horninová souvrství: na severu mezozoické, alpinsky zvrásněné horniny (pískovce, břidlice), severně a východně od obce terciérní horniny alpinsky zvrásněné (pískovce, břidlice), na jihu a východě od Mikulova převažují horniny vzniklé v kvartéru eolickou činností (hlíny, spraše, písky, štěrky) a také horniny terciérní (písky, jíly). Hojně se vyskytují vápencové bloky (Kalášek et al. 1963). Na severu a západě jsou horniny rozrušeny četnými geologickými zlomy. (www.env.cz)

3.2. Územní systém ekologické stability

Řešené území má mimořádný význam pro vzájemnou komunikaci druhů panonských s karpatskými a hercynskými. Severojižním směrem probíhá územím regionální biokoridor (RBK 124) vedoucí směrem na Svatý kopeček, severně přes Turoid, Růžový vrch a Stolovou horu až k Děvínu

Ze zkoumaných lokalit je do ÚSES začleněn Nový rybník jako součást regionálního biocentra (RBC 2). Litorál a část hráze rybníka Šibeník patří do dvou regionálních biocenter – LBC 17 Šibeničnick a LBC 18 Pod Šibeníkem.

Dále do ÚSES patří Mušlovský potok, zahrnující hned tři lokální biokoridory (LBK XV - XVII) (Anonymous 2001).

Podle portálu www.env.cz jsou oba Mušlovské rybníky součástí nadregionálního biocentra Milovický les (NBC 106).

3.3. Natura 2000

Celá zkoumaná oblast je součástí ptačí oblasti Pálava a rybníky Mušlovský dolní i horní spadají do evropsky významné lokality Milovický les. V bezprostřední blízkosti obce Mikulov se nachází také EVL Svatý kopeček u Mikulova a EVL Turoid (www.env.cz).

3.4. Historie rybníkářství na jižní Moravě

(dle Grulich et al. 2002)

V povědomí většiny z nás jsou slova „rybníkářství“ nebo „rybník“ spojována především s krajinou Jižních Čech. Moravské rybníky však mají také velice dlouhou a slavnou tradici, přičemž nejvýznamnější moravské rybníky se nacházejí na Břeclavsku, tzn. také v okolí Mikulova.

První zmínky o rybnících na Moravě se objevují v Zemských deskách již v druhé polovině 14. století. Již tenkrát rybníky nesloužily zdaleka jen k chovu ryb, ale byly využívány také energeticky a retenčně. Voda z rybníků poháněla kola vodních mlýnů, rybníky zachycovaly vodu z jarního tání nebo pomáhaly odvodňovat zamokřené oblasti (Hurt 1960 A).

Nejstarší rybníky na jižní Moravě byly založeny již na počátku 15. století. Téměř stejně se datuje vznik Mikulovsko-lednické rybníkářské soustavy, založené na panství Lichtenštejnů. V polovině 16. století byla založena Vilémem a Janem z Pernštejna druhá soustava, Pohořelická. Krajina Břeclavska byla v dalších staletích postupně doplňována o řadu menších, jednotlivých rybníků.

Všechny rybníky, na než se zaměřuje tato práce, jsou součástí soustavy Mikulovsko-lednické a tvoří její „mikulovskou“ část (Příloha III, Obr. 2). Patří sem rybník Šibeník (dříve Galgen Teich), Nový rybník (dříve Porz, Portzt, Porzinsel, Porzteich, Lech Teich) a dva rybníky na Mušlovském potoce – Mušlovský horní (dříve Kuttlerový, Kutler Teich) a Mušlovský dolní (dříve Střelický, Strelitzer Teich). Část „lednická“ je tvořena rybníkem Nesytem, Hlohovcem, Prostředním a Mlýnským.

Z map 1. (1764-1768) i 2. (1836-1852) vojenského mapování (Příloha III., Obr. 3 a 4) je patrné, že „mikulovská“ část soustavy byla v minulosti bohatší ještě o jeden rybník, který ležel na Mušlovském potoce mezi rybníky Mušlovský dolní a Nový. Mapy jsou bohužel špatně čitelné a žádný dostupný literární zdroj se o tomto rybníce nezmiňuje. Pravděpodobný název rybníka byl Hechten Teich.

Rybníky Šibeník a Nový ležely na Mikulovském potoce, který v té době tvořil hranici s Rakouskem, a tak byly tyto rybníky založeny zčásti na půdě české, zčásti na rakouské (Hurt 1960 A).

Největšího rozkvětu dosáhlo rybníkářství na Břeclavsku hlavně v 16. až 18. století. Rybníky byly jednou z nejvýnosnějších forem hospodaření, značně převyšovaly výnosy z ostatních druhů zemědělského hospodaření včetně vinařství nebo chovu dobytka. Zdejší rybníky byly dokonce po staletí považovány za nejvýnosnější rybníky v celé střední Evropě. K prosperitě rybníků, mimo výborných klimatických podmínek, přispívala také možnost odbytu většiny produkce vídeňským obchodníkům.

Břeclavské rybníky patřily dlouhou dobu k velmi výnosným, neboť se do nich dostávaly splachy z Pavlovských vrchů a také z přilehlých osad (Hurt 1960 A).

Postupně však přestalo být rybníkářství tolik výhodné. Prvním impulzem k poklesu cen rybího masa bylo koncem 18. a počátkem 19. století rušení klášterů, kde ryby odebírali jako postní jídlo. Také odbyt do Vídně rapidně poklesl, a to hlavně z důvodu konkurenčního dovozu ryb z Uher. Prodej hodnotnějších ryb (štik a candátů) proto rybníkáři podmiňovali povinným odběrem určitého množství kaprů.

Rybníky se začaly pronajímat, ale nájem byl jen jakousi předehranou vedoucí nakonec ke zrušení daného rybníka. Takový osud stihl např. rybník Nový, který byl zrušen roku 1852 (Hurt 1960 B).

Počátkem 19. století se rybníky rušily již hromadně - byly postupně vysušeny a přeměňovány na pole, ale hlavně na louky, protože půda rybníků se příliš nehodila pro náročnější zemědělskou výrobu (Hurt 1960 B).

Poslední rybník na Mikulovsku byl vysušen roku 1858. Ze soustavy Mikulovsko-lednické se tak zachovala pouze její „lednická“ část.

Přibližně v letech 1905 až 1910 bylo zcela odvodněno území bývalého rybníka Šibeník, na této ploše byla vybudována odvodňovací strouha, která sloužila současně k odvádění odpadních a srážkových vod z Mikulova (Anonymous nedatováno B).

Na výtopě bývalého Nového rybníka byla v roce 1872 vybudována železnice Břeclav – Hrušovany, která dnes, po obnovení rybníka, tvoří jeho jihovýchodní hráz (Anonymous nedatováno A).

K obnově rybníků došlo až po 2. světové válce. V bývalých německých obcích Břeclavska došlo po válce k výměně většiny obyvatel. Noví obyvatelé, kteří do kraje přišli z hornatějších částí země, neměli zkušenost s vinařstvím a sadařstvím. Nízká produkce zemědělství dala vzniknout myšlence obnovy rybníků. V 50. a 60. letech tak bylo na Břeclavsku obnoveno více než 1000 hektarů rybníční plochy. To bylo možné hlavně díky prozřetelnosti původních majitelů rybníků, kteří při jejich rušení v 18. a 19. století stále počítali s možností, že rybníky budou jednou opět výhodným podnikem. Učinili proto opatření, aby rybníční hráze a rybníční technická zařízení vysušených rybníků byly co nejméně porušeny a aby tak v budoucnu mohly být vypuštěné rybníky opět zavodněny bez značnějších výdajů (Hurt 1960).

V mikulovské části byly obnoveny všechny čtyři rybníky (Šibeník, Nový, Mušlovský horní a dolní).

V současné době se na celkové rybí produkci podílí přibližně z 85% kapr. Zbytek produkce tvoří býložravé ryby – tolstolobik bílý a amur. Dravé ryby zastupuje sumec, štika a candát, plevelné ryby plotice a perlín.

3.5. Podrobnější údaje o zkoumaných lokalitách a jejich technické parametry

Všechny sledované lokality leží v katastru obce (města) Mikulov a současně jsou součástí CHKO Pálava. Rybníky jsou využívány k chovu ryb, který je zajišťován Rybníkářstvem Pohořelice a.s. Chov je prováděn polointenzifikačním* způsobem. Za účelem chovu ryb je povoleno „používání závadných látek“ pouze na základě rozhodnutí odboru životního prostředí Krajského úřadu Jihomoravského kraje. Za závadné látky se v tomto případě považují látky uvedené v Tabulce 1. V téže tabulce je uvedeno povolené dávkování těchto látek. V rozhodnutí se dále stanovují způsoby aplikace závadných látek a povolené velikosti rybích obsádek. Omezení velikosti obsádek se týká hlavní ryby, tj. kapra, kdy jsou stanoveny maximální počty ryb na 1 ha plochy rybníka:

- váčkový plůdek kapra (K0) max. 100 000 ks
- nebo plůdek kapra (K1) max. 3 000 ks
- nebo násada kapra (K2, K3) max. 1 000 ks.

Rozhodnutí stanovují v některých případech přísnější limity, než je běžné v rybníkářské praxi. Jde např. o dávkování kompostů, u nichž bývá při polointenzifikačním hospodaření doporučována maximální roční dávka 3500 kg/ha (tj. o 500 kg víc, než stanovuje rozhodnutí). Rozhodnutí také nepovoluje používání kejdy a močůvky. Tyto látky se v polointenzifikačních rybnících běžně užívají. Tyto přísnější limity vycházejí pravděpodobně z faktu, že zkoumané rybníky se nacházejí ve zvláště chráněném území.

* *Produkce je založena na příkrmování obsádek převážně obilninami při vystupňování přirozené produkce statkovými a průmyslovými hnojivy. Lze v nich získat přírůstek až 1,5 t.ha⁻¹ (Čížek 1998).*

**Tab. 1 Povolené dávkování závadných látek
(podle Rozhodnutí OŽP KÚ JK z let 2006 a 2007)**

použitá látka	povolené dávkování	
krmiva	max. 50 kg/ha/den	max. 3 t/ha/rok
<i>anorganická hnojiva dusíkatá</i>		
dusičnan amonovápenatý	jednorázově max. 12 kg/ha	max. 50 kg/ha/rok
nebo NPK	jednorázově max. 9 kg/ha	max. 70 kg/ha/rok
<i>anorganická hnojiva fosforečná</i>		
superfosfát	jednorázově max. 20 kg/ha	max. 70 kg/ha/rok
nebo NPK	jednorázově max. 9 kg/ha	max. 70 kg/ha/rok
<i>vápenatá hnojiva</i>		
mletý vápenec	jednorázově max. 1000 kg/ha	max. 2000 kg/ha/rok
nebo pálené vápno	jednorázově max. 700 kg/ha	max. 1000 kg/ha/rok
chlornan vápenatý	jednorázově max. 30 kg/ha	max. 120 kg/ha/rok
<i>organická hnojiva</i>		
chlévká mrva	jednorázově max. 200 kg/ha	max. 1500 kg/ha/rok
vyzrálé komposty	jednorázově max. 400 kg/ha	max. 3000 kg/ha/rok

Krmivem jsou pro účely těchto rozhodnutí myšleny kompletní krmné směsi (KP I, KP II), obilniny (pšenice, ječmen, triticales*, žito, kukuřice) ve stavu celých nebo zlomených zrn, šrotovaném či extrudovaném† stavu, dále luštěniny (hrách, bob apod.), které budou před aplikací namočený, a medikovaná krmiva. Krmiva mohou být do vody dodávána v průběhu celého vegetačního období (březen až říjen).

Anorganická hnojiva se mohou používat pouze v případě naléhavé potřeby doplnit biogenní prvky (NPK) vzhledem k nepoměru, resp. přebytku uhlíku. Tuto potřebu je nezbytné doložit provedením příslušných rozborů.

Není povolena aplikace močoviny, hyperfosfátu, kejdy, močůvky a chemických preparátů.

Výjimky o použití závadných látek, které v současné době platí, byly Krajským úřadem přiděleny rybníkům Nový (ČJ JMK 17500/2006) a Šibeník (ČJ JMK 17521/2006) v roce 2006 na dobu pěti let. V témže roce (2006) byla zamítnuta výjimka pro rybník Mušlovský horní (ČJ JMK 19858/2006) z důvodu, že „rybník Mušlovský horní je potencionálně velmi vhodný pro podporu populací submersní vodní vegetace, která se zde v minulosti vyskytovala hojněji než dnes a pro níž nejsou stávající podmínky hospodaření zcela optimální. Pro rok 2006 byla orgánem ochrany přírody

* Žitovec je mezirodový kříženec mezi pšenicí a žitem (www.slovník-cizích-slov.cz).

† Extrudace je zpracování plodin za pomoci tlaku a teploty, cílem je snížení obsahu nevyživných látek, zvýšení využití nejcennějších živin a získání vysoce energeticky hodnotných produktů s přijatelnou dobou skladovatelnosti, určených do směsi pro výživu hospodářských zvířat (www.primasoja.cz).

krajiny zcela vyloučena aplikace jakýchkoli závadných látek a to z důvodu umožnění sledování kvality vody v tomto rybníce a jejich změn v průběhu sezóny, bez vnějších vstupů vlivem hospodaření.“ Pro sledování byl vybrán právě tento rybník z důvodu jeho nejmenší rozlohy, a tudíž předpokládané nejmenší finanční újmy na hospodařícím subjektu. Zároveň je tento rybník první na Mušlovském potoce a mělo by tak být vyloučeno zkreslení hodnot, ke kterému by mohlo dojít v případě ostatních rybníků, situovaných uvnitř soustavy, jelikož tyto toky jsou zásobovány rybníčními vodami, případně protékají zemědělskou krajinou. Naproti tomu Mušlovský potok je do „horního“ Mušlovského rybníka veden pod zemí, a proto by neměl být zvenčí obohacován živinami. Povolení bylo pro oba Mušlovské rybníky uděleno o rok později (ČJ JMK 21327/2007 a ČJ JMK 26103/2007), tj. v roce 2007, s dobou platnosti do konce roku 2010 (tzn. na tři roky).

Výjimkou jsou stanoveny také další podmínky a povinnosti, mj. povinnost provádění rozborů vody akreditovanou laboratoří na výtoku z rybníka alespoň dvakrát v období aplikace krmiv, jeden rozbor před aplikací hnojiv a alespoň dva během aplikace. Dále nesmí v průběhu aplikace organických hnojiv dojít ke zvýšení obsahu dusíku a fosforu na odtoku z rybníka oproti obsahu těchto látek na přítoku. V případě, že dojde k překročení hodnot uvedených v Tabulce 2, nesmí být aplikace škodlivých látek prováděna až do doby, než se situace opětlepší.

**Tab. 2 Maximální fyzikálně-chemické hodnoty povolené Krajským úřadem
(podle Rozhodnutí OŽP KÚ JK z let 2006 a 2007)**

ukazatel	maximální povolená hodnota
N-NH ₄	2,5 mg/l
N-NO ₃	11 mg/l
pH	6-8

požadavek na 50% nasycení vody kyslíkem při dané teplotě

Rybníky jsou určeny k celoroční akumulaci vody v krajině a v případě zvýšení průtoků slouží k retenci vody (zploštění povodňové vlny). Mimo to samozřejmě také dotváří okolní krajinu a jsou důležitým útočištěm pro vodní ptactvo.

3.5.1. Jezero v Janičově vrchu

(dle www.nature.cz)

Jezero v lomu Janičův vrch (Příloha III, Obr. 6) vzniklo po ukončení těžby vápence povrchovým způsobem v roce 2004. Jezero je syceno podzemní vodou, která byla v průběhu těžby pravidelně čerpána. V současné době hladina vody stále stoupá a předpokládaná maximální hloubka je asi 10 m. Plocha vodní hladiny činí při úplném naplnění lomu přibližně 2,5 ha. V roce 2007 zde bylo prováděno dotěžení vápence, proto byla část vody odčerpána a plocha vodní hladiny se tak snížila o 1 ha, tzn. činila zhruba 1,5 ha .

Jezero sloužilo v rámci této práce jako „srovnávací lokalita“, která odráží chemizmus blízký původním hydrogeologickým podmínkám, bez ovlivnění jakoukoli lidskou činností.

3.5.2. Nový rybník

(dle Sobotka 2002 B)

Rybník (Příloha III, Obr. 7) se nachází v I. zóně CHKO Pálava, jihovýchodně od Mikulova, v dílčím povodí potoka Včelínek. Plocha povodí k hrázi rybníka činí 95,4 km². Je evidován pod katastrálním číslem 4135.

Jedná se o průtočný rybník*, kterým protékají potoky Včelínek (Příloha III, Obr. 8), Mušlovský (Příloha III, Obr. 10) a Rybniční (Příloha III, Obr. 9), kterými je rybník také napájen.

Nádrž má protáhlý tvar, směřuje od hráze na severozápad a ke konci se stáčí k západu až jihozápadu.

Dno celé nádrže má přirozený sklon k výpustnímu zařízení. Okraje jsou hlavně na výtopě† porostlé, dle rybářské terminologie tvrdými travními porosty‡.

* Průtočné rybníky jsou zásobovány vodou protékající. Průtok snižuje jejich úrodnost vyplavováním živin a planktonní potravy. Pronikají do nich dravé a plevelné ryby, a proto jsou používány jako rybníky hlavní. Ke zlepšení produkčních schopností rybníků jsou budovány obvodové stoky. Musí být vybaveny důkladnými vypouštěcími zařízeními, prostornými jalovými splavy k ochraně před přívalovými vodami (Čítek 1998).

† Výtopa je prostor rybníka, který je při normální hladině nezaplavený. Vodou se výtopa zaplňuje až v okamžiku, kdy je v rybníce tolik vody, že přepadá přes bezpečnostní přepad.

‡ Mezi tvrdé porosty patří ty, které mají pevnou lodyhu a trvale vyčnívají nad hladinu, např. rákos obecný, orobinec úzkolistý a širokolistý, zblochan vodní, přeslička bahenní, závar vzpřímený, puškvorec obecný, šípatka vodní, ostřice, sítiny atd. Tvrdé porosty mají z rybářského hlediska převážně nepříznivé účinky, které se projevují především při jejich přemnožení (silně zastíňují vodu, omezují její prohřívání a rozvoj planktonu, odčerpávají značné množství živin, jsou příčinou zarůstání úrodných okrajů rybníků, ztěžují rybám pronikání za potravou do úrodných mělkých částí, vytvářejí těžko se rozkládající organické bahno bohaté na kyselinu křemičitou a přispívají k zakyselení prostředí atd.). Mají ale i některé příznivé účinky – vytvářejí větrolamy, zpevňují břehy, chrání je proti vymílání, mají estetický význam z hlediska tvorby krajiny, mají význam pro myslivost, jsou vhodným stanovištěm pro vodní ptactvo i některou zvěř (Čítek 1998).

Zatopená plocha při normální hladině vody 182,60 m n.m. činí 31,35 ha, přičemž objem vody je 187 000 m³. Průměrná hloubka je 0,6 m.

Rybniční hráz je zemní, sypaná, homogenní, vybudovaná pravděpodobně z místních materiálů.

Voda z rybníka odtéká pod mostem do zemního koryta odpadu. Napouštění a doplňování ztrát řeší (a plně pokrývají) potoky Včelínek, Rybniční a Mušlovský potok, které jsou do vodního díla zaústěny. Celková potřeba vody (včetně ztrát - výparu a průsaku) činí 1 335 713 m³. Při průměrném ročním průtoku (dle ČHMÚ) 128 l/s přiteče do rybníka 4 036 608 m³ vody. Pro provoz rybníka je tedy celoročně vody dostatek.

Veškerou manipulaci s vodou provádí provozovatel, tj. Rybníkářství Pohořelice a.s. prostřednictvím střediska Hlohovec, na základě hospodářského plánu.

3.5.3. Rybník Mušlovský horní

(dle Sobotka 2007 A)

Rybník (Příloha III, Obr. 12) se nachází v I. zóně CHKO Pálava, východně od Mikulova, v povodí Mušlovského potoka. Plocha povodí k hrázi rybníka činí 14,4 km². Je evidován pod katastrálním číslem 3961/3.

Rybník je průtočný, protéká jím Mušlovský potok (Příloha III, Obr. 11). Při zvýšených průtocích je voda odváděna bezpečnostním přelivem do nádrže dolního Mušlovského rybníka, do něhož ústí také odpadní potrubí spodní výpusti horního rybníka.

Rybniční nádrž má oválný, mírně protáhlý tvar. Dno má přirozený sklon ke spodní výpusti. Na výtopě se částečně nacházejí tvrdé travní porosty. Zatopená plocha při normální hladině vody 205,8 m n. m. činí 3,7 ha, přičemž objem vody je 36 000 m³. Průměrná hloubka je 0,97 m. Hloubka vody u výpusti je 3,56 m, u paty hráze 1,3 m.

Hráz je zemní, sypaná, homogenní.

Napouštění a doplňování ztrát je řešeno protékajícím Mušlovským potokem. Průměrný roční průtok na přítoku (podle ČHMÚ) činí 20 l/s, tj. za rok do rybníka přiteče 630 720 m³, tzn. že pro celoroční provoz rybníka je vody dostatek.

Veškerou manipulaci s vodou provádí provozovatel, tj. Rybníkářství Pohořelice a.s. prostřednictvím střediska Hlohovec, na základě hospodářského plánu.

3.5.4. Rybník Mušlovský dolní

(dle Sobotka 2007 B)

Rybník (Příloha III, Obr. 13) se nachází v I. zóně CHKO Pálava, východně od Mikulova, v povodí Mušlovského potoka. Plocha povodí k hrázi rybníka je 15 km². Je evidován pod katastrálním číslem 3961/1.

Rybník Mušlovský dolní je rybníkem průtočným, ústí do něj odtok z Mušlovského rybníka horního. Odpadní potrubí od výpusti pokračuje jako Mušlovský potok do rybníka Nový u Mikulova.

Nádrž má protáhlý tvar, svažující se směrem od rybníka Mušlovský horní. Dno má přirozený sklon ke spodní výpusti. Na výtopě se částečně po okrajích nacházejí tvrdé porosty.

Zatopená plocha při normální hladině vody 203,2 m n. m. činí 5,9 ha, přičemž objem vody je 64 000 m³. Průměrná hloubka je 1,08 m. Hloubka vody u výpusti je 3,95 m, u paty hráze 3,2 m.

Hráz je homogenní, sypaná, zemní.

Napouštění a doplňování ztrát je řešeno protékajícím Mušlovským potokem.

Celková potřeba vody (včetně ztrát – výparu a průsaku) činí 268 038 m³. Průměrný roční průtok na přítoku (podle ČHMÚ) činí 20,5 l/s, tj. za rok do rybníka přiteče 646 488 m³, tzn. že pro celoroční provoz rybníka je vody dostatek.

3.5.5. Šibeník

(dle Sobotka 2002 A)

Rybník (Příloha III, Obr. 15) se nachází v II. zóně CHKO Pálava, jižně od Mikulova, v povodí potoka Včelínek, pravostranného přítoku řeky Dyje. Plocha povodí k hrázi rybníka činí 18,9 km². Je evidován pod katastrálními čísly 4418/14 a 4419.

Nádrž rybníka má tvar písmene „U“ se dvěma protáhlými výběžky směřujícími k severozápadu.

Šibeník je rybníkem průtočným. Přitéká do něj odpad z ČOV Mikulov (Příloha III, Obr. 14), který je současně jediným zdrojem vody pro tento rybník. Část rybníka (severní výběžek zdrže) je oddělena (tzv. „malý“ Šibeník – viz dále) hrází ze sypaniny s těsnícím jádrem a probíhá v něm terciální dočištění odpadních vod (biologický rybník). Tento „malý“ Šibeník je napuštěn i v době, kdy samotný „velký“ Šibeník je mimo provoz (např. při výlovu nebo zimování), a to z důvodu stálé možnosti terciálního čištění odpadních vod.

Potok Včelínek, který dříve rybníkem také protékal, byl sveden pod rybník a jsou do něho zaústěny odpady z rybníka (od bezpečnostního přepadu a základové výpusti).

Dno celé nádrže má přirozený sklon k základové výpusti a je poměrně málo zabahněné, pevné, okraje jsou zčásti porostlé tvrdými porosty.

Vodní plocha „velkého“ rybníka je 20 ha, oddělené části 3,12 ha. Průměrná hloubka nádrže se pohybuje kolem 1,54 m. Kóta provozní hladiny vody (normální hladina) je 195 m n.m. Objem nádrží při provozní hladině je u větší části 308 000 m³ a u menší 39 000 m³, celkem tedy 347 000 m³.

Hlavní i oddělovací rybníční hráz (mezi velkou a malou částí rybníka) je zemní, sypaná, homogenní, vybudovaná z místních materiálů. Hloubka vody u výpusti hlavní hráze je 4,5 m, u paty hráze 2,25 m. Hloubka vody u výpusti oddělovací hráze činí 2,3 m.

Napouštění a doplňování ztrát vody řeší odpadní vody z Mikulovské ČOV zaústěné do menší oddělené části nádrže. V letním období (červenec) činí přítok vody 24,29 l/s a stačí k napouštění rybníka na normální hladinu a k pokrytí ztrát výparem a průsakem. Celková potřeba vody za rok pro toto vodní dílo je tedy 888 248 m³. Při průměrném ročním průtoku (dle ČHMU) 24 l/s přiteče do rybníka 754 790 m³ vody. Z toho vyplývá, že roční potřeba na provoz díla nemůže být tímto množstvím pokryta. Rybníkářství Pohořelice a.s. proto řeší tento problém vodou čerpanou z Novomlýnských nádrží, která je přiváděna náhonem. Dodavatelem je firma Trödler s.r.o. z Brodu nad Dyjí. Voda je sem čerpána pouze ve velmi výjimečných situacích, kdy je přítok po delší dobu menší než průměrný.

Veškerou manipulaci s vodou provádí provozovatel, tj. Rybníkářství Pohořelice a.s. prostřednictvím střediska Hlohovec, na základě hospodářského plánu.

Šibeník a ČOV

Rybník Šibeník byl původně jednou celistvou vodní plochou, který byl, kromě občasného dodávání vody z Novomlýnských nádrží, zásobován pouze odpadními vodami z Mikulova (tzv. Mikulovský odpad). Docházelo v něm k rozkladným procesům, tím ke kyslíkovému deficitu, což mělo za výsledek časté úhyny ryb. Rybník byl proto rozdělen hrází na dvě části – tzv. „malý“ a „velký“ Šibeník. Malý Šibeník, do kterého ústil odpad, měl sloužit k redukci organické zátěže a umožnit tak normální chov ryb v Šibeníku velkém. Časem byl do malého Šibeníku zabudován aerátor, který umožnil v omezené míře chov ryb i zde. V současnosti jsou již aerátory mimo provoz.

V roce 1992 byla na Mikulovském odpadu vybudována čistírna odpadních vod, která vodu zbavuje většiny organických látek, a malý Šibeník tak dnes plní už jen funkci terciálního dočištění. Tato forma dočišťování odpadních vod je pro menší obce finančně velmi výhodná, vyžaduje pouze občasnou údržbu. Čištění zde probíhá formou kořenové čistírny vod promýváním přes podloží, pomocí kořenů a oddenků mokřadních rostlin, které na povrchu nesou bohatou bakteriální mikroflóru. Některé sloučeniny dusíku a fosforu mohou být z vody odstraňovány kumulací v tělech plovoucích rostlin. Do rybníka Šibeník horní tak podle zprávy z roku 2002 (Heteša et al. 2002) přitéká poměrně čistá a nezapáchající voda s parametry III. až IV. třídy čistoty. To je pravděpodobně míněno s ohledem na to, že jde o vody kvalitně předčištěné v ČOV, v jiném případě by nebylo možné vody zařazené do těchto kategorií považovat za „poměrně čisté“.

Vzhledem k probíhající modernizaci ČOV v Mikulově by mělo v budoucnu dojít k výraznému snížení množství živin přicházejících do Šibeníku malého, a tím také ke zvýšení kvality vody.

Skutečnost, že rybník Šibeník je rozdělen hrází na dva různě velké objekty s různou funkcí, však byla správou CHKO sdělena až po zahájení měření v rámci této práce. Pro zachování jednotnosti měření byly proto dále odebírány pouze dva vzorky, a to jeden na přítoku a jeden na odtoku z „velkého“ Šibeníku.

3.6. Zkoumané fyzikální a chemické parametry vody

3.6.1. Základní charakteristiky zkoumaných fyzikálních a chemických parametrů

(podle Pitter 1999; Horáková et al. 1986; Heteša et Kočková 1997)

vodivost neboli konduktivita

Vodivost je jednou ze základních vlastností elektrolytů, ve kterých vznikají disociací ionty přenášející elektrický proud. Mimo jiné závisí také na teplotě roztoku.

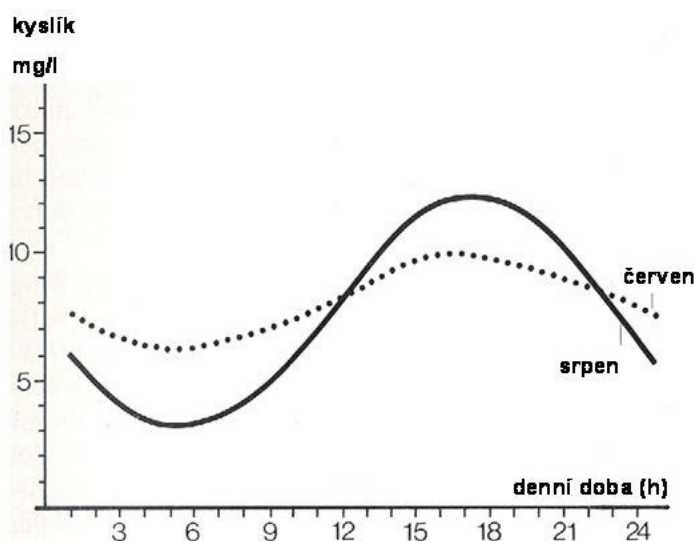
Vodivost je převrácenou hodnotou odporu a její jednotkou je 1 S (siemens).

Stanovení konduktivity vody nám zprostředkovává poznatek o obsahu iontů, a tím o koncentraci rozpuštěných disociovaných látek. To nám slouží k odhadu stupně mineralizace vody a při opakovaném, dlouhodobém měření téhož zdroje vody se pomocí ní dají prokázat změny v koncentraci rozpuštěných látek.

rozpuštěný kyslík

Kyslík je nejvýznamnější z rozpuštěných plynů ve vodě, který s ní netvoří iontové sloučeniny. Obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě se vyjadřuje hmotnostní koncentrací (mg/l) a v procentech nasycení vody kyslíkem, vztažených k rovnovážné koncentraci kyslíku ve vodě za dané teploty a daného atmosférického tlaku. Do vody se kyslík dostává jednak ze vzduchu, jednak z fotosyntézy vodních rostlin, řas a sinic. . Z vody je kyslík spotřebováván dýcháním všech organismů a veškerými oxidačními procesy jak organických, tak anorganických látek.

Zatímco povrchové vrstvy vody bývají přes den zpravidla kyslíkem výrazně přesyceny v důsledku asimilační činnosti fytoplanktonu, v hlubších vrstvách bývá kyslíku nedostatek, protože je tu málo světla a větší množství organické hmoty zde podléhá oxidaci. V letním období dochází v silně eutrofních vodách ke kyslíkovým deficitům zejména v ranních hodinách, kdy se ještě nerozběhla fotosyntéza (viz. Obr. 1). Během dne pak i v nádržích značně přesazených rybami, v nichž není ani fytoplankton, ani submerzní vegetace. Zooplankton může také sekundárně způsobit deficit kyslíku vyžírácím tlakem redukujícím producenty kyslíku – fytoplankton (Svobodová et al. 1987).



Obr. 1 Kolísání koncentrace rozpuštěného kyslíku během dne (upraveno podle Hofmann et al. 1987)

Koncentrace rozpuštěného kyslíku je funkcí teploty, koncentrace biologicky rozložitelných organických látek, fotosyntézy, barometrického tlaku, proudění atd. U neznečištěných toků činí obvykle 85% až 95% nasycení. V letním období bývají koncentrace rozpuštěného kyslíku v tekoucích povrchových vodách asi od 8 mg/l do 12

mg/l a v zimním období asi od 6 mg/l do 8 mg/l. Avšak u toků znečištěných (vykazujících vysoké hodnoty BSK₅) se může koncentrace rozpuštěného kyslíku v důsledku rozkladných biologických procesů značně snížit a v extrémním případě klesnout až na nulovou hodnotu. Naopak voda se může přesytit kyslíkem na turbulentních místech toku nebo fotosyntetickou asimilací organismů (tento druhý zdroj kyslíku přichází v úvahu především u stojatých vod).

Vodu, která má obsah kyslíku odpovídající daným fyzikálním podmínkám (tj. tlaku a teplotě), označujeme jako vodu nasycenou kyslíkem na 100 % (www.rybarstvi.eu).

Kyslík je nutné stanovit nejlépe přímo na místě odběru.

U povrchových vod patří stanovení kyslíku k nejdůležitějším stanovením, protože je mimo jiné ukazatelem čistoty vody, a také proto patří koncentrace rozpuštěného kyslíku mezi ukazatele, podle nichž se povrchové vody řadí do tříd čistoty.

pH

Pro posouzení reakce vodných roztoků je významné, jaké koncentrace v nich dosahují vodíkové ionty. Tato koncentrace závisí jednak na povaze rozpuštěných látek, jednak na vodě samé. Část molekul vody je disociována na vodíkové a hydroxylové ionty H⁺ a OH⁻. Kyselost vodných roztoků je způsobena nadbytkem vodíkových H⁺ iontů, zásaditost nadbytkem hydroxylových iontů OH⁻ (www.rybarstvi.eu).

Jelikož koncentrace vodíkových iontů kolísá ve velmi širokém rozmezí mnoha řádů, používá se k vyjádření pH záporný dekadický logaritmus jejich koncentrace.

Hodnota pH souvisí s teplotou, a proto je vždy nutné teplotu vzorku, při které bylo pH měřeno, uvést.

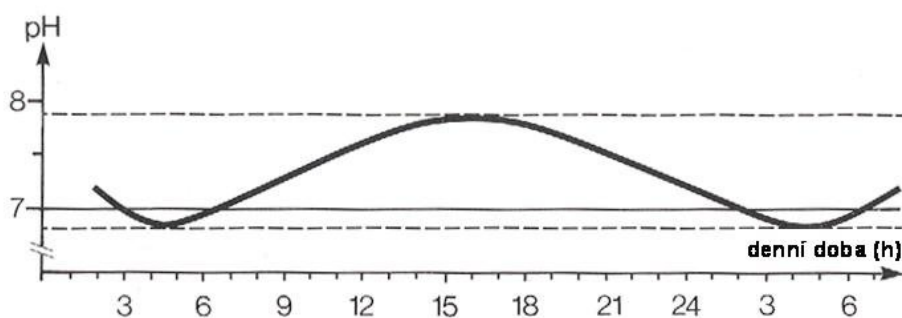
U neznečištěných tekoucích povrchových vod se pH pohybuje v rozmezí od 6,0 do 8,5 a je dána uhličitánovým systémem.

Rybniční voda by měla mít pH mezi 7,0 až 8,0, tj. slabě alkalickou reakci. Nižší hodnoty pH vyvolávají onemocnění ryb, nebo vytváří příznivé podmínky pro onemocnění. Kapr hyne, klesne-li pH pod 4,8. Nízké pH bývá nejčastěji tam, kde je ve vodě málo vápníku* a kde se rozkládá mnoho organických látek (listí, jehličí, rašelina). Snížení pH může být také způsobeno vodou přiváděnou okolními toky, případně kyselými odpadními vodami, které nebyly dostatečně nebo vůbec neutralizovány.

* V případě rybníků v CHKO Pálava nedostatek vápníku nehrozí, jelikož je zde podloží z velké části tvořeno vápencem.

Zvýšení pH je nejčastěji způsobeno intenzivní fotosyntézou vodních rostlin, sinic a řas. Při fotosyntéze je z vody odebírán oxid uhličitý, pH se tudíž zvyšuje díky úbytku kyseliny uhličitě. Současně se rozkládá část $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (hydrogenuhličitanu vápenatého) na normální CaCO_3 a H_2CO_3 . Při dosažení hodnot pH kolem 10,5 však již některé látky důležité pro život řas přechází do nerozpustného stavu. Snižuje se také propustnost buněčné blány pro některé ionty a fotosyntéza u většiny rostlinstva je tak inhibována (www.rybarstvi.eu). Možný průběh hodnot pH během dne je patrný na Obrázku 2.

Závislost hodnoty pH na ročním období se projevuje především u vod stojatých (v létě je vyšší než v zimě vlivem výše zmíněného efektu fotosyntézy). Hodnoty pH mohou být do značné míry ovlivněny (a tlumeny) uhličitanovým systémem, případně plaveninami či dnovými sedimenty obsahujícími hlinitokřemičitany a uhličitan vápenatý.



Obr. 2 Kolísání hodnot pH v průběhu dne
(upraveno podle Hofmann et al. 1987)

teplota

Znalost teploty povrchových vod je významná pro posouzení kyslíkových poměrů, rychlosti rozkladu organických látek a vhodnosti pro ryby. U povrchových vod teplota kolísá nejenom během roku, ale i během dne, avšak tyto změny teploty jsou méně výrazné než změny teploty vzduchu – opožďují se za změnami teploty ovzduší, a to tím více, čím je nádrž hlubší. U hlubokých nádrží činí toto zpoždění až 1 měsíc.

Změny teploty ovlivňují nejen tepelný režim nádrží, ale také jejich režim chemický v důsledku střídajících se cyklů stagnace a cirkulace (jarní a podzimní promíchávání).

průhlednost

Významná fyzikální vlastnost ovlivňující množství světla pronikajícího vodním sloupcem nádrží a toků.

Na propustnosti vody pro světlo závisí hloubka tzv. kompenzačního bodu fotosyntézy, v němž se intenzita celkové fotosyntézy vyrovnává s intenzitou celkové respirace (měřeno produkcí a spotřebou kyslíku). Zákal vody může být způsoben buď neživými, jemně rozptýlenými částicemi, nebo drobnými planktonními živými organizmy. Rozlišení biogenního a nebiogenního zákalu je pro rybářskou praxi velmi důležité, poněvadž biogenní zákal nepřímo informuje o intenzitě primární produkce planktonu, kolísání obsahu O_2 a CO_2 a pH i dostatku biogenních prvků v rybníce.

Průhlednost vody je mírou rozsahu eufotické vrstvy, tj. vrstvy vody, v níž probíhá fotosyntetická asimilace. Podle průhlednosti vody, pokud je funkcí rozvoje fytoplanktonu, je možno rozhodovat o nasazení či zastavení hnojení nádrže. Měří se výškou sloupce vody, pod níž lze pozorovat rozdíly mezi černými a bílými poli na Secchiho disku. V rybnících bývá průhlednost několik decimetrů, nanejvýš 1-2 metry (Čítek J., 1998).

dusíkaté sloučeniny

Zdrojem sloučenin dusíku jsou zejména atmosférické depozice, zemědělství a splaškové vody. Zastoupení jednotlivých forem dusíku ve vodě představuje jen momentální stav dynamického procesu, během něhož přechází N z jedné formy do druhé. Hybnou silou procesu jsou různé druhy bakterií a jejich enzymatický aparát.

amoniak

Amoniakální dusík patří mezi zvláštní ukazatele chemického složení povrchových vod, podle nichž se řadí povrchové vody do tříd čistoty. Znečištění recipientů amoniakem může být původu organického (komunální vody, bodové a plošné zemědělské znečištění, biochemická redukce dusičnanů a dusitanů obsažených ve vodě) nebo anorganického (průmyslové odpadní vody z plynáren, koksáren a generátorových stanic) (Svobodová et al. 1987). Do vody se dostává v důsledku štěpení bílkovin na aminokyseliny a poté až na amoniak, dále je vylučován i v procesu metabolismu živých organismů, zejména živočichů, a to buď močí nebo přes žábry při dýchání ryb.

Amoniakální dusík je využíván mikroorganismy (bakterie, sinice, řasy, rostliny) k syntéze nové biomasy. V aerobních podmínkách je amoniakální dusík oxidován nitrifikačními bakteriemi na dusitany a dusičnany (www.rybarstvi.eu).

Koncentrace amoniakálního dusíku ve vodě se vyjadřuje hmotnostní koncentrací v mg/l jako NH_4^+ nebo nedisociovaný NH_3 nebo N-NH_4^+ , N-NH_3 , popř. $\text{N-(NH}_3 + \text{NH}_4^+)$. Protože však používanými analytickými postupy se nerozliší obsah disociovaného (NH_4^+) a nedisociovaného (NH_3) amoniaku ve vodě, je optimální vyjadřovat obsah celkového amoniakálního dusíku ve vodě jako N (amoniakální N), a to v mg/l.

Koncentrace amoniakálního dusíku u čistých toků dosahují setin až desetin mg/l a u znečištěných toků až jednotek mg/l.

dusitany

Koncentrace dusitanů v povrchových vodách bývá zpravidla velmi malá (řádově setiny a desetiny mg/l), větší bývá v odpadních splaškových vodách (jednotky až desítky mg/l). Důvodem jejich nízkých koncentrací je jejich nestálost. Dusitany vznikají ve vodách jako přechodný člen v cyklu dusíku při biochemické redukci dusičnanů nebo při biochemické oxidaci amoniakálního dusíku. Z tohoto důvodu patří také dusitany (podobně jako amoniakální N) mezi významné indikátory fekálního znečištění přírodních vod. Někdy mohou dusitany ve vodách vznikat z dusičnanů také fotochemickou cestou.

U povrchových a odpadních splaškových vod a při analytické kontrole biologických čistíren je stanovení dusitanů součástí dusíkových bilancí. Dusitany jsou ve vodě velmi nestálé (snadno podléhají oxidaci nebo redukci), proto je nutné vzorky vody analyzovat co nejdříve po odběru. Obsah dusitanů ve vodách se zpravidla udává hmotnostní koncentrací NO_2^- nebo N-NO_2^- v mg/l.

dusičnany

Dusičnanový dusík pochází především ze splachů z hnojených polí, půdních průsaků a z atmosférických depozic. Také odtoky z biologických čistíren odpadních vod i některé průmyslové odpadní vody obsahují dusičnany rovněž ve vyšších koncentracích. V čistých povrchových vodách jsou jeho koncentrace nízké (obvykle pod 1 mg/l), avšak ve znečištěných vodách mohou přesahovat i 10 mg/l. V aerobním

prostředí jsou stabilní, ve vodách s nedostatkem kyslíku však podléhají redukci a mění se na dusitany (a proto je nutné jejich koncentrace stanovovat co nejdříve po odběru).

Protože dusičnany jsou konečným produktem biochemické oxidace organicky vázaného dusíku, může být jejich větší koncentrace v přírodních vodách důkazem staršího znečištění organického původu.

V povrchových vodách souvisí obsah dusičnanů se stupněm eutrofizace a patří jako předchozí zmiňované sloučeniny dusíku ke zvláštním ukazatelům chemického složení povrchových vod, podle nichž se povrchové vody řadí do tříd čistoty.

Obsah dusičnanů ve vodách se udává zpravidla hmotností koncentrací, a to jako NO_3^- nebo N-NO_3^- , v mg/l.

fosforečnany

Fosfor je důležitým prvkem ve vodách z hlediska hodnocení jejich eutrofizace. Antropogenním zdrojem sloučenin fosforu jsou zejména splaškové odpadní vody (P je obsažený ve fekáliích a pracích prostředcích) a splachy ze zemědělsky obdělávané půdy. Koncentrace fosforečnanového fosforu se obvykle pohybují jen v setinách až desetinách mg/l, protože ve spojení s Ca, Mg, Fe, Al a jinými kovy se tvoří velmi málo rozpustné fosforečnany.

V zimním období je množství fosforu ve vodě nejvyšší, protože v této době probíhá v sedimentech dna mineralizace těl odumřelých organismů, odkud se fosfor uvolňuje do vody, aniž by byl jinými organismy spotřebováván. S jarním nástupem vegetace, zejména fytoplanktonu, se obsah fosforu začíná rychle snižovat a na konci léta dosahuje obvykle svého minima (tzv. období deprese fytoplanktonu, fáze „clear water“).

U mělkých nádrží je koloběh P rychlejší, u hlubokých nádrží má P tendenci zůstávat v sedimentech dna a jen malá část se vrací do koloběhu. Na poutání P v sedimentech mají rozhodující vliv oxidačně-redukční podmínky, pH a chemické složení sedimentů. Kyselé sedimenty poutají fosfor pevně ve sloučeninách nerozpustných oxidů (Al, Fe). Hodnoty pH vyšší než 7 a zvýšení obsahu Ca usnadňuje přechod fosforu ze sedimentů do vody, ale jen do určité hranice. Při pH nad 9 a vysokém obsahu Ca se snižuje obsah P ve vodě, poněvadž vzniká málo rozpustný fosforečnan vápenatý. Důležitý je také obsah kyslíku u dna nádrží, v případě dostatku kyslíku dochází k poutání P v sedimentech, při nedostatku O_2 se fosfor uvolňuje zpět do roztoku.

V celkové bilanci koloběhu fosforu v nádržích obvykle převažuje posun do sedimentů nad jeho zpětným uvolňováním.

Dostatečnou produkci kapra však lze uskutečňovat obvykle již při koncentracích 0,2-0,5 mg.l⁻¹ PO₄³⁻ celá řada našich rybníků má ve svých sedimentech veliké rezervy fosforu z předcházejících let bohatého hnojení (www.rybarstvi.eu).

3.6.2. Význam hodnocených fyzikálně-chemických parametrů z hlediska toxicity (podle Svobodová et al. 1987)

rozpuštěný kyslík

Špatné kyslíkové poměry jsou jedním z predispozičních faktorů propuknutí různých chorob (chilodonelózy, ichtyoftiriózy, helmintózy, daktylogyrózy). Důvodem je však nejen rychlejší množení parazitů, ale také oslabení hostitelských organismů – tj. ryb, držených v těchto podmínkách. U ostatních parazitárních onemocnění jsou vztahy mezi stupněm znečištění vodního prostředí s extenzitou a intenzitou invaze zatím nedostatečně prostudovány.

V období zvyšující se teploty vody se v rybnících může prudce rozvíjet hrubý zooplankton. Vedle vlastní vysoké spotřeby kyslíku zooplankton vyžíráním tlakem silně redukuje producenty kyslíku (fytoplankton), klesá koncentrace chlorofylu *a* a zvyšuje se průhlednost vody. Následkem toho prudce klesá koncentrace kyslíku rozpuštěného ve vodě. To může způsobit projevení se toxické nekrózy žaber*. Včasné zabránění kyslíkovému deficitu (např. likvidací hrubého zooplanktonu) má rozhodující význam pro přežití obsádky.

Všeobecným faktorem ovlivňujícím toxicitu látek ve vodním prostředí je koncentrace kyslíku rozpuštěného ve vodě – při deficitním kyslíkovém stavu se toxicita všech látek zvyšuje.

Nároky na koncentraci kyslíku rozpuštěného ve vodě jsou u jednotlivých druhů ryb různé. Optimální koncentrace kyslíku ve vodě pro méně náročné ryby, jako jsou např. kaprovité, se pohybuje v rozmezí 6-8 mg/l, příznaky dušení pozorujeme u těchto ryb při poklesu koncentrace kyslíku na 1,5 až 2 mg/l. Konkrétní hodnoty limitních koncentrací O₂ jsou znázorněny v Tabulce 3.

* *Z klinických příznaků toxické nekrózy žaber kaprů vystupuje do popředí shlukování ryb v hlubších a stinných částech rybníka, v pokročilém stadiu onemocnění ztmavnutí povrchu těla, ztráta nebo snížení únikové reakce a nouzové dýchání. Ryby nepřijímají krmivo (Svobodová et al. 1987).*

**Tab. 3 Kritické hodnoty obsahu O₂ z pohledu rybářského hospodaření
(podle Svobodová et al. 1987)**

druh ryby	hmotnost ryby (g)	kritické hodnoty obsahu O ₂ (% nasycení)					
		5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	28 °C
kapr	6-35	10,7	12,0	15,3	18,6	24,0	28,0
štika	4-7,5	-	19,4	20,5	21,5	28,0	32,5
cejn	6-9	-	14,6	18,6	24,0	29,5	33,0
plotice	2-6,5	-	8,0	8,5	12,0	20,0	30,5
tolstolobik	4-12	6,7	8,0	10,0	10,0	18,6	27,0
amur	6-10	10,7	12,0	14,0	14,0	17,3	26,5

Kritická hodnota nasycení vody kyslíkem je hodnota, při níž kompenzační dýchací mechanismy (např. zrychlené dýchání) vlivem nedostatku kyslíku nemohou pokrýt úroveň látkové výměny, a ta se začíná snižovat.

Spotřeba kyslíku rybami je závislá i na teplotě vody, na pH, na obsahu CO₂, na stresu, na intenzitě metabolismu apod. S nárůstem teploty a celkové hmotnosti ryb na jednotku objemu vody se spotřeba kyslíku zvyšuje. Z výše uvedené tabulky jasně vyplývá závislost spotřeby kyslíku na teplotě vody u různých druhů ryb.

Při deficitu kyslíku dochází k příznakům dušení a k hynutí ryb postupně podle jejich náročnosti na kyslík. Ryby nepřijímají potravu, pohybují se těsně pod hladinou, nouzově dýchají (např. vystupují šikmo k hladině a nabírají zde do ústní dutiny bubliny vzduchu), v rybnících se shromažďují u přítoku, jsou malátné, nereagují na podráždění, ztrácejí únikový reflex a nakonec hynou.

K poškození ryb překysličenou vodou dochází jen velmi zřídka. Kritická hodnota nasycení vody kyslíkem z hlediska bezpečnosti pro ryby je 250-300%. Takovéto extrémní situace však v rybničním prostředí nemohou téměř vůbec nastat.

Nároky ostatních vodních organismů (především bezobratlých) na obsah kyslíku ve vodě se pronikavě liší podle toho, v jakém typu povrchových vod obvykle žijí. Organismy stojatých vod jsou méně náročné na obsah kyslíku než organismy vod tekoucích. Udává se, že koncentrace kyslíku nižší než 4 mg/l je v povrchových vodách již nežádoucí a vyvolává úhyn citlivějších organismů ve společenstvu. Je samozřejmé, že organismy žijící v zahrávajících sedimentech povrchových vod (nitěnky a larvy pakomárů) snášejí i velmi nízké koncentrace kyslíku.

pH

Pokud jde o vliv pH, všeobecně se uznává, že růst většiny druhů ryb v kyselých vodách je pomalejší než v prostředí s vyšším pH. Optimální pH vody pro ryby se pohybuje v rozmezí 6,5 až 8,5, při pH pod 6 dochází ke sníženému příjmu potravy, a tím k význačné růstové redukci. Poškození a úhyn u kaprovitých ryb (zejména kapra a lína) lze pozorovat při pH nad 10,8 a pod 5,0. Dále se také snížení pH na hodnotu 5-6 a nevyhovující podmínky podílejí na vzplanutí např. ichtyobodózy.

Hodnota pH je také jedním z faktorů ovlivňujících toxicitu látek. Největší ovlivnění je zřejmé u amoniaku a amonných solí, kde s rostoucí hodnotou pH vody vzrůstá velmi silně toxicita amoniaku pro ryby (viz níže).

Organismus ryb se proti působení nízkého nebo vysokého pH vody chrání zvýšeným vylučováním hlenu na kůži a na vnitřní straně skřelí. Při mimořádně vysokých nebo nízkých hodnotách pH dochází k poškození tkání, zejména žaber, a až k výskytu krvácení na žábrách a na spodině tělní.

teplota

Z hlediska toxicity látek ve vodním prostředí je nejvýraznějším faktorem teplota vody. Všeobecně je možné říci, že čím vyšší je teplota vody, tím vyšší je toxicita látek.

Sladkovodní ryby jsou poikilotermní živočichové, tzn. že teplota jejich těla je shodná nebo se liší o 0,5 až 1,0 °C od teploty vody, ve které žijí. S teplotou vody je těsně spjata intenzita látkové výměny – se vzrůstající teplotou vzrůstá i intenzita metabolismu. To platí především pro ryby teplomilné. Teplota vody má rovněž vliv na vznik a průběh řady nemocí u ryb. Optimální činnost imunitního systému se u většiny ryb pozoruje při teplotě vody kolem 15 °C.

V areálu svého přirozeného rozšíření ryby dobře snášejí sezónní změny teploty, tzn. v našich podmínkách poklesy v zimním období k nule, v létě maxima podle druhu ryb až 20 – 30 °C. Za optimální pro růst a vývoj kaprovitých ryb je obecně považováno rozmezí 18 – 28 °C. Je však nutné rozlišovat mezi optimálními teplotami a teplotní tolerancí ryb. Ryby mohou dlouhodobě snášet i teploty ležící mimo hranice optimálních hodnot. Tato tolerance však silně závisí na vývojovém stadiu, celkovém zdravotním stavu ryb a na jejich teplotní adaptaci.

Oteplování vodního prostředí v určitém rozmezí teplot urychluje růst a vývoj živočichů (přijímají potravu i v zimním období). Teploty dlouhodobě vyšší než 20 °C již narušují přirozená společenstva organismů povrchových vod. Zvýšená teplota mimo

jiné ovlivňuje obsah kyslíku ve vodě, což může být limitujícím faktorem pro řadu živočichů náročných na kyslík. Z bezobratlých živočichů jsou poměrně odolné vůči vyšším teplotám nitěnky a larvy pakomárů, naopak zvláště citlivé jsou např. ploštěnky, larvy jepic, pošvatek a chrostíků.

amoniak

Ve vodě nebo v biologických tekutinách se amoniak nachází jednak ve formě molekulární – nedisociované (NH_3) a jednak ve formě amonného iontu – disociované (NH_4^+). Vzájemný poměr těchto dvou forem závisí na hodnotě pH a na teplotě prostředí. Přibližně lze říci, že při hodnotách pH menších než 7 se téměř veškerý amoniak vyskytuje pouze ve formě NH_4^+ , při hodnotách pH vyšších než 11 naopak přechází všechen na NH_3 . Přibližnou představu o přechodu jednotlivých forem amoniaku v závislosti na pH znázorňuje Obrázek 3. Z hlediska toxického účinku je důležité, že stěna buněk je poměrně nepropustná pro amonný ion, ale molekulární amoniak proniká přes tkáňové bariéry velmi snadno, a je tedy pro ryby jedovatý.

Procentuální podíl nedisociovaného NH_3 z celkového NH_4^+ lze stanovit ze vztahu:

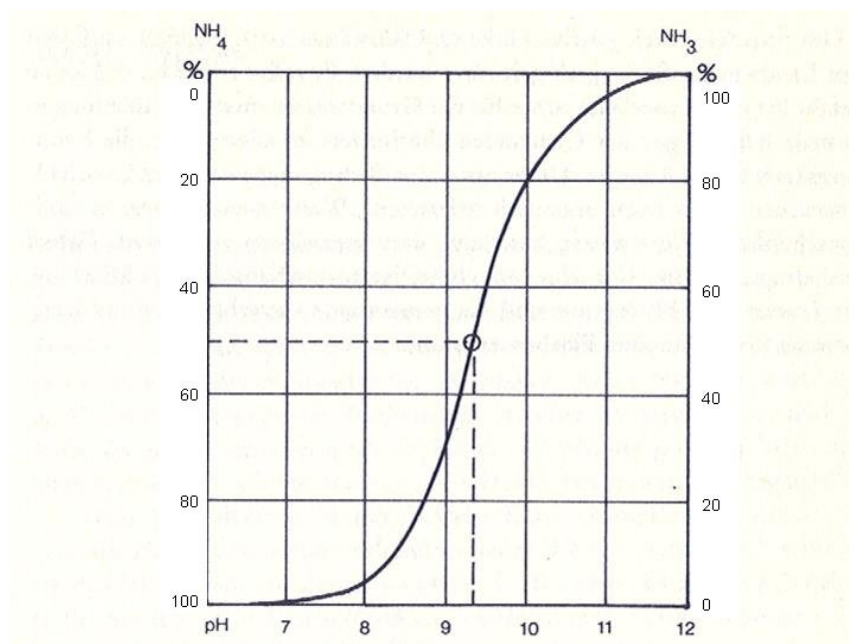
$$\% (\text{NH}_3) = 100 / (10^{\text{pK}-\text{pH}} + 1)$$

kde $\% (\text{NH}_3)$ je procentuální podíl z celkového NH_4^+ , pK je $-\log$ (K je disociační konstanta pro amoniak závislá na teplotě vody). Hodnota pK v závislosti na teplotě vody se vypočte:

$$\text{pK} = 0,09018 + (2730/T)$$

kde T je teplota ve $^{\circ}\text{K}$, tzn. $T = 273,15 + t$, t je teplota vody ve $^{\circ}\text{C}$ (Šálek 2001).

Hodnota LC_{50} zjištěná v testu akutní toxicity se u kaprovitých ryb pohybuje v rozmezí 1-1,5 mg/l. Nejvyšší přípustná koncentrace amoniaku v nedisociované formě je pro kaprovité ryby 0,05 mg/l.



**Obr. 3 Přejchod forem amoniaku v závislosti na pH
(upraveno podle Kunze 1982)**

Při intoxikaci amoniakem ryby zpočátku jeví mírný neklid, jejich dech se zrychluje, zvedají se k hladině, silně reagují na podněty z vnějšího prostředí, ztrácejí rovnováhu, vyskakují nad hladinu, je u nich možné pozorovat křeče (ryby se položí na bok, mají křečovitě rozevřenou tlamu a skřele). Vše může končit smrtí ryby.

V nepříznivých podmínkách (vysoké pH vody, poškození žaber) může docházet dokonce k tzv. autointoxikaci ryb, kdy je omezeno vylučování dusíkatých metabolitů přes žaberní aparát, a tím dochází k výraznému zvýšení hladiny amoniaku v krvi.

Bezobratlí snášejí poměrně vysoké koncentrace amoniaku v povrchové vodě. Například dafnie snášejí až 8 mg/l NH₃. Přesto se všeobecně uvádí, že již 0,2 mg této látky v litru působí negativně na nejcitlivější vodní organizmy.

dusitany

Dusitany jsou pro člověka zdravotně závadné především v pitné vodě, protože způsobují methemoglobinemii*.

Jak již bylo řečeno dříve, dusitany mohou být toxické a jejich toxicita pro ryby značně kolísá a závisí na mnoha vnitřních i vnějších faktorech (druh a věk ryb, kvalita vody a další). Dusitany se v krvi váží na hemoglobin za vzniku methemoglobinu, čímž

* *Jev, při němž dochází působením některých oxidačních činidel (dusitanů, dusičnanů, oxidu dusnatého atd.) k přeměně hemoglobinu na nefunkční derivát, tzn. methemoglobin. Výsledkem je ztráta schopnosti krve přenášet kyslík do tkání, čímž se poškozuje buněčné dýchání.*

se snižuje transportní kapacita krve pro kyslík. Vyšší obsah methemoglobinu v krvi (70-80%) je doprovázen změnou chování ryb – ryby jsou malátné. Při dalším zvýšení obsahu methemoglobinu v krvi ztrácejí ryby orientaci a schopnost reagovat. Úhyny však nemusí nastat, protože červené krvinky ryb obsahují enzym reduktázu, který přeměňuje methemoglobin na hemoglobin. Na toxicitu dusitanů má vliv např. množství rozpuštěného kyslíku ve vodě a teplota vody. Tento fakt souvisí s vyššími požadavky ryb na kyslík při snížené transportní kapacitě krve pro kyslík v důsledku tvorby methemoglobinu. Dlouhodobé působení subletálních koncentrací dusitanů na ryby nevyvolává u nich žádná významná poškození.

Dusitany a zejména dusičnany nepatří k příliš toxickým látkám pro vodní bezobratlé. Například nitěnky snášejí až 30 mg/l dusitanů ve vodě.

dusičnany

Dusičnany jsou primárně ve vodě pro člověka málo závadné, ale sekundárně (po bakteriální redukci v gastrointestinálním traktu) jako dusitany mohou být příčinou výše zmíněné dusičnanové alimentární methemoglobinemie.

Dusičnany jsou látky pro ryby velmi slabě jedovaté. Toxické a letální účinky se projevují až v koncentracích nad 1000 mg/l, protože údajně nevyvolávají změny ve společenstvech vodních organismů. Uvádí se, že toxicky působí teprve tehdy, když začínají ovlivňovat osmotickou hodnotu vody.

Jako nejvyšší přípustná koncentrace dusičnanů pro kapra se udává hodnota 80 mg/l.

fosforečnany

Ve sladkých vodách je fosfor limitním prvkem rozvoje fotosyntetizujících organismů (řas, sinic, vyšších rostlin). Příliš vysoké koncentrace fosforečnanů (a dalších sloučenin fosforu) mohou vést k jejich přemnožení jako indikátoru eutrofizace.

Eutrofizace povrchových vod je složitý proces neustálého obohacování vod minerálními živnými látkami, a tím rostoucí intenzity biologických pochodů. Za příčinu eutrofizace se obecně označuje zvýšení přísunu živných látek z různých zdrojů lidské činnosti a hlavní úloha se v tomto souboru látek přisuzuje dusíku a fosforu. Znakem začínající nebo již probíhající eutrofizace povrchových vod je nadměrný rozvoj druhově chudého společenstva fytoplanktonu a makrovegetace, snížení průhlednosti a změny

barvy vody, výskyt kyslíkového maxima a minima ve skočné vrstvě, v létě snížení nasycení vrstev u dna kyslíkem, kvalitativní a kvantitativní změny fauny dna a příbřežní oblasti a konečně také chemicky jednoznačně stanovitelné zvýšení průměrné hladiny živin.

Eutrofizace může způsobit také změny druhového složení rybích obsádek. Vlivem převážně dlouhodobého (trvalého) znečištění se v tekoucích vodách a v nádržích mění druhové složení rybích obsádek, snižuje se zastoupení citlivějších druhů ryb (především lososovitých a dravých druhů) a zvyšuje se zastoupení druhů odolnějších a méně žádoucích (plotice, cejn apod.). V nejhorším případě při vysoké intenzitě dlouhodobého znečištění všechny druhy ryb vymizí. Dlouhodobé znečištění povrchových vod také negativně ovlivňuje přírůstky hmotnosti ryb a potenciálně umožňuje vznik různých chorob. Znehodnocování rybích obsádek postihlo mnohé údolní nádrže a některé dolní úseky řek.

Výrazně negativní účinek eutrofizace spojený s úhynem ryb se v posledním období projevuje na některých silně úživných rybnících. Jde o rybníky s bodovými (vyústění odpadních vod komunálních, odpadních vod z potravinářského průmyslu, zemědělských odpadních vod) a s plošnými (splachy živin, zejména dusičnanů a fosforečnanů z okolních pozemků) zdroji znečištění. Úhyn ryb může být vyvolán také deficitem kyslíku, ke kterému dochází v nádržích při rozpadu masově rozvinutého fytoplanktonu, zejména vodního květu. Při rozpadu velkého množství organické hmoty je z vody spotřebován prakticky veškerý kyslík. Navíc někteří zástupci fytoplanktonu za určitých podmínek produkují toxiny, které mohou nepříznivě působit nejen na ryby, ale i na hospodářská zvířata a na člověka.

Při znečištění povrchových vod jsou v mnoha případech prvním indikátorem kontaminace vodního prostředí vodní bezobratlí a za nimi následují ryby. Toto se ovšem týká zejména pesticidů, toxických kovů, tenzidů, ne však organického znečištění, působení změněné hodnoty pH, zvýšené koncentrace amoniaku, dusitanů a sirovodíku. V těchto případech jsou hlavním indikátorem zatížení recipientů ryby.

3.7. Problematika rybníků

Rybníky jsou uměle budované nádrže, jejichž primárním účelem je chov ryb. Vedle chovu ryb mohou rybníky sloužit také k jiným účelům, jako je např. rekreace, závlahy nebo zdroj vody pro průmysl.

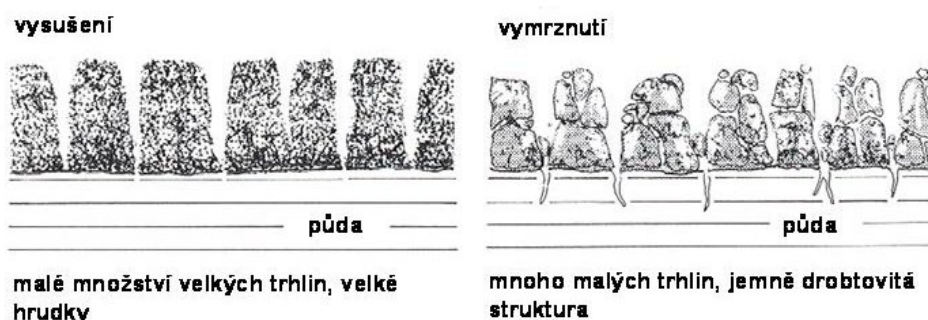
Obsádka rybníků je v podstatném rozsahu určována hospodářskými záměry rybníkářů. Hlavním druhem je kapr obecný, jako vedlejší druhy se chovají lín obecný, štika obecná, candát obecný, pstruh duhový, síh maréna a sumec velký. Do rybníků pronikají pochopitelně i další druhy ryb žijící v jejich povodí. Nejčastěji jsou to plotice obecná, cejnek malý, karas stříbřitý. Výskyt těchto druhů je zvláště v případě jejich přemnožení nežádoucí, a proto je označujeme v rybnících jako ryby „plevelné“ (Lusk et al. 1983).

K nejzávažnějším otázkám kvalita vody patří jakost sedimentů (vzhledem k jejich dalšímu využití nebo zneškodnění), ochrana flóry, fauny a ekosystémů. V rámci práce budou zmíněny hlavně tyto problémy.

Kvalitu vody v nádrži ovlivňují aktivity uplatňované v povodí nádrže a intenzita vlastního využívání nádrže. Povodí nádrže může ovlivňovat negativně kvalitu vody v nádrži působením plošných nebo bodových zdrojů znečištění. Mezi nejvýznamnější plošné zdroje znečištění patří zemědělská výroba a atmosférické depozice. Stanovení míry vlivu plošných zdrojů na kvalitu vody v nádrži, zejména eliminace tohoto vlivu, jsou nesnadnou záležitostí a znamenají změny aktivit v celém povodí, což je zpravidla záležitost dlouhodobá a finančně náročná. Bodové zdroje znečištění (sklárky, objekty živočišné výroby, silážní jámy, sídla) jsou snadněji identifikovatelné a jejich odstranění je zpravidla jednodušší než u plošných zdrojů.

S vodami z povodí se do nádrží dostávají rovněž nerozpuštěné látky, které způsobují postupné zanášení nádrží sedimenty. Zanášení nádrží je však také způsobováno např. břehovou abrazí uvnitř nádrže nebo tzv. vnitřním zanášením, což je vznik sedimentů z odumřelých těl rostlin a živočichů. Jelikož se vzniku sedimentů nikdy nedá zcela zabránit, je u hospodářsky využívaných nádrží nutné jejich občasné odstraňování. To lze provést různými způsoby, např. suchou cestou, mokrou cestou či letněním či zimováním rybníků. Suchá cesta předpokládá vypuštění nádrže a mechanické odstraňování sedimentů po jejich – alespoň částečném – vysušení. Mokrú cestu se provádí pomocí sacího bagru plovoucího na hladině. Přírodě nejbližší (a současně nejlevnější) jsou metody letnění nebo zimování rybníků nebo jejich kombinace. Při tomto postupu je nutné rybník vypustit. Účelem je prokysličení dna, rozklad škodlivých látek, zničení parazitů atd. (Čítek et al. 1998). Působením vnějších vlivů na sedimenty dochází také k oxidaci a mineralizaci, tzn. mobilizaci, živin vázaných v organických látkách. Tím dochází ke zmenšení objemu sedimentů a současně jsou živiny po opětovném napuštění nádrže dostupné pro vodní organizmy. Při

letnění se díky působícímu ultrafialovému záření, které má dezinfekční účinky, zničí více choroboplodných zárodků než během zimování. Naproti tomu při zimování dochází k uvolnění většího množství živin, jelikož jsou sedimenty mrazem více rozrušené a mineralizace tak probíhá na větší ploše (Hofmann et al. 1987). Rozdíl mezi sedimenty vysušenými a vymrzlými je patrný na Obrázku 4.



Obr. 4 Rozdíl ve struktuře letněných a zimovaných sedimentů
(upraveno podle Hofmann et al. 1987)

Vodou jsou do nádrží často transportovány také různé živiny. Pro kvalitu vody v nádržích jsou nejvýznamnější fosfor a dusík, které mohou za určitých podmínek vést k eutrofizaci nádrží. Eutrofizace je přirozený jev, v rybničním hospodaření dokonce žádoucí, jelikož přispívá ke zvýšení výnosů hospodaření. Zároveň však může být nadměrný přísun živin příčinou destabilizace ekosystému a může vést k jeho kolapsu.

Důležitá je také problematika mělkého (tzv. litorálního) pásma nádrží, které zarůstá velice rychle vlhkomilnou vegetací. Rostliny zvyšují výpar vody z nádrže, zmenšují rozlohu vodní hladiny a objem zadržené vody v nádrži. To je z hlediska rybničního hospodaření považováno za jev negativní. Na druhé straně je toto pásmo stanovištěm pro různé druhy živočichů, břehové porosty napomáhají zachycování splachů z okolí, rostliny odčerpávají část živin z vody a napomáhají tak v boji proti eutrofizaci (Vrána et Beran 2002).

3.7.1. Účelové úpravy rybničního prostředí

(dle www.rybarstvi.eu)

V rámci rybářských zásahů do rybničního prostředí dochází k dodávání a vyrovnávání poměru živin a k úpravě fyzikálně-chemických vlastností vody.

V důsledku narůstající eutrofizace vod v posledních desetiletích je většina biogenních prvků v rybníčních vodách v nadbytku, často však v nesprávném poměru.

Podle parametrů stanovených rybáři by „dobrá“ rybníční voda měla přibližně parametry uvedené v Tabulce 4.

Tab. 4 Optimální hodnoty parametrů vody z pohledu rybářského hospodaření (podle www.rybarstvi.eu)

parametr	optimální hodnota
teplota během vegetačního období	18-24°C
průhlednost	30-40 cm
rozpuštěný kyslík	6-8 mg/l
pH	(6)7-8(9)
anorganický fosfor	0,2-0,3 mg/l
anorganický dusík	0,5-2 mg/l (z toho volný amoniak max. 0,3 mg/l u plůdku a citlivějších ryb do 0,1 mg/l)

Případné aplikace (závadných) látek do rybníků musí být povoleny příslušným vodoprávním úřadem

Z vodní nádrže je odčerpáváno značné množství živin, např. výlovem ryb, výletem hmyzu, jehož larvy žily v nádrži, odvozem pokosených porostů, vypuštěním vody s planktonem a živinami, průsakem či denitrifikačními pochody. Čím menší je přítok do rybníka a chudší podloží (písky, žuly), tím spíše dojde k vyčerpání látek potřebných pro primární produkci.

Pro lepší představu může posloužit následující příklad. Při výlovu 500 kg.ha⁻¹ ryb se rybník ochudí o 7 kg CaO (5 kg Ca), 6 kg P₂O₅ (2,6 kg P), 2 kg K₂O (1,6 kg K) a 12 kg N na 1 ha. Pro intenzivní rybářskou výrobu je proto nutné na rybnících chudých na živiny neustále dodávat biogenní prvky v potřebném množství a ve vhodné formě. V rybnících to bývají nejčastěji fosfor, dusík, draslík, někdy i vápník a uhlík.

Výhodou *minerálního hnojení* je stálý a známý obsah živin, možnost přesného dávkování. Tento typ hnojení nemusí mít však vždy adekvátní odezvu v konečné produkci, poněvadž ryby nemohou těchto hnojiv využít přímo, ale přes řadu článků potravního řetězce.

Organickým hnojením se dodávají přímo organické látky a podporuje se rozvoj bakterií. Bakterie jsou velmi důležitou složkou potravy zooplanktonů (perlooček),

rozkládají organické látky na jednodušší anorganické soli a oxid uhličitý, jenž slouží vodním rostlinám, řasám a sinicím jako hlavní zdroj uhlíku.

Organická hnojiva se používají ve formě chlévské mrvy, močůvky, kejdy, kalu či zeleného hnojení. Někdy k tomuto účelu slouží přímo posečené rybníční porosty.

Při předávkování mohou vznikat kyslíkové deficity, vytváří se volný amoniak a celkově se zhoršují podmínky v rybníce, čímž může dojít k oslabení ryb a snadnějšímu šíření chorob.

Organická hnojiva by neměla být aplikována, jestliže:

- jsou rozvinuty vodní porosty zejména
- jsou rozvinuty okřehky, vodní květy apod.
- průhlednost je nižší než 40 cm
- biogenní prvky jsou v optimu nebo zvýšené (nad 1,5 mg.l dusíku a 0,3 mg.l fosforu)
- byly použity herbicidy, pokoseny porosty
- při chovu kachen

Pro pochopení principu hnojení je nutná především znalost koloběhu dvou nejdůležitějších prvků minima, P a N. Pro všechny biogeny platí, že musí být k dispozici rozpuštěné a v takové formě, kterou mohou rostliny asimilovat. Nejvhodnější formou fosforu pro rostliny jsou organofosfáty (PO_4^{3-}), méně vhodné jsou koloidní anorganické i organické sloučeniny P. V případě N jsou nejlepší formou amonné soli, močovina a dusičnany. Vápník se dodává do nádrží nejčastěji ve formě vápence (CaCO_3), páleného vápna (CaO) či hašeného vápna (Ca(OH)_2); poslední dvě formy zejména při desinfekčních zásazích. Draslík bývá dodáván nejčastěji ve formě chloridu draselného (KCl). Množství přidávaných biogenů je závislé především na jejich potřebě jako stavebních látek těl organismů a dále na intenzitě jejich metabolismu. Potřebné absolutní váhové množství fosforu tvoří zpravidla jen desetinu potřebného množství N, a to proto, že koloběh fosforu je značně rychlejší a podíl na stavbě těl organismů je menší.

Velkou roli při hnojení rybníka hraje dno rybníka, které váže do svého půdního komplexu některé živiny dodávané hnojením a může je po malých částech do vody uvolňovat. To se týká hlavně fosforu. Značný význam má kvalita samotného rybníčního podloží - pozitivně působí zejména zvýšený obsah Ca (ve formě vápence).

Obecně platí, že čím je rybník mělčí, tím více se projevuje vliv dna na chemismus i biologii vody.

Běžným zásahem do rybničního prostředí je tedy jeho *vápnění*. Rybníky se vápní pro zlepšení produkčních faktorů, zrychlení koloběhu látek ve vodě, dodání Ca jako důležitého biogenu, prevenci onemocnění a dezinfekci rybníka. Vápnění upravuje chemismus vody, brání kolísání pH, zlepšuje fyzikálně-chemické vlastnosti dna, zvyšuje alkalitu a snižuje kyselost, urychluje uvolňování živin ze dna, slouží jako prevence plísňové nákazy žaber. Vápněním se nepřímo zlepšují kyslíkové poměry, protože dochází k vysrážení hnilobných látek, které sedimentují. Nevhodné je vápnění rybníků s nedostatkem organické hmoty z důvodu zrychlení rozkladu a úbytku živin.

Znalost koloběhu biogenu je důležitá i pro volbu způsobu aplikace hnojiva. Zatímco fosforečná hnojiva mohou být aplikována jen jednou ročně v celkové vypočtené dávce, musí se celková dávka dusíkatých minerálních hnojiv rozdělit na řadu dávek dílčích, aby nedošlo k větším ztrátám dusíku v důsledku činnosti denitrifikačních bakterií.

Hnojením rybníků je realizována snaha dosáhnout vzniku vegetačního zákalu (zabarvení) vody rozvojem planktonních řas, které jsou potravou např. pro drobné vodní filtrátory, a ti jsou dále požíráni rybami. V rybnících je tedy konečným cílem hnojení zvýšení tvorby dalších produkčních článků (Čítek et al. 1998). Nežádoucí je při tom rozvoj koloniových sinic, tvořících vodní květy (snižují průhlednost vody, jsou potenciálně toxické, odebírají z vody živiny, ale především jsou pro vodní organizmy v pastevně-kořistnickém řetězci nestravitelné) a rozvoj submersních makrofyt (zmenšují volnou vodní plochu a objem vodní nádrže vhodný pro pohyb ryb atd.). Rozvoj vegetačního zákalu brzdí rozvoj submersních makrofyt a naopak. Rovnováha mezi hnojením, rozsahem vegetačního zákalu a rozvojem submersních makrofyt je velmi nestabilní a je těžké dosáhnout optimálních hodnot, přijatelných jak z hlediska ochrany přírody (druhová diverzita rybníka), tak produkce ryb.

Dávkování jednotlivých živin závisí na chemizmu vody (zjišťovaném pomocí chemických analýz), druhu podloží, účelovosti rybníka a zamýšlené produkci. Chemická analýza vody nás však informuje pouze o okamžitém stavu biogenů v rybníce, nevypovídá o dynamice a rychlosti koloběhu živin v nádrži. Mnohem věrnější obraz o potřebě jednotlivých prvků poskytuje např. stanovení trofického potenciálu vody (tzn. stanovení poměru sloučenin dusíku a fosforu).

Pravidla o hnojení rybníků platí však především pro rybníky na neúrodných půdách a v nezemědělské krajině.

3.7.2. Použitá rybářská terminologie

Pro pochopení některých informací, týkajících se rybníčního hospodaření, je nutné zmínit se alespoň okrajově o rybářské terminologii. V Příloze II. v Tabulkách 12 a 13 se pracuje s označením věkových kategorií ryb, což jsou číselné údaje udávané za názvem druhu ryby. Jsou to:

- kategorie 0 ... váčkový plůdek (plůdek od vykulení (vylíhnutí) do přechodu na vnější výživu)
- kategorie „r“ ... rychlený plůdek (plůdek ve stáří cca 30 – 90 dnů)
- kategorie 1 ... plůdek, který má za sebou vegetační období (věk 3 – 12 měsíců)
- kategorie 1-2 ... násada na počátku druhého roku života
- kategorie 2 ... ryba ve věku dvou let
- kategorie 3 ... ryba ve věku tří let
- kategorie „t“ nebo „v“ ... ryba tržní či vážní

(www.mrk.cz, www.rybarskekrouzky.wz.cz)

3.8. **Metody odběrů a rozborů vody a sedimentů**

V rámci této práce byly po dobu dvou let (2006 a 2007) zkoumány vybrané chemické a fyzikální parametry vod na vybraných lokalitách. Lokality byly vybrány správou CHKO Pálava, s úmyslem započít tímto výzkumem jejich dlouhodobější sledování, které dosud na těchto lokalitách nebylo nikdy v minulosti provedeno.

Dále byly v průběhu roku 2007 odebírány vzorky sedimentů, které byly později podrobeny laboratorní analýze.

3.8.1. Odběry vody

Vzorky vody byly odebírány jednou měsíčně, vždy na stejných místech (Příloha III., Obr. 5), do púllitrových polyetylenových lahví pomocí vyrobeného odběrového zařízení (Příloha III., Obr. 16), taktéž z polyetylenové lahve o objemu 0,5 l. Pokud to výška vodního sloupce dovolila, byly vzorky odebírány z hloubky přibližně 20 cm.

Odběry byly prováděny pravidelně ve stejnou denní dobu (mezi devátou a dvanáctou hodinou dopolední), aby mohly být srovnávány chemické faktory vody

různých lokalit, které se mohou během 24 hodin měnit. To může mít samozřejmě vliv na naměřené hodnoty některých faktorů - především teploty, rozpuštěného kyslíku, pH a bakteriální aktivity, která souvisí se změnou jednotlivých forem dusíku.

Přímo na místě byly měřeny fyzikální parametry: vodivost, obsah rozpuštěného kyslíku, pH, teplota vody a průhlednost.

K měření byly použity přístroje uvedené v Tabulce 5.

Tab. 5 Použité měřicí přístroje

měřená veličina	typ měřicího přístroje	výrobce	obrázek
vodivost	DIST 3	Hanna	Příloha III, Obr. 17
rozpuštěný kyslík	GRYF 463	GRYF	Příloha III, Obr. 18
	v případě poruchy prvního přístroje byl použit náhradní MKT44L	INSA	
pH	PHH-5012	OMEGA	Příloha III, Obr. 19
teplota	GRYF 463	GRYF	Příloha III, Obr. 18
	v případě poruchy prvního přístroje byl použit náhradní MKT44L	INSA	
průhlednost	Secchiho disk		

Vzorky byly transportovány v chladicím přenosném boxu, aby nedošlo k chemickým změnám obsažených látek v důsledku změny teploty. Po transportu, v místě provádění chemických analýz na principu kolorimetrie, byly vzorky ponechány mimo přenosný box, aby dosáhly pokojové teploty potřebné k daným rozborům. Tato měření byla prováděna pomocí přenosné kompaktní chemické laboratoře (Das Aquamerck Kompaktlabor für Wasseruntersuchungen – Nummer 1.11151.0001) (Příloha III, Obr. 20) německé firmy Merck, kterou přímo pro účely této diplomové práce zakoupila Správa CHKO Pálava. Balení obsahuje chemické sady k určení koncentrace amoniaku, nitrátů (dusičnanů), nitritů (dusitanů) a fosforečnanů ve vodě, a dále pomocí této laboratoře lze určovat obsah rozpuštěného kyslíku, celkovou tvrdost vody, karbonátovou (přechodnou) tvrdost vody a pH. V rámci této práce byl určován obsah anorganických sloučenin, konkrétně dusičnanů, dusitanů, amoniaku a fosforečnanů.

Podstatou kolorimetrie je reakce zkoumaného vzorku s určitým činidlem, při níž vzniká výrazně zbarvený reakční produkt. Důležitou podmínkou stanovení je, aby intenzita zbarvení roztoku byla alespoň v určitém rozmezí přímo úměrná koncentraci stanovované látky.

Aby se předešlo chybám měření vzniklých změnou intenzity vzniklého zbarvení v důsledku přirozeného zbarvení rybníční vody, je při této metodě používán čistý

vzorek vody jako srovnávací - dává se před barevné pozadí, se kterým je určovaný vzorek porovnáván (Příloha III, Obr. 21).

Přesnost výsledků chemických analýz odpovídá použitým kolorimetrickým metodám, které jsou určeny především k rychlé orientaci v terénu než k přesnému měření. Stanovitelné koncentrace jednotlivých látek jsou uvedeny v Tabulce 6. V případě, že koncentrace rozpuštěných látek ve zkoumaných vzorcích byla nižší než mez detekce (tzn. nejnižší stanovitelná koncentrace), byly tyto výsledky měření uvedeny do výsledných tabulek (Příloha I, Tab. 1 – 6) pod zkratkou <MD. Také v případě koncentrací vyšších než byla horní hranice stanovitelnosti dané metody, byly tyto koncentrace v tabulkách označeny pouze znaménkem „>“. Účelem práce nebylo stanovovat zcela přesné hodnoty, ale pouze určit koncentrace v daném rozmezí, případně říci, zda byla koncentrace nižší či vyšší než meze detekce.

**Tab. 6 Stanovitelné koncentrace určovaných látek
(podle Anonymous C)**

určovaná látka	stanovitelné koncentrace (mg/l)
dusičnany	10 – 25 – 50 – 75 – 100 – 125 – 150
dusitany	0,025 - 0,05 - 0,075 – 0,1 – 0,15 – 0,2 – 0,3 – 0,5
amoniak	0,2 – 0,4 – 0,6 – 1,0 – 2,0 – 3,0 – 5,0
fosforečnany	0,25 – 0,5 – 0,75 – 1,0 – 1,5 – 2,0 – 3,0

Možná chyba měření může záviset na individuálních vlastnostech zraku uživatele. V rámci této práce šlo tedy hlavně o stanovení hodnot nedosahujících či překračujících určité limity, které jsou pro daný ekosystém nebezpečné a mohou ohrozit jeho stabilitu nebo dokonce existenci.

Organické látky a další chemické a fyzikální parametry nebyly analyzovány a určovány z důvodu technické a finanční náročnosti.

Chemické složení použitých reagentů je uvedeno v následující Tabulce 7.

**Tab. 7 Složení chemických činidel použitých při rozbořech vod
(podle Anonymous 2006 A, 2006 B, 2004, 2005)**

určované látky	složení použitých chemických sloučenin
dusičnany	1. kyselina sulfanilová kadmium síran měďnatý zinek
dusitany	1. vodný roztok kyseliny chlorovodíkové kyselina sulfanilová 2. C ₁₂ H ₁₆ Cl ₂ N ₂
amoniak	1. hydroxid sodný 2. dichlorisokyanurát sodný, dihydrát 3. nitroprusid sodný thymol 2-propanol
fosforečnany	1. kyselina sírová vinan antimonylo-draselný 2. kyselina askorbová

Konkrétní chemické reakce probíhající při analýzách pomocí použité přenosné kompaktní laboratoře zde budou popsány pouze orientačně, protože jejich principy nejsou v dostupných materiálech zmíněny a výrobce (firma Merck) je odmítl sdělit.

Při stanovování dusičnanů jsou dusičnany nejprve redukovány kadmíem na dusitany, které jsou po reakci s kyselinou sulfanilovou kopulovány na červené azobarvivo, jehož intenzita zbarvení je přímo úměrná koncentraci dusičnanů.

Stanovení ruší zejména nerozpuštěné koloidní organické látky a ionty těžkých kovů (Horáková 2000).

Použitý typ kolorimetrického stanovení dusitanů patří nejpoužívanější metody. Principem reakce je diazotace kyseliny sulfanilové dusitany (v prostředí hydrogensíranu draselného) ve vzorku na diazoniovou sůl, která je následně kopulována na červené azobarvivo NEDhydrochloridem. Intenzita vzniklého zbarvení je úměrná koncentraci dusitanů ve vzorku (www.rybarstvi.eu).

Nesprávné výsledky můžeme získat při stanovení u vzorků, které mají značnou kyselinovou neutralizační kapacitu, neboť při postupu stanovení není dosaženo optimální hodnoty pH (v rozmezí 1,9 ± 0,1), nutné pro správný průběh reakcí, na které je stanovení dusičnanů založeno. Rušivý vliv mohou mít také nerozpuštěné látky, zákal, silná oxidační a redukční činidla, Fe^{III}, trichloramin a chlor (Horáková, 2000).

Princip chemické reakce probíhající při stanovování amoniaku se bohužel nepodařilo v dostupné literatuře nalézt.

Pro stanovování fosforečnanů ve vodě bylo nutné vzorek nejprve přefiltrovat, aby došlo k oddělení nerozpuštěných a rozpuštěných forem fosforu. Principem stanovení je převedení jednotlivých rozpuštěných forem na orthofosforečnany vhodnou předúpravou vzorku. V této práci byly stanovovány pouze rozpuštěné formy orthofosforečnanů. Anorganické polyfosforečnany přecházejí na orthofosforečnany při hydrolyze v kyselém prostředí (zde kyselina sírová). Za katalytického účinku antimonitých iontů, v přítomnosti nadbytku molybdenanových iontů se vytváří žlutý heterokomplex polykyseliny molybdátosfosforečné. Redukcí kyselinou askorbovou přechází komplex na molybdátosfosforečnou modř. Intenzita zbarvení opět odpovídá koncentraci stanovované látky, tzn. rozpuštěných orthofosforečnanů.

Stanovení může být rušeno obsahem křemičitanů a arseničnanů, které reagují s molybdenanem za vzniku podobného zbarvení jako orthofosforečnany. Zbarvení může být také intenzivnější v přítomnosti více jak 10 mg/l Fe a vanadičnanů. Pozitivní chybu stanovení způsobují také polyfosforečnany s labilnější vazbou a některé organické sloučeniny fosforu, které podléhají za podmínek stanovení hydrolyze. Naopak přítomnost fluoridů v koncentracích vyšších než 200 mg/l zcela znemožňují vybarvení. Při přesných analýzách je proto nutné učinit opatření k odstranění všech nežádoucích látek. Zdrojem chyb může být také nádobí umývané detergenty s obsahem fosforu (Horáková 2000).

Podrobnější charakteristiky jednotlivých měřených parametrů jsou uvedeny v kapitole 3.6.

3.8.2. Odběry sedimentů

Odběr vzorků sedimentů dna není nijak standardizován, je třeba vždy vycházet z konkrétních podmínek. Zásadou je odebírat především povrchové vrstvy sedimentů dna z několika míst zkoumané lokality a k analýze vzít směsný vzorek z těchto odběrů (Svobodová et al. 1987).

Sedimenty byly odebírány pomocí sedimentačních pastí přibližně ve tříměsíčních intervalech od prosince 2006 do listopadu 2007. Přibližnost těchto intervalů byla

zapříčiněna nutností rychle reagovat na aktuální, nepředvídatelnou situaci, např. vypuštění rybníku apod.

Sedimentační pasti byly instalovány v rybnících Šibeník, Nový, Mušlovský horní a dolní. Byly vyrobeny z plastových barelů, na jejichž dně byly 4 novodurové trubky, zalité v betonu. Do každé trubky byla vsunuta zavařovací sklenice o objemu 0,5 l a ploše při ústí 28,27 cm². Pasti byly opatřeny plovákem z polystyrenu. (Příloha III, Obr. 23 a 24).

Po vyjmutí lahví (Příloha III, Obr. 22) byly sedimenty sušeny při teplotě 20 – 30°C. Po vysušení byly sedimenty zváženy, nadrceny a byly z nich odebrány směsné vzorky pro analýzu fosforečnanů a organického dusíku. Při těchto analýzách bylo postupováno podle metodik pro analýzy půd (Zbiral 1995, Anonymous 1979). Dále bylo počítáno množství sedimentů usazených za den na 1 cm².

Dusík je v sedimentech vázán hlavně ve formě organických látek, anorganické sloučeniny (dusičnany, dusitany, amoniak) se vyskytují v největší míře rozpuštěné ve vodě. To bylo důvodem, proč byl v sedimentech stanovován pouze organický dusík.

Při analýzách, provedených podle níže uvedené metodiky, se všechn fosfor obsažený v sedimentech převedl mineralizací na fosforečnany, jejichž koncentrace byla stanovována na závěr analýz. Zjištěné množství fosforečnanového fosforu je tedy současně množstvím celkového fosforu, vázaného v sedimentech.

Podrobnější charakteristiky jednotlivých měřených parametrů jsou uvedeny níže.

Metody chemických rozborů sedimentů

Stanovení fosforečnanů z půdního extraktu podle Melicha II. (dle Zbiral 1995)

Při této metodě se suchá, nadrcená půda/sediment extrahuje kyselým roztokem, obsahujícím fluorid amonný pro zvýšení rozpustnosti různých forem fosforu na železo a hliník. V roztoku je přítomen i chlorid amonný, který příznivě ovlivňuje desorpci draslíku, hořčíku a vápníku. Kyselá reakce vyluhovaného roztoku je nastavena kyselinou octovou a kyselinou chlorovodíkovou. Do výluhu bylo přidáno činidlo PhosVer3. Fosfor byl stanovován v půdním extraktu spektrofotometricky (pomocí spektrofotometru DR/2000 firmy HACH) jako fosfomolybdenová modř, přičemž intenzita modrého zbarvení je přímo úměrná obsahu fosforečnanů v roztoku. Pro potřeby této práce byly výsledné hodnoty přepočítány na množství fosforečnanového resp. celkového fosforu v g/kg suché půdy.

Stanovení organického dusíku

Pro stanovení organického dusíku v sedimentech byla použita metodika uvedená v manuálu k přístroji Kjeltec System 1002 Distilling Unit (Anonymous 1979), částečně upravená a publikovaná v pracích: Hekera 1991 a Maurer et al. 1993.

Vzorek půdy/sedimentu je nejprve zmineralizován s kyselinou sírovou za přítomnosti selenu, který působí jako katalyzátor. Mineralizací se organické formy dusíku převedou do formy amonných iontů. Poté se amonné ionty zalkalizují pomocí hydroxidu sodného a změní se na amoniak. Tento roztok se predestiluje do kyseliny borité s příměsí Tashiro indikátoru. Vzniklá kapalina se titruje kyselinou chlorovodíkovou, proběhne neutralizační reakce a kyselina se přidává do okamžiku dosažení bodu ekvivalence, tj. do změny barvy indikátoru ze světle zelené na fialovou.

4. VÝSLEDKY

Veškerá měření na zkoumaných lokalitách byla prováděna v letech 2006 a 2007. Výsledky jednotlivých fyzikálních měření a chemických analýz jsou ve formě tabulek uvedeny v Příloze I (pro rok 2006 Tab. 1 – 3, pro rok 2007 Tab. 4 – 6).

Pro lepší orientaci v naměřených hodnotách by měla sloužit grafická Příloha II, ve které jsou veškerá data převedena do podoby grafů. K dispozici jsou grafy souhrnné, tzn. obsahující data ze všech zkoumaných lokalit, a také grafy věnované jednotlivým lokalitám. Souhrnné grafy mohou v některých případech působit poněkud nepřehledně z důvodu příliš velkého množství dat, avšak tyto grafy by měly posloužit pouze k rychlé orientaci a rozpoznání hlavních trendů ve vývoji měřených veličin. Přehlednější informace obsahují grafy jednotlivých lokalit. Tyto grafy znázorňují vždy měření související s jednou zkoumanou vodní plochou, tedy data pro odtok a přítok, případně přítoky daného vodního tělesa. Pro upřesnění je nutné dodat, že přítokem Mušlovského rybníka dolního je odtok z Mušlovského rybníka horního (voda z „horního rybníka“ je vedena trubkou zabudovanou v hrázi přímo do rybníka „dolního“), a proto grafy pro oba rybníky – horní i dolní - obsahují jednu stejnou křivku (odtok z Mušlovského rybníka horního = přítok Mušlovského rybníka dolního).

V prvním roce měření (2006) byly odebrány pouze vzorky vody, a to jedenkrát měsíčně v období březen až prosinec, tzn. devět odběrů z každé lokality (pozn. v listopadu nebyla měření provedena z časových důvodů). První odběr chybí u odtoku z Mušlovského rybníka horního (Příloha I, Tab. 1), jelikož tento odběrový bod v původním záměru CHKO Pálava nebyl a byl přidán až po prvním odběru na ostatních lokalitách. U odtoku z rybníka Šibeník nebyly provedeny poslední dva odběry z důvodu vypuštění nádrže (Příloha I, Tab. 3). V tabulkách dále chybí několik dalších měření, která nebyla provedena kvůli technickým problémům (označených v tabulce zkratkou TP) – poruše měřicích přístrojů apod.

V prosinci roku 2006 byly do rybníků umístěny sedimentační pasti.

V roce 2007 bylo také provedeno devět odběrů vody na každé lokalitě, tentokrát v období únor až říjen. Z Tabulky 6 v Příloze I je patrné, že nebylo provedeno poslední měření na odtoku rybníka Šibeník, a to opět z důvodu vypuštění nádrže. Stejně jako

v předchozím roce se nepodařilo vyvarovat technických závad na přístrojích, a proto i v roce 2007 nebylo možné některá měření provést.

V roce 2007 byly čtyřikrát odebírány vzorky sedimentů. Původní záměr byl odebírat vzorky v pravidelných, tříměsíčních intervalech. Z důvodů technických zásahů (vypouštění nádrží při výloveh, zimování rybníků apod.) hospodařícího Rybníkářství Pohořelice to ale nebylo možné. Z rybníka Mušlovský horní byla odebrána pouze první sada vzorků sedimentů. Při druhém odběru, v červnu roku 2007, se nepodařilo sedimentační past z rybníka vylovit, protože byla na dně „uvězněna“ nejspíše spadlým stromem při jarní vichřici. Proto již daná lokalita nebyla z hlediska sedimentace dále sledována.

4.1. Průhlednost

Průhlednost vody jednotlivých zkoumaných lokalit se pohybovala se v širokém rozpětí od 20 cm až po více než 3 metry. Z obrázku č. 1/a v Příloze II je jasně patrné, že v roce 2006 byla největší průhlednost na lokalitách Mušlovský rybník horní a lom. Dosahovala až tří metrů, přičemž u obou lokalit lze pozorovat zřetelný pokles průhlednosti v letních měsících. Na lokalitě Mušlovský rybník dolní byla průhlednost vody v první polovině roku (období duben až červenec) o něco vyšší než u zbývajících lokalit (Nový rybník a Šibeník), u kterých se pozorovaná průhlednost v průběhu celého roku příliš neměnila, pohybovala se v rozmezí od 30 do 50 cm.

V roce 2007 (Příloha II, Obr. 1/b) byly opět nejnižší hodnoty průhlednosti naměřeny u Nového rybníka a rybníka Šibeník, přičemž nejvyšší zjištěná hodnota byla 60 cm. U Mušlovského rybníka horního je patrný razantní pokles průhlednosti oproti předchozímu roku, s výrazným výkyvem směrem k vyšším hodnotám v jarním období. Podobný průběh má také křivka průhlednosti Mušlovského rybníka dolního. Voda v lomu vykazovala celkově nižší hodnoty průhlednosti než v roce 2006. Průhlednost začala ve srovnání s předchozím rokem klesat dříve (v dubnu místo v červenci) a k vyšším hodnotám se vracela pouze pozvolna.

4.2. Vodivost

Hodnoty vodivosti vody ze všech lokalit se pohybovaly v rozmezí 600 – 1800 μS . Na souhrnném grafu (Příloha II, Obr. 2) dále vidíme, že nejvíce je od všech ostatních lokalit odlišný v obou letech (2006 a 2007) lom. Ten se vyznačuje nejnižšími hodnotami vodivosti, v rozmezí 600 – 750 μS , a od nejbližších vyšších naměřených hodnot se liší přibližně o 200 – 300 μS .

Ze všech lokalit dosahuje celkově nejvyšších hodnot vodivosti voda z přítoku rybníka Šibeník (také v obou sledovaných obdobích), dosahuje až k 1700 μS , ale v průběhu roku 2006 (přibližně od července) zaznamenává klesající tendenci a v roce 2007 jsou hodnoty značně rozkolísané. U odtoku tohoto rybníka je v roce 2006 situace jiná (Příloha II, Obr. 3/2a) – hodnoty byly poměrně vyrovnané, až na jedno měření, které zaznamenalo vzestup vodivosti přibližně o 200 μS od nejbližší nižší hodnoty. Od začátku roku 2007 vodivost na odtoku stále stoupala, z hodnoty 843 μS až na 1351 μS v květnu a do konce roku již zůstala přibližně na této vyšší hladině.

Hodnoty vodivosti u Nového rybníka (Příloha II, Obr. 3/3a a 3/3b) jsou po celý rok vyrovnané, nejsou patrné žádné větší výkyvy. U Mušlovského potoka byl zaznamenán mírný vzestup vodivosti v období květen – červenec. Mírně stoupající tendenci měly i hodnoty vodivosti na odtoku z rybníka, a to v prvních třech měsících měření a poté v září a říjnu. Celkově nejvyšší vodivost byla naměřena u potoka Včelínek.

U Mušlovského rybníka dolního (Příloha II, Obr. 3/4a a 3/4b) nebyly zaznamenány žádné výrazné rozdíly vodivosti při porovnávání přítoku a odtoku, ani výrazné změny vodivosti v průběhu roku.

Mušlovský rybník horní (Příloha II, Obr. 3/5a a 3/5b) měl v obou letech o něco nižší vodivost na odtoku oproti přítoku do rybníka, přičemž u obou křivek je patrný mírný pokles hodnot vodivosti v průběhu roku 2006 (přibližně z 1260 μS až na 870), v roce 2007 se vodivost na přítoku stále pohybovala kolem hodnoty 1100 μS a na odtoku 1000 μS .

4.3. pH

Souhrnné grafy pro hodnoty pH (Obr. 4, Příloha II) nám mnoho informací nepodají. Vidíme na nich, že v roce 2006 byly nejnižší naměřené hodnoty pH 6,8 a nejvyšší až 9,0. V roce 2007 byla naměřená minima o něco vyšší než v roce předchozím, neklesla pod 7 a maxima se opět nacházela okolo pH 9,0. Dříve započatá měření v roce 2007 (oproti roku 2006) poukazují na poměrně prudký pokles pH v březnu, ve srovnání s únozem. Pro většinu sledovaných lokalit je v obou letech výzkumu také společný strmý vzestup pH v dubnu oproti březnovým hodnotám měření a pokles pH na konci sledovaných období.

Z Obr. 4/a, Příloha II můžeme vyčíst, že voda na přítoku do rybníka Šibeník měla při prvním měření na konci března 2006 oproti ostatním lokalitám velmi nízkou hodnotu pH, pouhých 6,8 a poté v dubnu prudce stoupla na necelých 8,1 a po zbytek roku se pohybovala v blízkosti této hodnoty. Z grafů (Příloha II, Obr. 4/a a 4/b) je také patrné, že pH přítoku Šibeníku bylo po oba roky měření nejnižší ze všech sledovaných lokalit. Nejvyšší hodnoty v grafu Obr. 4/a patří odtoku z rybníka Šibeník, a to v dubnu 2006, a dále pak odtoku Mušlovského rybníka horního v červenci téhož roku – pH v obou případech přesáhlo hodnotu 9,0. V roce 2007 (Příloha II, Obr. 4/b) bylo pH na odtoku z rybníka Šibeník poměrně vysoké – až do června se pohybovalo kolem 9,0 a poté kleslo až na hodnoty blízké 8,0.

Lokalita lom (Příloha II, Obr. 5/1a a 1b) vykazovala po oba roky měření rozpětí hodnot pH mezi 7,8 a 8,8. K mírnému zvýšení pH došlo v obou letech na konci léta (měsíce červenec až září) a na podzim hodnoty opět klesaly.

Šibeník, jak již bylo zmiňováno výše, vykazoval na počátku roku 2006 (Příloha II, Obr. 5/2a) prudký vzestup pH, a to jak na přítoku, tak také na odtoku. Poté pH kleslo, na přítoku rybníka se ustálilo zhruba na hodnotě 7,8 a na odtoku mírně kolísalo kolem hodnoty pH 8,5. Měření na odtoku z roku 2007 (Příloha II, Obr. 5/2b) byla komentována již výše. Hodnoty na přítoku byly poměrně vyrovnané, mírně oscilovaly kolem hodnoty 7,7 a až ke konci sledovaného období pozvolna klesly na 7,2 pH.

Většina měření z Nového rybníka (Příloha II, Obr. 5/3a a 3b) se po oba roky pohybuje v rozmezí 7,5 až 8,5. Voda ze všech odběrových míst (Včelínek, Rybníční potok, Mušlovský potok, odtok z rybníka) je charakteristická nevyrovnanou dynamikou pH (mimo krátkých období – např. Včelínek v červnu až září 2006, kdy se hodnota pH ustálila přibližně na hodnotě 7,9). V obou letech pozorování proběhlo v období břez-

duben zvýšení pH, poté rovněž v obou letech o něco kleslo (výjimkou jsou měření na Mušlovském potoce z roku 2007). Dalším styčným bodem obou let je mírný pokles pH na konci pozorovaných období (až na Rybniční potok, kde se pH v roce 2007 zvýšilo).

V roce 2006 byly na přítoku Mušlovského rybníka dolního (tzn. na odtoku z Mušlovského rybníka horního) při většině odběrů naměřeny vyšší hodnoty pH než na odtoku (Příloha II, Obr. 5/4a). Velmi zřetelný je prudký vzestup pH v červnu a červenci (až na 9,2) a následný pokles v srpnu (na 8,4). Dynamika pH na přítoku v následujícím roce byla podobná dynamice z roku předchozího (Příloha II, Obr. 5/4b) s tím rozdílem, že ke vzestupu pH došlo pozvolněji již v dubnu a klesat začalo v červnu – celý průběh tak byl posunutý o dva měsíce oproti roku 2006. V srpnu 2007 dosáhlo pH na přítoku svého minima (7,9) a poté opět stoupl. Situace na odtoku z Mušlovského rybníka dolního v prvním roce téměř kopírovala přítok, tzn. v letních měsících nastal vzestup pH (z 8,2 na 8,8) a následoval prudký pokles na hodnoty blízké 8,0. Po poklesu pH na počátku roku 2007 začaly hodnoty pH na odtoku z rybníka pozvolna stoupat a ustály se přibližně na hodnotě 8,6.

4.4. Teplota

Pro ilustraci výsledků měření teploty nejlépe poslouží souhrnný graf na Obr. 6, Příloha II.

V roce 2006 teploty na všech lokalitách od prvního měření v březnu (nejnižší naměřená teplota byla 10,2 °C) pozvolna stoupaly, svého maxima (místy až 28 °C) dosáhly v červnu a červenci. Od srpna teploty bez výjimky klesaly až do posledního měření v prosinci 2006, kdy nejnižší naměřená hodnota činila 8,3 °C.

V druhém roce, tzn. v roce 2007, stoupala teplota vody o něco strměji a po mírném zakolísání směrem k nižším teplotám v květnu se opět začala zvyšovat. Maxima bylo dosaženo v červenci, kdy nejvyšší naměřené hodnoty dosáhly téměř ke třiceti stupňům Celsia (Mušlovský rybník horní odtok – 29,6 °C). Následoval prudký pokles teplot, opět až do konce sledovaného období, tj. do října 2007.

Grafy pro jednotlivé lokality nebyly sestrojovány, jelikož hlavní trendy vývoje teploty jsou dobře patrné již ze souhrnného grafu.

4.5. Rozpuštěný kyslík

Koncentrace rozpuštěného kyslíku jsou vyjádřeny buď v mg/l (Příloha II, Obr. 7) a nebo v % (Příloha II, Obr. 9). Jak je z obou souhrnných grafů vidět, průběh křivek je při obou způsobech vyjádření téměř identický. Jedna z mála patrných odchylek je v květnových odběrech roku 2007 na odtoku z Mušlovského rybníka horního. Při procentuálním vyjádření nastal pokles, kdežto při použití mg/l je viditelný naopak poměrně výrazný vzestup.

Z grafů z roku 2006 (Příloha II, Obr. 7/a a 9/a) je patrné, že největší dynamiku v koncentracích rozpuštěného kyslíku vykazuje voda na odtoku z rybníka Šibeník (změny až o 150 %, 12 mg/l) a současně také tyto koncentrace dosahují místy nejvyšších hodnot (až 257 %, tj. 20,7 mg/l) ze všech zkoumaných lokalit. Další lokalitou, u které jsou naměřené hodnoty poměrně rozkolísané, je odtok z rybníka Mušlovského horního – zde je největší změnou pokles z 198 % na 112 %, tj. z 15,7 mg/l na 8,8 mg/l). Nejnižší koncentrace rozpuštěného kyslíku byly v roce 2006 naměřeny na přítoku do rybníka Šibeník – v květnu poklesly až na 22 %, tj. 2,2 mg/l). Od června se pak začaly hodnoty obsahu kyslíku ve vodě zvyšovat.

V roce 2007 byla situace značně odlišná (Příloha II, Obr. 7/b a 9/b). Na všech lokalitách docházelo od dubna ke snižování koncentrace kyslíku, u mnoha až na nulovou hodnotu v červenci, poté nastal poměrně strmý vzestup, který trval až do září, ale již nedosáhl jarních maxim, v říjnu teploty opět klesaly. Nejvyšších a od ostatních značně odlišných hodnot dosahovala voda v první polovině roku na lokalitě MRDo. Maximální naměřená koncentrace rozpuštěného kyslíku činila při vyjádření v procentech 247 (v dubnu) a při vyjádření v mg/l 26,6 (v květnu). (Jak již bylo řečeno výše, je patrný rozdílný průběh křivek při vyjádření v % a v mg/l.) Poté nastal na všech lokalitách velice strmý pokles koncentrace O₂ a to až na hodnoty 0,8 mg/l a 10 % v měsíci srpnu, v září byly naměřeny opět poměrně vysoké koncentrace (147 %, 13,5 mg/l). Celkově nejnižší koncentrace rozpuštěného kyslíku byly zjištěny, stejně jako v předchozím roce, na přítoku rybníka Šibeník.

Hodnoty koncentrace kyslíku v lomu byly téměř po celý rok 2006 vyrovnané, pohybovaly se kolem 8 mg/l, a až ke konci sledovaného období, tj. v říjnu až prosinci, došlo k mírnému vzestupu těchto hodnot (Příloha II, Obr. 8/1a a 10/1a). Rok 2007 byl i pro lom charakteristický poklesem a následujícím nárůstem hodnot v letním období (Příloha II, Obr. 8/1b a 10/1b).

Jak již bylo popsáno dříve, koncentrace rozpuštěného kyslíku na odtoku z rybníka Šibeník měly v roce 2006 velmi rozkolísaný průběh, v grafu (Příloha II, Obr. 8/2a a 10/2a) jsou vidět dva vrcholy (duben a červen), a na přítoku byly koncentrace zřetelně nižší. V roce 2007 (Příloha II, Obr. 8/2b a 10/2b) byly hodnoty na přítoku vždy nižší než na odtoku z rybníka.

U Nového rybníka nelze z grafů ani tabulek jednoznačně určit, který přítok či odtok byl charakteristický nejnižšími a který nejvyššími hodnotami. V prvním roce, tj. 2006, oscilovala měření ze všech lokalit v rozmezí hodnot 5 – 12 mg/l a 50 – 140 %, přičemž nejvyšší hodnoty byly zaznamenány při posledních dvou měřeních, kdy došlo např. u Rybníčního potoka ke zvýšení obsahu kyslíku až na 17,5 mg/l a 150 % (Příloha II, Obr. 8/3a a 10/3a). Podobné zvýšení nastalo u všech lokalit náležejících k Novému rybníku. O rok později (2007) byla situace obdobná, tzn. lokality se vzájemně příliš nelišily (Příloha II, Obr. 8/3b a 10/3b).

Pro Mušlovský rybník dolní byly v roce 2006 charakteristické nižší hodnoty rozpuštěného kyslíku na odtoku než na přítoku (Příloha II, Obr. 8/4a a 10/4a). V květnu došlo na obou měřených místech k mírnému poklesu koncentrací kyslíku, přičemž na přítoku se poté koncentrace oproti odtoku prudce zvedla (ze 104 % na 198 %) a následoval u obou opětovný pokles. Celkově se hodnoty pohybovaly v rozmezí 64 – 198 % a 5,1 – 15,7 mg/l. V roce 2007 (Příloha II, Obr. 8/4b a 10/4b) byla situace obdobná – na odtoku byly nižší koncentrace než na přítoku, s výjimkou července a srpna. Rozpětí maximálních a minimálních hodnot bylo v tomto roce mnohem větší než v roce předchozím, minimum se přiblížilo k nule (0,8 mg/l na přítoku rybníka v srpnu), maximum se vyhoupllo na již zmiňovaných 26,6 mg/l (květen, přítok).

Mušlovský rybník horní (Příloha II, Obr. 8/5a a 5b a 10/5a a 5b) měl po oba roky koncentrace rozpuštěného kyslíku na odtoku vyšší než na přítoku (s výjimkou května roku 2006 a října 2007). V roce 2007 nastala na přítoku do rybníka dokonce třikrát situace, kdy nasycení vody kyslíkem bylo nulové (červen až srpen).

4.6. Dusičnanový dusík

Koncentrace dusičnanového dusíku byly odvozeny ze změřených koncentrací dusičnanů (pozn. odvození pomocí molárních hmotností jednotlivých prvků, stejně se postupovalo i u ostatních stanovovaných sloučenin dusíku a fosforu). Tyto přepočty byly provedeny z důvodů pozdějšího možného srovnání s normami a dalšími předpisy pro jakost vod. Spodní mez detekce použité metody je 10 mg dusičnanů na 1 litr.

Souhrnné grafy pro dusičnanový dusík (Příloha II, Obr. 11) obsahují data pouze pro některé lokality. Ostatní na těchto grafech nebyly zobrazovány z důvodu „neměřitelnosti“ koncentrací danou metodou (pomocí přenosné chemické laboratoře), respektive koncentrace dusičnanů byla nižší, než je mez detekce použité metody, tj. nižší než 10 mg/l. Grafy pro jednotlivé lokality (Příloha II, Obr. 12) byly vyhotoveny pouze pro rybník Šibeník (a to pro oba sledované roky) a pro Nový rybník (pouze rok 2006), z důvodu výše uvedeného – nemožnosti zaznamenat nízké koncentrace dusičnanů, které ve vodě pravděpodobně byly.

Na souhrnném grafu pro rok 2006 (Příloha II, Obr. 11/a) jsou zobrazeny křivky pro lokality Rybniční potok, Včelínek, Šibeník odtok, Nový rybník odtok a Šibeník přítok. V roce 2007 (Příloha II, Obr. 11/b) jsou v grafu zaznamenány již pouze 4 lokality, oproti předešlému roku chybí odtok z Nového rybníka. Dynamika jednotlivých lokalit nevykazuje žádné výrazné společné znaky. Nejvyšších koncentrací dusičnanového dusíku bylo dosaženo na přítoku rybníka Šibeník. Z hodnot nižších než mez detekce na počátku roku stoupla koncentrace v červnu a červenci na téměř 8 mg/l. Maxima dosáhla křivka v září, kdy byla naměřena hodnota 11,36 mg/l. Na lokalitách Rybniční potok, Včelínek a Šibeník odtok byl zjištěn vždy jeden vrchol v průběhu roku. Na odtoku z rybníka Šibeník byl naměřen v dubnu, u Rybničního potoka v červnu a u Včelínku v květnu. Naměřené hodnoty na odtoku z Nového rybníka dosáhly maxima v dubnu a další mírný vzestup nastal v červenci a srpnu.

Na grafu z roku 2007 (Příloha II, Obr. 11/b) je patrný velmi zřetelný vzestup koncentrací dusičnanového dusíku na přítoku rybníka Šibeník v měsících květnu a červnu, kdy hodnoty dosáhly 17 mg/l. Po tomto strmém vzestupu klesla koncentrace N-NO_3^- k nule, tj. pod mez detekce dané metody. U ostatních lokalit byla naměřena maxima přibližně 2,3 mg/l, a to pouze krátkodobě (převážně v jarním období a poté v září). Voda ze všech těchto lokalit obsahovala v měsících červnu až srpnu natolik nízké koncentrace dusičnanů, že je nebylo možné stanovit.

4.7. Dusitanový dusík

Obsah dusitanového dusíku byl vypočítán ze zjištěné koncentrace dusitanů, jejichž spodní mez detekce při použité metodě byla 0,025 mg/l.

Oba souhrnné grafy (Příloha II, Obr. 13) poukazují na poměrně komplikovanou dynamiku koncentrací dusitanového dusíku na sledovaných lokalitách. Velmi výrazná je v porovnání s ostatními lokalitami zřetelná stálost hodnot N-NO_2^- na přítoku rybníka Šibeník, a to po oba dva roky. Koncentrace se po celou dobu držela na 0,15 mg/l. Dalším výrazným jevem je prudký nárůst dusitanového dusíku v potoce Včelínek na konci roku 2006, kdy se během dvou měsíců (října a listopadu) zvedl obsah z 0,02 mg/l až na 0,3 mg/l. Další informace lze ze souhrnných grafů vyčíst jen velmi obtížně, proto bude dále pozornost věnována grafům pro jednotlivé lokality.

Na Obr. 14/1a a 14/1b v Příloze II je patrné, že na lokalitě lom byly koncentrace N-NO_2^- v obou letech nízké, většinou se pohybovaly v rozmezí 0,02 – 0,05 mg/l. Nevyšší naměřené hodnoty se vyskytly v červnu 2006 a srpnu 2008, kdy se vyhouply téměř k 0,10 mg/l.

V rybníce Šibeník (Příloha II, Obr. 14/2a a 14/2b) bylo jak na přítoku, tak na odtoku dosaženo maximálních hodnot 0,15 mg/l. Průběh hodnot na přítoku byl popsán výše. Koncentrace dusitanového dusíku na odtoku byly v roce 2006 po většinu času nižší než na přítoku (výjimkou jsou měsíce duben a srpen, kdy se koncentrace shodovaly), v červnu a červenci byly dokonce pod mezí detekce. Od února do května roku 2007 byly koncentrace na odtoku shodné s přítokem, tj. 0,15 mg/l. Poté hodnoty na odtoku do července klesaly až na hodnotu 0,03 mg/l a od srpna zaznamenaly opět vzestupnou tendenci.

Situace Nového rybníka (Příloha II, Obr. 14/3a a 14/3b) je z důvodů tří přítoků poněkud složitější než na ostatních lokalitách. Po Šibeníku jde o lokality s nejvyšším obsahem N-NO_2^- . Průběh křivky Včelínku v roce 2006 byl částečně popisován v úvodním odstavci této kapitoly. Hodnoty se na počátku roku pohybovaly kolem 0,1 mg/l, v červenci stouply na 0,15 mg/l, následoval pokles pod 0,05 mg/l a na konci sledovaného období došlo ke zmiňovanému prudkému vzestupu. Koncentrace v Rybničním potoce se pohybovaly do 0,05 mg/l, s výjimkou června, kdy dosáhly maximálních 0,15 mg/l. Stejná koncentrace byla nejvyšší také pro Mušlovský potok, byla však naměřena o měsíc později, tedy v červenci. Po zbytek času byly hodnoty na této lokalitě vždy o něco nižší než u Rybničního potoka. Odtok z rybníka dosáhl svého

maxima již v dubnu, 0,1 mg/l, v letních měsících poklesly koncentrace až pod stanovitelnou mez. V roce 2007 byly hodnoty dusitanů ve Včelínku více rozkolísané než v roce předchozím. Od léta do začátku podzimu střídavě stoupaly a klesaly, největší „skok“ byl zaznamenán v září a říjnu, kdy hodnoty klesly z 0,15 mg/l na 0,02 mg/l. Rybníční potok dosáhl stejně jako v roce 2006 maximální koncentrace dusitanového dusíku 0,15 mg/l v srpnu. Ostatní lokality vykazovaly v tomto roce vyrovnanější hodnoty, často se koncentrace dokonce nedaly danou metodou stanovit.

Mušlovský rybník dolní je charakteristický nízkými koncentracemi dusitanového dusíku, a to v obou sledovaných rocích (Příloha II, Obr. 14/4a a 14/4b). Po většinu času byly hodnoty nižší, než je mez detekce. Trochu výraznější vzestup hodnot lze pozorovat na přítoku, a to v srpnu a září 2007, kdy dosáhly až 0,06 mg/l.

Voda v Mušlovském rybníce horním se vyznačovala také poměrně malým množstvím obsaženého dusitanového dusíku. Ve většině případů byly hodnoty na přítoku o něco málo vyšší než na odtoku. V roce 2006 (Příloha II, Obr. 14/5a) se naměřené hodnoty pohybovaly zhruba kolem 0,02 mg/l, s výjimkou měsíce srpna, kdy došlo k mírnému zvýšení na přítoku i odtoku. Poté následoval pokles hodnot, na odtoku z rybníka nebylo dokonce možné od září do konce roku žádné dusitany ve vodě stanovit. V roce 2007 (Příloha II, Obr. 14/5b) byly na přítoku zaznamenány dva výkyvy směrem k vyšším koncentracím – a to v březnu a červenci (0,09 mg/l), na odtoku hodnoty zakolísaly v srpnu a září.

4.8. Amoniakální dusík

Koncentrace amoniaku, zjištěné pomocí kolorimetrické metody (mez detekce 0,2 mg/l), byly přepočteny na obsah amoniakálního dusíku.

Hned při prvním pohledu na souhrnné grafy pro amoniakální dusík (Příloha II, Obr. 15) je zřejmé, že nejvíce se od všech lokalit liší přítok rybníka Šibeník – bylo u něj dosaženo někdy dokonce několikanásobně vyšších hodnot, než byla maxima z ostatních odběrových míst. Křivky patřící všem dalším lokalitám se v těchto souhrnných grafech dosti překrývají, a proto je vhodnější použít pro jejich lepší charakterizaci grafy jednotlivých lokalit (Příloha II, Obr. 16).

Voda v lomu (Příloha II, Obr. 16/1a a 16/1b) neobsahovala v průběhu obou let téměř žádný amoniakální dusík – koncentrace se blížily nule, často byly tak nízké, že je nebylo možné stanovit.

Jak již bylo řečeno výše, na přítoku rybníka Šibeník byly koncentrace N-NH_4^+ v některých obdobích velice vysoké. V březnu a dubnu 2006 (Příloha II, Obr. 16/2a) dosáhly maximálních hodnot 4,17 mg/l. V květnu prudce klesly pod 0,5 mg/l a mimo následujícího měsíce, kdy koncentrace opět stoupla, se až do konce sledovaného období držely pod touto hodnotou. Na odtoku byla naměřena nejvyšší koncentrace v únoru, a to 1,67 mg/l, a po zbytek roku se udržovala těsně nad nulovou hodnotou. V roce 2007 (Příloha II, Obr. 16/2b) byly na odtoku z rybníka zjištěny opět poměrně nízké koncentrace, avšak na přítoku se pohybovaly hodnoty od začátku roku kolem 2,5 mg/l, v červnu mírně klesly a v dalších měsících se opět zvýšily (jako v předchozím roce) až na 4,17 mg/l.

Situace na Novém rybníce byla u všech odběrových míst v obou letech velmi podobná (Příloha II, Obr. 16/3a a 16/3b). Koncentrace se pohybovaly těsně nad nulovou hodnotou, v mnoha případech je nebylo možné stanovit vůbec. Jediné výraznější výkyvy byly zaznamenány v květnu 2006 na odtoku z rybníka a v září v Rybničním potoce, kdy došlo k nárůstu koncentrací na 0,83 mg/l, a v říjnu 2006 u Včelínku (1,67 mg/l).

Na lokalitě Mušlovský rybník dolní (Příloha II, Obr. 16/4a a 16/4b) byly v roce 2006 i 2007 zjištěny po celou dobu velmi nízké koncentrace amoniakálního dusíku s jediným krátkodobým výkyvem v červnu 2007, kdy na přítoku do tohoto rybníka bylo naměřeno 0,83 mg/l N-NH_4^+ .

V prvním roce měření byly koncentrace amoniakálního dusíku v Mušlovském rybníce horním často natolik nízké, že je nebylo možné vůbec stanovit (Příloha II, Obr. 16/5a). V průběhu roku 2007 (Příloha II, Obr. 16/5b) došlo ke změně a v červnu se na přítoku i odtoku hodnoty zvýšily, přičemž na odtoku další měsíc opět klesly téměř k nule. Na přítoku koncentrace stoupala ještě v následujícím měsíci (1,67 mg/l) a teprve potom byl zaznamenán pokles.

V rámci této práce byly také vypočítány koncentrace volného amoniaku (NH_3), tyto údaje jsou uvedené v Tabulkách 1-6 v Příloze II. Vypočtené hodnoty byly velmi často nižší než 0,01 mg/l, nejvyšší koncentrace volného amoniaku bylo dosaženo v říjnu roku 2006 na lokalitě Včelínek (0,08 mg/l).

4.9. Fosforečnany

Spodní mez detekce použité metody byla 0,25 mg/l, horní 3,0 mg/l.

Dynamika koncentrací fosforečnanů byla značně složitá, což je vidět na Obr. 17 (Příloha II). Po oba dva roky byly naměřeny nejvyšší hodnoty na přítoku do rybníka Šibeník. Dalšími lokalitami, na nichž byly zjištěny vyšší koncentrace, byly Šibeník-odtok a Včelínek.

Obsah fosforečnanů v lomu se pohyboval po oba dva roky v rozmezí koncentrací 0,15 – 0,25 mg/l (Příloha II, Obr. 18/1a a 18/1b) bez jakýchkoli výrazných výkyvů.

V předchozích odstavcích bylo řečeno, že nejvyšších koncentrací bylo dosaženo na přítoku rybníka Šibeník (Příloha II, Obr. 18/2a a 18/2b). V prvním roce (po krátkém dubnovém zakolísání) se hodnoty do července pohybovaly kolem 3,0 mg/l. Na konci léta se koncentrace postupně snižovaly až na 1,0 mg/l v říjnu. Na odtoku došlo v dubnu k poklesu hodnot z 1,0 mg/l na 0,15 mg/l. V dalších měsících koncentrace stoupaly, až v srpnu dosáhly 3,0 mg/l a poté prudce klesly pod 1,5 mg/l. V následujícím roce 2007 byl obsah fosforečnanů na přítoku po celou dobu s výjimkou měsíce června roven nebo vyšší 3,0 mg/l. Křivka znázorňující odtok z rybníka měla stoupající tendenci od února až do července a srpna, kdy dosáhla maxima (3,0 mg/l) a poté opět klesla.

Nejkomplikovanější situace nastala na Novém rybníce (Příloha II, Obr. 18/3a a 18/3b). Poměrně složitou dynamiku lze pozorovat u Včelínku. Po mírném poklesu na počátku roku 2006 koncentrace fosforečnanů stoupaly do července, kdy dosáhly vrcholu (přibližně 3,0 mg/l), poté v průběhu následujících tří měsíců klesly pod 0,5 mg/l. V prosinci však opět stoupaly na 3,0 mg/l. V grafu uvedené křivce Včelínku je částečně podobná křivka Rybničního potoka – v první polovině roku stoupala (k hodnotě 1,0 mg/l), následně klesala a v prosinci opět o něco vzrostla. Další dvě lokality příslušející k Novému rybníku – Mušlovský potok a odtok z rybníka – se vyznačovaly koncentracemi převážně do 0,5 mg/l s menšími výkyvy směrem k vyšším hodnotám v měsících srpnu a září. V roce 2007 stoupala koncentrace fosforečnanů ve Včelínku až do července (opět k hodnotě 3,0 mg/l) a po zbytek roku klesala. Podobně jako v roce 2006 byly koncentrace fosforečnanů ve vodě Rybničního potoka v letním období o něco vyšší než po zbytek roku. V Mušlovském potoce oproti předchozímu roku stoupaly hodnoty a téměř po celý rok se držely na 1,0 mg/l. Na odtoku z rybníka byla v převážné většině naměřena hodnota 0,25 mg/l, ke vzestupu (na 1,5 mg/l) došlo pouze v květnu.

V Mušlovském rybníce dolním nedošlo po dobu let 2006 a 2007 k žádným výrazným výkyvům od hodnot menších nebo rovných 0,25 mg/l (Příloha II, Obr. 18/4a a 18/4b).

Rok 2006 byl pro Mušlovský rybník horní (Příloha II, Obr. 18/5a) charakteristický poměrně vyrovnanými koncentracemi do 0,5 mg/l (výjimkou byl první odběr na přítoku, kdy byla naměřena koncentrace 0,75 mg/l). V druhém roce měření (Příloha II, Obr. 18/5b) byly koncentrace na odtoku po celou dobu zcela vyrovnané (0,25 mg/l). Na přítoku došlo ke dvěma vzestupům na 1,0 mg/l, a to v březnu a srpnu.

4.10. Sedimenty

U sedimentů odebíraných na lokalitách Šibeník, Nový rybník, Mušlovský rybník dolní a Mušlovský rybník horní byla stanovována jejich průměrná hmotnost sušiny, průměrná hmotnost suchých, usazených sedimentů v gramech za den na jednotku plochy, koncentrace celkového fosforu a organického dusíku. Z Mušlovského rybníka horního se však bohužel podařilo odebrat pouze první sadu vzorků, při druhém odběru se nepodařilo sedimentační past ze dna rybníka vyzvednout, a proto je tato lokalita ve zpracované tabulce zmíněna pouze jednou. Pro správnou orientaci v tabulce (Příloha I, Tab. 9) je nutno dodat několik informací.

První pasti byly do rybníků vloženy v prosinci roku 2006, a vyzvednuty únoru následujícího roku (2007). Výjimku tvoří rybník Šibeník, v němž přes zimní období žádná past vložena nebyla, jelikož byl po tuto dobu vypuštěn. Druhá skupina pastí nebyla do rybníků Šibeník a Nový rybník spuštěna ihned po vyzvednutí první sady, tzn. v únoru, ale až o měsíc později. Důvodem bylo přetrvávající vypuštění rybníka Šibeník a krátkodobé vypuštění Nového rybníka.

V kapitole Metodika bylo uvedeno, že pasti byly v rybníce po různě dlouhou dobu. Příčinou byla manipulace s rybníky a vodní hladinou prováděná hospodařícím Rybníkářstvím Pohořelice. To se týká hlavně posledního odběru sedimentů, kdy byly sledované rybníky vypouštěny a slovovány v různou dobu.

V tabulce 9 (Příloha I) vidíme, že pro lokalitu Mušlovský rybník horní byly stanovovány (z výše zmíněných důvodů) veškeré hodnoty pouze z prvního odběru. Ve srovnání s ostatními lokalitami se zde za první období usadilo jen velmi málo sedimentů, převážně organického charakteru – jednalo se hlavně o mrtvé jedince berušky vodní (*Asselus aquaticus*) a larvy vodního hmyzu.

Kromě prvního odběru, se usazovalo největší množství sedimentů v Novém rybníce (vyjádřeno v g/den/cm²). Druhé nejvyšší množství sedimentů se usadilo v rybníce Šibeník, nejméně pak v Mušlovském rybníce dolním. Množství sedimentů se v průběhu sledovaných období na lokalitách Nový rybník a Šibeník zvyšovalo, a to až několikanásobně (např. z 0,022 g/den/cm² Nového rybníka za první období, na 0,114 g/den/cm² v období posledním). Podobný proces probíhal také v rybníce Mušlovský dolní, s výjimkou druhého období vložení pastí, kdy došlo v porovnání s ostatními obdobími k razantnímu snížení množství sedimentů.

Celkově se největší množství sedimentů v pastech usadilo v posledním odběrovém období, tzn. v období září až říjen, nejméně pak v prvním, tj. „zimním“ období.

Nejvyšší průměrný obsah celkového fosforu (g/kg) byl stanoven ve vzorcích z rybníka Šibeník – v některých případech se lišily až o řád od ostatních lokalit. Druhé „místo“ zaujal rybník Nový, nejméně fosforu bylo v sedimentech Mušlovského rybníka dolního. V jediné sadě vzorků z Mušlovského rybníka horního nebyl fosfor stanovován vůbec, protože ani směsný vzorek nedosahoval hmotnosti potřebné pro tuto analýzu. Dále lze z tabulky vyčíst, že v průběhu roku koncentrace fosforu v sedimentech Mušlovského rybníka dolního spíše stoupala (vyjma posledního odběru), u Nového rybníka naopak klesala a u Šibeníku zůstávala téměř neměnná.

Obecně bylo nejméně celkového fosforu stanoveno v prvních vzorcích ze zimy (prosinec 2006 až únor 2007), největší množství fosforu bylo v sedimentech uloženo v jarních a letních měsících (březen – září).

Obsah organického dusíku (g/kg) byl v prvním období nejvyšší v Novém rybníce. V druhém a třetím byly nejvyšší hodnoty zjištěny ve vzorcích z Mušlovského rybníka dolního, přičemž ve druhém období byl použit jeden směsný vzorek z výše zmíněného důvodu úbytku sedimentů činností ryb. (Jediný směsný vzorek byl použit také v prvním období pro sedimenty z Mušlovského rybníka horního.) V posledním, čtvrtém období, bylo nejvíce organického dusíku v sedimentech z rybníka Šibeník. U lokalit Nový rybník a Mušlovský rybník dolní (s výjimkou prvního odběru u Mušlovského rybníka) množství organického dusíku v průběhu roku v sedimentech klesalo.

Podobně jako v případě celkového fosforu, také organického dusíku bylo v sedimentech zjištěno nejméně při prvním odběru a nejvíce v jarních a letních měsících.

5. DISKUZE

Výsledky chemických analýz vzorků vody zjištěné pomocí metod uvedených v kapitole 3.8.1. byly porovnávány s několika různými dokumenty. Jako základní materiál byla použita norma ČSN 75 7221. Dále byly pro srovnávání využity hodnoty uvedené v Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., Nařízení vlády č. 229/2007 Sb., Rozhodnutím OŽP KÚ JK a údaje uváděné jako „optimální“ z hlediska rybářského hospodaření (zdroj www.rybarstvi.eu a Čítek 1998). Využití více dokumentů zpracovaných za různým účelem by mělo ukázat případné shody či neshody rozličných zájmových skupin (rybářů, ochrany přírody apod.).

Norma ČSN 75 7221 a NV č. 229/2007 Sb. (o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech) se týkají všech povrchových vod bez rozdílu, spadají sem tedy všechny lokality, které jsou předmětem zkoumání v této práci. Kritéria uvedená pro NV č. 229/2007 Sb. jsou směrodatná pro tzv. vody kaprové.

Podle NV č. 71/2003 Sb. (o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod) lze hodnotit pouze lokality Včelínek a Rybníční potok, které jsou uvedené v příloze tohoto nařízení.

Rozhodnutí OŽP KÚ JK se vztahuje pouze na zkoumané rybníky, tzn. Šibeník, Nový rybník a oba rybníky Mušlovské. Při zjištění překročení požadovaných hodnot by měla být zastavena aplikace veškerých závadných látek.

Podobně také požadavky rybářů na jakost vody byly porovnávány pouze s údaji získanými měřeními rybníčních vod, nikoli jejich přítoků.

Hodnoty naměřené pro účely této práce byly v první řadě porovnávány, jak již bylo řečeno výše, podle ČSN 75 7221. Tato norma vymezuje pět tříd jakosti vody s použitím soustavy mezních hodnot jednotlivých ukazatelů, které jsou uvedené v Tabulce 8. Je však nutné zmínit, že toto srovnání nemůže být použito jako zcela směrodatné, jelikož minimální počet odebraných vzorků za rok je normou stanoven na 11. Tento požadavek však není v práci splněn, nejvíce bylo ročně odebráno 9 vzorků. I přes nedostatečný počet odebraných vzorků vody byly však zkoumané lokality

orientačně zařazeny do tříd jakosti vody (Příloha I, Tab. 7 a Tab. 8), a to zvláště pro každý měřený parametr. Také metodika odběrů a analýz vzorků předepsaná dalšími normami ČSN nebyla přesně dodržena, jelikož cílem této práce bylo ověřit jednu konkrétní terénní laboratoř pro analýzy vody, a nebyly proto používány standardizované přístroje.

Ve výše jmenovaných tabulkách je pro zařazení do příslušné třídy jakosti vody použita tzv. charakteristická hodnota, což je (dle normy) průměr tří nejnejpříznivějších hodnot ukazatele jakosti vody.

**Tab. 8 Klasifikace jakosti vod
(podle Norma ČSN 75 7221)**

skupina ukazatelů	ukazatel	jednotka	třída				
			I.	II.	III.	IV.	V.
B	pH			6,0 – 8,5		5,5-6,0 8,5-9,0	<5,5 >9,0
	teplota vody	°C	< 22	< 23	< 24	< 26	> 26
	konduktivita	mS/m	< 40	< 70	< 110	< 160	> 160
	N-NH ₄ ⁺	mg/l	< 0,3	< 0,5	< 1,5	< 5,0	> 5,0
	N-NO ₂ ⁻		< 0,002	< 0,005	< 0,02	< 0,05	> 0,05
N-NO ₃ ⁻	< 1,0		< 3,4	< 7,0	< 11,0	> 11,0	
A	rozpuštěný O ₂		> 7	> 6	> 5	> 3	< 3

Vysvětlivky:

Skupina ukazatelů A ... skupina ukazatelů kyslíkového režimu

Skupina ukazatelů B ... základní chemické a fyzikální ukazatele

Norma ČSN 75 7221 definuje těchto pět tříd jakosti vody:

- I. třída - velmi čistá voda
- II. třída - čistá voda
- III. třída - znečištěná voda
- IV. třída - silně znečištěná voda
- V. třída - velmi silně znečištěná voda

Hodnoty uváděné v použitých nařízeních vlády a v rybářské literatuře jsou znázorněny v Tabulce 9.

Obě zmíněné tabulky (Tab. 8 a Tab. 9) jsou zde uvedeny z důvodu přehlednosti práce a rychlé orientace v naměřených hodnotách (oproti pouhým odkazům na použité normy, nařízení atd.).

Tab. 9 Požadavky na jakost povrchových vod dle Nařízení vlády apod.

ukazatel	jednotka	NV 71/2003	NV 229/2007	Rozhodnutí OŽP KÚ JK	požadavky rybářů
průhlednost	cm	-	-	-	30-40
teplota	°C	-	15 *	-	18-24
			25 **		
pH		6-9 ****	-	6-8	(6)7-8(9)
rozpuštěný O ₂	mg/l	50% ≥ 8 ***	> 6 **	> 50% při dané teplotě	6-8
(příp. %)		100% ≥ 5 ***			
		50% ≥ 7 ****			
N-NH ₄ ⁺	mg/l	≤ 0,2 ***	0,16 *	< 2,5	0,5-2
		≤ 1 ****	0,50 **		
N-NO ₃ ⁻	mg/l	-		< 11	
N-NO ₂ ⁻	mg/l	-	0,14 *	-	
NH ₃	mg/l	≤ 0,005 ***	0,001 *	-	0,3 mg/l u plůdku
		≤ 0,025 ****			-

Vysvětlivky:

optimální hodnota

* požadovaný celoroční aritmetický průměr

** obecný požadavek

*** hodnota cílová

**** hodnota přípustná

NV 229/2007 udává povinnost zjišťovat příčinu resp. zdroj znečištění při překročení uvedené hodnoty NH₃.

NV 71/2003: údaj v % znamená procento měření, která by neměla překročit následně uvedenou hodnotu.

Barva políčka označuje, které jakostní třídě podle normy ČSN 75 7221 odpovídá maximum daného limitu:

 1. jakostní třída	 2. jakostní třída	 3. jakostní třída
 4. jakostní třída	 5. jakostní třída	

V předešlé Tabulce 9 jsou uvedené limitní hodnoty pomocí barev porovnány s normou ČSN 75 7221. Z tabulky je patrné, že nejpřísnější parametry pro vodu stanovuje NV č. 71/2003 Sb. (platné pro toky Včelínek a Rybniční potok), druhým nejpřísnějším ustanovením je NV č. 229/2007 Sb. Naopak poměrně „volné“ jsou Rozhodnutí OŽP KÚ JK, která byla vydána pro sledované rybníky. Požadavky samotných rybářů na vodu optimální z hlediska chovu ryb jsou poměrně náročné (např.

maximální povolené množství celkového dusíku by nemělo překročit 2 mg/l, přičemž Rozhodnutí KÚ povoluje jen pro dusičnanový dusík limit mnohonásobně vyšší).

5.1. Průhlednost

Míra průhlednosti vody závisí na stupni vegetačního zákalu, případně také na množství anorganických, rozptýlených částic, souvisejícím s aktivitou ryb, ryjících ve dně nádrží.

Průběh hodnot průhlednosti znázorněný na grafu (Obr. 1) v Příloze II vypovídá o charakteru jednotlivých lokalit.

Lokalita lom se vyznačovala po oba dva roky zřetelným poklesem průhlednosti v letních měsících, což bylo zřejmě způsobeno přítomností vegetačního zákalu, jehož intenzita se zvyšuje se stoupající teplotou.

Ve zkoumaných rybníčních nádržích byla naopak průhlednost vody značně nízká po celou dobu měření (tzn. po oba dva roky). Příčinou by mohly být rybáři vysazené ryby (především kapři), které vodu neustále kalí rytím v sedimentech při hledání potravy. Výjimkou z hlediska průhlednosti byl v roce 2006 pouze rybník Mušlovský horní, který měl podobný průběh křivky průhlednosti jako již zmiňovaný lom. Odlišnost od ostatních rybníků a také od této lokality v roce 2007 (mimo prvních měsíců roku) byla velmi pravděpodobně způsobena absencí dokrmování ryb a různými rybími obsádkami v letech 2006 a 2007 (Příloha II, Tab. 10 a 11), přičemž v prvním roce bylo do rybníka nasazeno pouze 40 kusů perlínů (kteří na rozdíl od kaprů neryjí ve dně) a v roce 2007 se již přešlo k obvyklé obsádce s kapry a dalšími druhy ryb. Poměrně vysoká průhlednost na lokalitách MRHo a MRDo na počátku roku 2007 mohla být zapříčiněna tím, že rybník Mušlovský horní se v té době teprve napouštěl (po zimním vypuštění a slovení perlínů) a nebyl ještě plně nasazen kapry a nezkalená voda dále zásobovala rybník Mušlovský dolní.

Z pohledu optimálních podmínek pro *rybářské hospodaření* došlo v roce 2006 několikrát k poklesu průhlednosti pod žádané rozmezí 30 – 40 cm, a to až na 20 či 25 cm u lokalit So a NRo s nejvyššími rybími obsádkami ze zkoumaných nádrží. Celkový pohled na danou situaci nabízí Tabulka 10. V případě, že je průhlednost funkcí rozvoje fytoplanktonu, dalo by se dosáhnout zlepšení průhlednosti zastavením hnojení rybníků (pokud je nějaké hnojení prováděno).

Tab. 10 Průhlednost vody na sledovaných rybnících nedosahující 30 cm

lokality	2006										2007									
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
MRDo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	+		
MRHo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0		
NRo	0	+	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
So	0	+	+	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Vysvětlivky:

0 ... hodnota odpovídající požadovanému limitu

+ ... hodnota překračující požadovaný limit

Pro rybniční hospodaření je ale také nežádoucí situace, kdy má voda vyšší průhlednost než stanovených 40 cm, což je příznakem nedostatečného vegetačního zákalu, v rybniční vodě je tedy nedostatek potravy pro drobné filtrující organizmy, a tím pádem také pro samotné ryby. Porovnání s touto hodnotou je uvedeno v Tabulce 11. Tato situace by se pravděpodobně dala vyřešit přihnojením rybníka, případně přikrmením ryb.

Tab. 11 Průhlednost vody na sledovaných rybnících vyšší než 40 cm

lokality	2006										2007									
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
MRDo	0	+	+	+	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0	0	0	0		
MRHo	0	+	+	+	0	0	0	+	0	0	+	+	+	0	0	0	0	0		
NRo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0		
So	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0		

Vysvětlivky:

0 ... hodnota odpovídající požadovanému limitu

+ ... hodnota překračující požadovaný limit

5.2. Vodivost

Podle *normy ČSN 75 7221* spadají veškeré charakteristické hodnoty všech lokalit za oba roky do 5., tzn. nejnepríznivější, jakostní třídy. (Pozn. naměřené údaje v Příloze I jsou uvedené v $\mu\text{S}/\text{cm}$, což je ekvivalentní s mS/m v normě.) Vysoké koncentrace rozpuštěných látek, způsobujících nadlimitní vodivost, jsou však v této oblasti standardem. Geologické podloží je zde tvořeno dobře rozpustnými horninami, např. vápencem či srašemi. Jelikož byly vysoké hodnoty vodivosti zjištěny také v rybničních přítocích, nejedná se o důsledek rybničního hospodaření, ale nejspíš jde o projev

přirozeného geologického pozadí. Vysokou vodivost vykazovala také voda v zatrubněném přítoku Mušlovského rybníka horního, čímž se minimalizuje možnost transportu nerozpuštěných látek z okolní krajiny.

5.3. pH

Důvodem zásaditosti naměřených hodnot pH (tzn. hodnoty byly vyšší než 7) může být vliv podloží studované oblasti, které je částečně vápenité. Výkyvy v naměřených hodnotách mohly být způsobeny různou intenzitou fotosyntézy vodních rostlin, při níž se pH vlivem úbytku kyseliny uhličité zvyšuje (Pitter, 1999).

Při použití *normy ČSN 75 7221* byla většina lokalit zařazena do souhrnné třídy čistoty 1-3. Výjimkou jsou následující lokality: v roce 2006 lom, MRDo, MRHo, RP a So – tyto lokality patřily do 4. třídy jakosti vody. V roce 2007 byla situace obdobná, pouze lokalita So spadla do kategorie 5. a Rybníční potok se dostal do tříd jakosti 1-3. Celkově se tedy stav lokalit z hlediska pH po oba dva roky sledování téměř nezměnil.

Požadavky na jakost vody v rybnících, stanovené v *Rozhodnutí OŽP KÚ JK*, nebyly dodrženy v roce 2006 na lokalitě MRDo (v dubnu a září) a NRo (říjen), kdy pH stouplo nad požadovaných 8. V roce 2007 se mimo limit dostal rybník Mušlovský horní (v srpnu a září) a opět Nový rybník (v květnu). Vždy se ale jednalo pouze o krátkodobý výkyv. Lokalitou, na které bylo překročení stanoveného limitu zjištěno téměř při všech odběrech po oba dva roky, byl rybník Šibeník. Jelikož voda, která do rybníka přitéká měla ve většině případů pH nižší, než bylo změřeno na odtoku, nemůže být tento vodní zdroj považován za příčinu vysokých hodnot v rybníce. Přijatelným vysvětlením je, že vysoké pH v rybníce je způsobeno fotosyntézou obrovského množství fytoplanktonu, což bylo pozorováno také ve studii Heteši a Marvana z roku 2004.

Optimální rybníční hospodaření má stanovené minimální akceptovatelné pH 6. Tato hodnota nebyla překročena nikdy. Horní hranice, stanovená na pH 8, odpovídá limitu v *Rozhodnutí OŽP KÚ JK* a termíny překročení byly tedy zmíněny již výše.

Maximální hodnota pH stanovená *Narižením vlády č. 71/ 2003 Sb.* pro toky Včelínek a Rybníční potok nebyla ani v jednom případě překročena.

5.4. Teplota

Vzestup teploty na všech lokalitách v letním období popsaný v kapitole Výsledky zcela odpovídá typickému nárůstu teplot vzduchu v letním období. Je samozřejmé, že teplota vody je vždy o něco nižší než teplota okolního vzduchu a je za teplotami vzduchu poněkud opožděná. Zpoždění je tím větší, čím hlubší nádrže jsou (Horáková et al. 1986) – v případě sledovaných rybníků je opoždění minimální, jelikož se jedná o nádrže poměrně mělké. Získané údaje o chodu teplot v nádržích je možné porovnat s Tabulkami 12 a 13 v Příloze I, které obsahují informace o teplotě vzduchu z meteorologické stanice v Lednici. (Data byla získána od brněnské pobočky ČHMÚ.)

Vysoké teploty vody v letním období mohou případně zapříčinit zvýšenou toxicitu rozpuštěných látek a mohou také způsobit zvýšení intenzity metabolismu ryb (Svobodová et al. 1987).

Mírný nárůst teplot v dubnu roku 2007 byl způsoben zakolísáním teploty vzduchu (Příloha I, Tab. 13).

Podle normy lze mezi vodu velmi čistou (1. třída jakosti) zařadit po oba dva roky pouze lokality Mušlovský potok a přítok rybníka Mušlovského horního, kdy byla charakteristická hodnota nižší než 22 °C. Příčinou je nejspíš fakt, že oba toky jsou téměř po celé své délce zatrubněny a nejsou tedy tolik ovlivňovány výkyvy teploty vzduchu. Vývěry vody jsou navíc chráněny stínem stromů a nemohou být tedy ohřívány přímo slunečními paprsky. Mušlovský potok je navíc zásobován spodní výpustí z rybníka, kde je voda vždy chladnější než u jeho hladiny.

U lokalit Sp a RP došlo v roce 2007 k sestoupení do 2. třídy jakosti, avšak tato třída je ještě stále považována za vodu čistou. Toky jsou sice vedeny po povrchu země, nejsou zatrubněné jako MRHp a MP, ale podobně jako tyto lokality jsou chráněny vegetací před přímým slunečním zářením a to je pravděpodobně důvodem jejich zařazení do prvních dvou tříd jakosti.

Lokalita lom byla v prvním roce zařazena z pohledu teploty mezi vody znečištěné, v roce 2007 již mezi velmi silně znečištěné. Příčinou meziročního nárůstu charakteristické hodnoty o více než 4 °C mohou být vyšší průměrné teploty vzduchu v druhém roce sledování a také zmenšení objemu vody v jezeře (z důvodů dotěžování vápence a částečného odčerpání vody), což mohlo způsobit její rychlejší prohřívání.

Také hodnoty teplot na zbývajících lokalitách zaznamenaly při celkovém pohledu vzestup v roce 2007 oproti roku 2006 (MRDo a MRHo z kategorie 4 na 5, Vc z kategorie 2 na 4). Výjimkou byl pouze odtok z rybníka Šibeník, kde zůstala třída jakosti vody po oba dva roky stejná (4. třída). Nárůst teplot byl pravděpodobně, jako u jezera v Janičově vrchu (tzn. lomu), způsoben vyššími průměrnými teplotami vzduchu v roce 2007.

Naměřené teploty byly porovnávány také s *Narižením vlády č. 229/2007 Sb.* Požadovaný celoroční teplotní průměr menší nebo roven 15 °C byl v roce 2006 splněn pouze na lokalitě MRHp (pravděpodobná příčina byla zmíněna již výše). V roce 2007 však tento požadavek nebyl splněn ani na jedné ze zkoumaných lokalit. Podle Svobodové et al. 1987 je teplota kolem 15 °C optimální z hlediska činnosti imunitního systému většiny ryb a při jejím překročení tedy může docházet ke snazšímu šíření různých chorob. Dalším požadavkem tohoto Nařízení vlády je celoroční nepřekročení 25 °C. Tato hodnota byla na několika lokalitách překročena v obou letech v měsících červnu a červenci, což byly podle údajů z ČHMÚ (Příloha I, Tab. 12 a 13) nejteplejší měsíce v těchto letech a teplota vzduchu v některé dny výrazně překračovala 30 °C. Porovnání naměřených teplot s obecným požadavkem 25 °C je znázorněno v Tabulce 12.

Tab. 12 Termíny překročení limitní hodnoty 25 °C

lokalita	2006										2007									
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Iom	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0		
MP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MRDo	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0		
MRHp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MRHo	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0		
NRo	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0		
RP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
So	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0		
Vc	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0		

Vysvětlivky:

0 ... hodnota odpovídající požadovanému limitu

+ ... hodnota překračující požadovaný limit

Při konfrontaci naměřených teplot s teplotami optimálními z hlediska *rybníčního hospodaření* lze na situaci pohlížet dvěma různými způsoby. Při prvním z nich byly

vyhledávány hodnoty, které nedosahovaly požadovaných 18 °C, a tedy mohly způsobovat pomalejší přírůstky ryb. K těmto situacím docházelo samozřejmě na všech lokalitách v obdobích, kdy teploty vzduchu nedosahovaly nebo jen mírně přesahovaly danou hodnotu (únor, březen, duben, září, říjen, listopad, prosinec). Druhým rybářským požadavkem je nepřekročení 24 °C, což ovšem u stojatých vod téměř nelze dodržet, pokud tuto teplotu přesahuje teplota vzduchu, což již bylo dříve zmíněno (červen a červenec po oba zkoumané roky).

5.5. Rozpuštěný kyslík

V kapitole Výsledky byl popsán zcela rozdílný roční průběh obsahu rozpuštěného kyslíku v letech 2006 a 2007. V roce 2007 nastal prudký pokles rozpuštěného O₂ v letním období, v roce 2006 však tento pokles vůbec nenastal, naměřené hodnoty vykazovaly pouze kolísání. Pravděpodobnou příčinou tohoto meziročního rozdílu by mohly být rozdílné letní teploty, které jsou patrné z Tabulek 12 a 13 v Příloze I. V těchto tabulkách jsou uvedeny teploty vzduchu (změřené na stanici v Lednici) vždy pět dnů před provedeným odběrem vody a také v odběrový den samotný. Z uvedených tabulek lze vyčíst, že teploty v létě (červen až srpen) 2006 jen zřídka dosahovaly ke 30 °C, pohybovaly se spíše v rozmezí 20 – 25 °C, kdežto v roce 2007 byly ve stejných měsících naměřeny teploty velmi často přesahující 30 °C. Tento zřejmý rozdíl letních teplot vzduchu by mohl zapříčinit rozdílný průběh obsahu rozpuštěného kyslíku v jednotlivých letech. Při vysokých teplotách probíhá rychlejší mineralizace organických látek uložených v nádrži a dochází ke zvýšení spotřeby kyslíku.

Naměřené hodnoty souvisí s denní dobou, kdy bylo měření prováděno. Jelikož byly vzorky odebírány v ranních a dopoledních hodinách, lze předpokládat, že kyslíkové deficity byly v některých dnech způsobeny tím, že šlo o vody silně eutrofní, kde se ještě nestačila rozběhnout fotosyntéza (Svobodová et al. 1987). Další možností, uváděnou v literatuře, je deficit kyslíku způsobený vyžíráním tlakem zooplanktonu redukcí producentů kyslíku. Tuto teorii však nelze potvrdit ani vyvrátit, jelikož v rámci této práce nebyl prováděn hydrobiologický rozbor. Na lokalitě Šibeník přítok, kde by bylo možné očekávat nejvyšší hodnoty BSK₅ (z důvodu zásobování výhradně vodou z ČOV Mikulov), může být pokles koncentrace rozpuštěného kyslíku zapříčiněn rozkladnými biologickými procesy (Horáková et al. 1986).

Z hlediska použité *normy* (Tab. 7 a 8, Příloha I) byl stav v roce 2006 na většině lokalit velmi dobrý – bylo možné je zařadit mezi vody velmi čisté až čisté (vyjma přítoku rybníka Šibeník, který se řadil do 4. třídy jakosti). Avšak v roce 2007 došlo k rapidnímu zhoršení kvality vody, lokality se propadly do 4. (voda silně znečištěná) až 5. třídy jakosti (voda velmi silně znečištěná). Lze předpokládat, že jednou z příčin tohoto snížení kvality vody je zvýšení teploty vody (popsané výše).

Všeobecně zastávaným názorem je nepřímá úměra mezi obsahem rozpuštěného kyslíku a teplotou vody, tzn. že se vzrůstající teplotou klesá obsah kyslíku ve vodě v důsledku zhoršené difúze kyslíku do vodního prostředí (např. Horáková et al. 1986, Heteša, Kočková 1997). Ze souhrnných grafů pro obsah rozpuštěného kyslíku (Příloha II, Obr. 7) a teploty vody (Příloha II, Obr. 6) je patrné, že v roce 2007 nastal spolu s rychlým nárůstem teploty podobně rychlý pokles obsahu rozpuštěného O₂, což by hovořilo pro zmíněnou „teorii“. Proto byly pomocí grafů Obr. 19 a 20 v Příloze II korelovány hodnoty naměřené teploty a obsahu O₂. Při pouhém pohledu na přímky proložené zobrazenými grafy je ve většině případů patrná jejich klesající tendence, což by poukazovalo na pravdivost zmíněného obecného předpokladu negativní závislosti. Hodnoty spolehlivosti jednotlivých přímek byly však nižší než 50% a pro nedostatek měření byla také tato závislost při namátkových výpočtech pomocí statistického softwaru (R statistics software) uznána jako neprůkazná. Z toho důvodu nebyly v této práci vůbec dané hodnoty (míry spolehlivosti a průkaznosti) zmiňovány a lze tedy pouze konstatovat, že negativní závislost mezi obsahem rozpuštěného kyslíku a teplotou vody nebyla statisticky průkazná.

Nariženi vlády č. 71/2003 Sb. vztahující se na lokality Včelínek a Rybníční potok stanovuje tři kritéria hodnocení – viz. výše Tabulka 11. Prvním požadavkem je množství rozpuštěného kyslíku 8 mg/l a více minimálně v 50 % měření. Toho nebylo dosaženo pouze v roce 2007 u potoka Včelínek.

Druhá požadovaná hodnota uvedená v NV č. 71/2003 Sb. určuje 100 % měření vyšších než 5 mg/l. Tento limit nebyl v roce 2006 splněn pouze jednou, a to v červenci u potoka Včelínek. V roce 2007 byla situace horší - stanovená hodnota nebyla dosažena na potoce Včelínek v období červen až říjen (v červenci klesla hodnota dokonce pouze na 0,1 mg/l), Rybníční potok nevyhovoval požadavkům v červenci, srpnu a říjnu.

Poslední kritérium daného NV připouští množství rozpuštěného kyslíku 7 mg/l a vyšší v 50 % měření (oproti 8 mg/l uvedeným výše) a bylo dodrženo po oba dva roky na obou lokalitách (Vc a RP).

Podle *Rozhodnutí OŽP KÚ JK* by nasycení vody kyslíkem ve zkoumaných rybnících nemělo klesnout pod 50 %. Měření provedená v rámci této práce ukázala nasycení vody nižší než 50 % v letních měsících (červen až září) roku 2007, na všech lokalitách současně došlo k poklesu obsahu rozpuštěného kyslíku pod stanovenou hranici pouze v srpnu 2007. Tabulka 13 přehledně shrnuje, kdy byl limit na sledovaných lokalitách překročen a kdy nikoli.

Tab. 13 Nasycení vody kyslíkem nižší než 50 %

lokalita	2007									
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
MRDo	0	0	0	0	+	0	+	0	0	
MRHo	0	0	0	0	0	+	+	0	+	
NRo	0	0	0	0	+	+	+	0	+	
So	0	0	0	0	0	+	+	0	0	

Vysvětlivky:

0 ... hodnota odpovídající požadovanému limitu

+ ... hodnota překračující požadovaný limit

Splnění *NV č. 229/2007 Sb.* se shoduje s *rybářskými požadavky*, tzn. obsah rozpuštěného kyslíku by neměl klesnout pod 6 mg/l. Celkové vyhodnocení vztahující se k těmto dvěma dokumentům je znázorněno v Tabulce 14.

Tab. 14 Nasycení vody kyslíkem nižší než 6 mg/l

lokalita	2006										2007									
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Iom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0		
MP	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0		
MRDo	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	+		
MRHp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	+		
MRHo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	+		
NRo	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	+	0	+		
RP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	+		
Sp	0	0	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	+	+		
So	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		+	+	0	+		
Vc	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	+		

Vysvětlivky:

0 ... hodnota odpovídající požadovanému limitu

+ ... hodnota překračující požadovaný limit

K poškození ryb může dojít i ve vodě přesycené kyslíkem, k tomu však dochází velmi zřídka. Kritické hodnoty nasycení vody kyslíkem, z hlediska bezpečnosti ryb, se pohybují kolem 250 – 300 % (Svobodová et al. 1987). Těmto hodnotám se přiblížily lokality So (v červnu 2006 – naměřeno 257%) a MRHo (v dubnu 2007 – 247%), avšak pouze krátkodobě v důsledku probíhající fotosyntézy.

V kapitole Výsledky byla zmíněna skutečnost, že při procentuálním vyjádření nastal v květnových odběrech roku 2007 na odtoku z Mušlovského rybníka horního pokles, kdežto při použití mg/l byl naopak patrný poměrně výrazný vzestup. Tato odchylka však byla pravděpodobně způsobena pouze chybou měření.

5.6. Dusičnanový dusík

Podle Heteši a Kočkové (1997) jsou dusičnany sloučeniny poměrně stabilní v aerobním prostředí, při nedostatku kyslíku mohou podléhat redukci a měnit se na dusitany. Z tohoto tvrzení by se dal logicky vyvodit závěr, že v obdobích s nízkými koncentracemi rozpuštěného kyslíku budou ve vodách převažovat dusitany nad dusičnany. Ve skutečnosti však dusitany tvoří přibližně 1/10 obsahu dusičnanů, takže absolutní koncentrace dusičnanů bude vždy vyšší.

Dusičnany patří mezi látky, které pro ryby nejsou téměř vůbec toxické, škodlivé účinky se projevují až při koncentracích přesahujících 1000 mg/l (Svobodová et al. 1987), kterých na sledovaných lokalitách nebylo nikdy dosaženo.

Hodnoty dusičnanového dusíku nebylo v některých případech možné dostupnou metodou vůbec stanovit, protože jeho koncentrace byly nižší než detekovatelná mez dané metody a to i v obdobích s dostatkem rozpuštěného kyslíku.

Z hlediska obsahu dusičnanového dusíku ve vodě zkoumaných lokalit lze konstatovat, že stav lokalit je ve většině případů – při porovnání s *normou ČSN 75 7221* - příznivý. V roce 2007 se dokonce stav 4 lokalit zlepšil (lokality lom a NRo postoupily z 2. třídy jakosti do 1., lokality RP a So ze třetí do druhé). Pouze u jedné lokality (MRHo) došlo k mírnému zhoršení a tato lokalita byla přeřazena ze třídy čisté vody do třídy vody znečištěné. Zda toto zhoršení nastalo v důsledku změny rybníčního hospodaření, lze pouze spekulovat (výrazná změna rybí obsádky – Tab. 10 a 11, Příloha

I). Zbývající lokality (MP, MRDo, MRHp, Sp a Vc) zůstaly po oba dva roky ve stejných jakostních třídách. Nejnižší koncentrace (tzn. při některých odběrech dokonce „nestanovitelné“ koncentrace, nižší než mez detekce dané metody) dusičnanového dusíku byly zaznamenány u vzorků z Mušlovského potoka, na odtoku z Mušlovského rybníka dolního a na přítoku Mušlovského rybníka horního. Tyto tři lokality byly zařazeny do 1. jakostní třídy, tj. lze je z pohledu obsahu dusičnanového dusíku charakterizovat jako vody velmi čisté. O něco horších výsledků dosáhl Včelínek, u něhož voda náležela v letech 2006 a 2007 do 2. třídy jakosti – tzn. čistá voda. Nejvyšší koncentrace N-NO_3^- a tudíž i nejhorší jakostní kategorie ze zkoumaných lokalit, patřily přítoku rybníka Šibeník, který po oba dva roky shodně obsahoval množství dusičnanového dusíku odpovídající parametrům pro silně znečištěnou vodu. Důvodem je nejspíš fakt, jako u ostatních hodnocených parametrů, že Sp je v podstatě odtokem z čistírny odpadních vod.

Další limity pro obsah N-NO_3^- jsou z použitých srovnávacích dokumentů uvedeny pouze v *Rozhodnutí OŽP KÚ JK*, které stanovuje maximální koncentraci 11 mg/l. Tomuto požadavku vyhověly podle provedených měření všechny lokality bez výjimky.

5.7. Dusitanový dusík

Koncentrace dusitanů v povrchových vodách bývá obvykle velmi nízká z důvodu jejich nestálosti – to je pravděpodobně také příčinou poměrně nízkých koncentrací zjištěných na sledovaných lokalitách v rámci této práce. Riziko vzniku methemoglobinemie ryb při působení vyšších koncentrací dusitanů (Svobodová et al. 1987), tedy nehrozilo na žádné ze zkoumaných lokalit.

Jak již bylo uvedeno v předešlé kapitole 5.6., dusitany vznikají často redukcí dusičnanů v anaerobních podmínkách. Tento vztah mezi obsahem rozpuštěného kyslíku a množstvím dusitanů není však z provedených měření příliš patrný (ani při porovnávání grafů Obr. 9 a 13 v Příloze II). Důvodem je však pravděpodobně současně probíhající redukce dusitanů na amonné ionty.

Při porovnávání zjištěných hodnot dusitanového dusíku s *normou ČSN 75 7221* se ukázalo, že po oba dva roky byly koncentrace N-NO_2^- n sledovaných lokalitách téměř neměnné. Nejlepší dosažená hodnota v roce 2006 spadala do 3. třídy jakosti vody, tzn. mezi vody znečištěné (lokality MRDo). Ostatní lokality odpovídaly po oba dva roky

vodám silně a velmi silně znečištěným. Zařazení lokalit do 4. a 5. jakostní třídy oproti 1. a 2. jakostní třídě u hodnocení dusičnanového dusíku není způsobeno vyššími relativními koncentracemi dusitanů než dusičnanů ve vodě, ale mnohem přísněji stanovenými limitními hodnotami pro hodnocení dusitanového dusíku. Důvodem je již zmíněna vysoká toxicita dusitanů.

Dalším dokumentem, věnujícím se problematice dusitanového dusíku ve vodách, je *Narřízení vlády č. 229/2007 Sb.*, které požaduje maximální celoroční aritmetický průměr 0,14 mg/l (mnohem benevolentnější hodnota než ve výše uvedené normě ČSN). Tato hodnota byla po oba dva roky pozorování mírně překročena pouze na lokalitě Sp (0,15 mg/l). Také toto překročení stanovených limitů bylo pravděpodobně způsobeno přítomností ČOV na tomto toku a její nedostatečnou čistící schopností.

5.8. Amoniakální dusík

Amoniak se může do vody dostávat např. v důsledku štěpení bílkovin nebo při metabolismu živých organismů (Horáková et al. 1986). Podle informací uvedených na webových stránkách Ústavu rybařství Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity by měl být amoniak v aerobních podmínkách oxidován na dusitany a dusičnany. Z toho lze vyvodit předpoklad, že v podmínkách kyslíkového deficitu (např. v letním období roku 2007 – Příloha II, Obr. 7 a 9) by měl ve vodě převažovat amoniak nad dusičnany a dusitany. Protože však v anaerobních podmínkách podléhají rozkladu také dusičnany, mělo by v takovém případě být ve vodě nejvíc amoniaku, méně dusitanů a nejméně dusičnanů. Jak již bylo popsáno v předchozích kapitolách, vztah mezi množstvím rozpuštěného kyslíku, dusitany a dusičnany nebylo možné potvrdit. V případě amoniaku však naměřené hodnoty danému předpokladu při některých odběrech odpovídají. Na grafu Obr. 16/5b (Příloha II) je patrné, že v období kyslíkového deficitu v létě roku 2007 koncentrace amoniakálního dusíku na lokalitě MRHo znatelně stoupla. Jelikož však nelze teorii potvrdit na všech zkoumaných lokalitách, bylo by pro ověření daného předpokladu nutné provést dalším výzkumu za použití přesnějších detekčních metod.

Posouzením lokalit podle obsahu amoniakálního dusíku (při použití *normy ČSN 75 7221*) bylo zjištěno, že lokality v tomto parametru odpovídaly v roce 2006 ve většině případů 1. – 3. jakostí třídě, pouze lokalita Sp spadala do nižší, tedy 4. třídy (obdobně

jako při hodnocení ostatních sloučenin dusíku). V roce 2007 došlo u všech lokalit k výraznému zhoršení jakosti vody a poklesu do nižších jakostních tříd, u přítoku Mušlovského rybníka dolního se jednalo dokonce o zhoršení z 1. do 5. jakostní třídy. Více než polovina zkoumaných lokalit tak byla v druhém roce měření zařazena mezi vody velmi silně znečištěné. Pravděpodobnou příčinou tohoto zhoršení kvality vody, tzn. zvýšení obsahu amoniakálního dusíku, byly celkově vyšší denní teploty v roce 2007. Při vyšších teplotách dochází k rychlejšímu rozkladu organických látek v sedimentech, zvyšuje se spotřeba rozpuštěného kyslíku a do vody se uvolňuje amoniak. Vysoké denní teploty dokazuje Tabulka 13 v Příloze I a razantní pokles O₂ v roce 2007 (oproti roku 2006) je patrný ze souhrnných grafů (Příloha II, Obr. 7).

Limity pro amoniakální dusík stanovené v *NV č. 71/2003 Sb.* (vztahující se na lokality Vc a RP) byly překročeny pouze na lokalitě Včelínek. Obecný požadavek, tj. koncentrace N-NH₄⁺ nižší než 0,2 mg/l, nebyl dodržen v měsících březnu, červenci a srpnu, kdy bylo naměřeno až 1,67 mg/l, čímž byla překročena také hodnota přípustná (1 mg/l).

Narizení vlády č. 229/2007 Sb. stanovuje také dva limity – první z nich požaduje celoroční aritmetický průměr maximálně 0,16 mg/l. Zjištěné průměrné hodnoty obsahu amoniakálního dusíku uvedené v Tab. 7 a 8 v Příloze I byly konfrontovány s limitem 0,16 mg/l a výsledek byl zanesen do Tabulky 15.

Tab. 15 Hodnoty průměrných ročních koncentrací N-NH₄⁺

lokality	2006	2007
Iom	0	+
MP	0	0
MRDo	0	+
MRHp	0	+
MRHo	0	+
NRo	+	0
RP	0	0
Sp	+	+
So	0	+
Vc	+	0

Vysvětlivky:

0 ... hodnota odpovídající požadovanému limitu

+ ... hodnota překračující požadovaný limit

Druhým, tentokrát obecným požadavkem *NV č. 229/2007 Sb.* bylo nepřekročení hodnoty koncentrace 0,5 mg/l. Porovnání s tímto limitem je přehledně sepsáno

v Tabulce 16. Z tabulky lze vyčíst, že nejčastěji byla hodnota 0,5 mg/l překračována na přítoku rybníka Šibeník, a je také patrné, že se situace v druhém roce měření výrazně zhoršila. Tento tok je zásobován, jak již bylo několikrát řečeno, pouze vodou odtékající z ČOV Mikulov, která je již zastaralá a podle sdělení vedoucího ČOV nesplňuje stanovené parametry pro vypouštěnou vodu. To je pravděpodobně příčinou špatné kvality vody zjištěné na odběrovém místě.

Tab. 16 Překročení stanovených hodnot N-NH₄⁺ podle NV č. 229/2007 Sb.

lokality	2006									2007									
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Iom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MRDo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MRHp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0	0
MRHo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0	0
NRo	0	0	+	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sp	+	+	0	+	0	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
So	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0
Vc	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0

Vysvětlivky:

0 ... hodnota odpovídající požadovanému limitu

+ ... hodnota překračující požadovaný limit

Limitní hodnota, uvedená v *Rozhodnutí OŽP KÚ JK* (max. 2,5 mg/l), nebyla v letech 2006 a 2007 ani na jednom rybníce překročena.

5.9. Volný amoniak

V rámci daných dokumentů (norma, nařízení vlády atd.) je zvlášť hodnocen také obsah volného amoniaku (NH₃) ve vodách, jelikož jde o látku velmi toxickou pro vodní organizmy (Svobodová et al. 1987).

Nařízení vlády č. 71/2003 Sb. platné pro Rybniční potok a Včelínek obsahuje dvě hodnoty – hodnotu cílovou, která by neměla přesáhnout 0,005 mg/l, a přípustnou maximální hodnotu 0,025 mg/l. Porovnání s cílovou hodnotou je uvedeno v Tab. 17. Maximální přípustná hodnota byla překročena pouze jednou, a to v září roku 2006 na lokalitě Včelínek, kdy obsah volného amoniaku dosáhl 0,08 mg/l.

Tab. 17 Porovnání koncentrací NH₃ s NV č. 71/2003 Sb.

lokality	2006										2007									
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
RP	?	?	+	?	+	?	0	?	?	+	?	+	+	?	?	?	?	?	?	
Vc	+	+	+	?	+	?	0	+	?	?	?	?	?	?	+	?	+	?	?	

Vysvětlivky:

0 ... hodnota odpovídající požadovanému limitu

+ ... hodnota překračující požadovaný limit

? ... hodnota nižší než 0,01 mg/l, kterou však nebylo možné přesněji stanovit

Požadavky na maximální koncentrace volného amoniaku uvedené v NV č. 229/2007 Sb. vyžadují srovnání s celoročním aritmetickým průměrem naměřených hodnot volného amoniaku. Proto byly tyto průměry vypočítány a jsou uvedeny v Tabulce 18. Porovnání se stanoveným limitem 0,001 mg/l naleznete v Tabulce 19, ze které je patrné, že tento limit byl téměř ve všech případech překročen. Jedinou výjimkou byl Mušlovský potok, u něhož celoroční aritmetické průměry byly po oba dva roky přibližně rovny 0,001 mg/l. Při zjištění hodnot přesahujících danou maximální hodnotu by mělo být podle Nařízení dále postupováno tak, aby byl zjištěn zdroj znečištění, způsobující toto překročení. To však již nebylo předmětem této práce.

Tab. 18 Celoroční průměrné hodnoty naměřeného volného amoniaku

lokality	2006	2007
lom	0,017	0,044
MP	0,001	0,001
MRDo	0,007	0,022
MRHo	0,007	0,030
MRHp	0,003	0,016
NRo	0,018	0,001
RP	0,005	0,004
So	0,022	0,085
Sp	0,034	0,070
Vc	0,018	0,003

Tab. 19 Srovnání celoročních průměrných hodnot NH₃ s NV č. 229/2007 Sb.

lokality	2006	2007
lom	+	+
MP	0	0
MRDo	+	+
MRHo	+	+
MRHp	+	+
NRo	+	0
RP	+	+
So	+	+
Sp	+	+
Vc	+	+

Vysvětlivky:

0 ... hodnota odpovídající požadovanému limitu

+ ... hodnota překračující požadovaný limit

Hodnoty volného amoniaku jsou důležité také pro *rybníční hospodaření*. V Tabulce 9 je uvedeno, že maximální možná koncentrace NH₃ pro plůdkové rybníky by neměla přesáhnout 0,3 mg/l a pro rybníky s citlivými druhy ryb hodnotu 0,1 mg/l. Limitní hodnota 0,3 mg/l nebyla překročena ani v jednom případě, druhý limit – 0,1 mg/l byl překročen v roce 2007 dvakrát na rybníku Šibeník (v dubnu a červnu) a v jednu na Mušlovském rybníce dolním (v červenci).

5.10. Celkový anorganický dusík

Hodnoty celkového anorganického dusíku (tj. součet dusitanového, dusičnanového a amoniakálního dusíku) jsou sledovány pouze z důvodů *rybníčního hospodaření*. Optimální rozmezí je, podle údajů uvedených na stránkách Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity (www.rybarstvi.eu), 0,5 až 2 mg/l. Hodnoty nižší i vyšší jsou pro hospodaření rybářů nevyhovující. Nižší hodnoty jsou příznakem nedostatečného zásobení vody živinami, hodnoty vyšší mohou být naopak nebezpečné z důvodu nadbytku živin, tzn. eutrofizace vody a v případně vysokého pH vody by mohl narůst podíl volného, nedisociovaného amoniaku (NH₃).

Pro přehlednost byly výsledky měření porovnány s limity formou tabulek – Tabulka 20 a Tabulka 21. Jak je z těchto tabulek patrné, situace, kdy hodnoty

nedosahovaly 0,5 mg/l, nastala velmi zřídka. Velmi často naopak byly naměřeny koncentrace přesahujícího 2 mg/l.

Tab. 20 Koncentrace celkového anorganického dusíku nedosahující 0,5 mg/l

lokalita	2006										2007									
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
MRDo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MRHo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0		
NRo	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0		
So	+	+	0	0	0	0	0	0	0	+	0	+	+	0	0	0	+	0		

Vysvětlivky:

0 ... hodnota odpovídající požadovanému limitu

+ ... hodnota překračující požadovaný limit

Tab. 21 Koncentrace celkového anorganického dusíku překračující 2 mg/l

lokalita	2006										2007									
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
MRDo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+		
MRHo	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+		
NRo	+	+	0	+	+	+	+	0	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+		
So	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	0	+	+	0	+		

Vysvětlivky:

0 ... hodnota odpovídající požadovanému limitu

+ ... hodnota překračující požadovaný limit

5.11. Fosforečnany

Odborná literatura uvádí (např. Pitter 1999, Horáková et al. 1986), že koncentrace fosforečnanového fosforu bývá v povrchových vodách poměrně nízká, pohybuje se maximálně v setinách mg/l. Důvodem je snadná tvorba sloučenin fosforu s vápníkem, železem a dalšími prvky, které jsou ve vodě nerozpustné a ukládají se do dnových sedimentů (platí pro stojaté vody). Dále je možné se v těchto publikacích dočíst, že množství rozpuštěného fosforu je ve vodě nejvyšší v zimním období, kdy v sedimentech probíhá mineralizace a uvolněný fosfor není téměř spotřebováván.

Měření provedená v rámci této práce ve vodních nádržích však vypovídají o jiném průběhu koncentrací fosforečnanů. Na některých zkoumaných lokalitách se koncentrace fosforečnanů v průběhu obou let téměř neměnila – např. na lokalitách lom, MRD a MRH (Příloha II, Obr. 18/1, 18/4 a 18/5). Na průběhu naměřených hodnot není znát výraznější vzestup koncentrací v zimě a pokles v létě. Významnou roli v koloběhu

fosforečnanů na lokalitě MRH může hrát hloubka této vodní nádrže, která sice v průměru nepřesahuje 1 metr, avšak u výpustí dosahuje až 3,5 m. V hlubších nádržích má fosfor tendenci zůstat v sedimentech a jen malá část se uvolňuje do vodního sloupce (Horáková et al. 1986). Jelikož rybník Mušlovský dolní přímo navazuje na Mušlovský rybník horní, může být obsah fosforečnanů v „dolním“ rybníce ovlivněn vodou z „horního“ rybníka.

Nízký obsah fosforečnanů v lomu může být zapříčiněn absencí sedimentů (jelikož byla teprve nedávno ukončena těžba), ze kterých by se fosforečnany mohly ve větší míře uvolňovat, a splachů ze zemědělských ploch.

Vysoké koncentrace fosforečnanů v přítoku rybníka Šibeník nejspíše podléhají hlavně procesům probíhajícím v ČOV, která dosud nemá technologie zajišťující dostatečné odstranění sloučenin obsahujících fosfor.

U lokalit Včelínek (Příloha II, Obr. 18/3a a 18/3b) a Šibeník odtok (Příloha II, Obr. 18/2a a 18/2b) byl v měsících červenci a srpnu patrný prudký vzestup koncentrací fosforečnanů, tj. v měsících, kdy by podle citované teorie měl být jejich obsah nejnižší.

Podle výše uvedené literatury by se nárůst obsahu fosforečnanů ve vodě na lokalitě So mohl alespoň z části vysvětlit změnami pH vody. Při hodnotách vyšších než 7 může docházet ke snadnějšímu přechodu fosforu ze sedimentů do vody, naopak při pH přesahujícím 9 se fosfor opět do sedimentů ukládá za vzniku málo rozpustného fosforečnanu vápenatého (Heteša et Kočková 1997). Tento trend je patrný na grafech pro koncentrace fosforečnanů (Příloha II, Obr. 18/2a a 18/2b) a pro pH (Příloha II, Obr. 5/2a a 5/2b). Při zvýšení pH nad 9 klesal obsah fosforečnanů a při poklesu pH se obsah fosforečnanů opět zvyšoval. Popsaným mechanismem se však nedá vysvětlit kolísání obsahu fosforečnanů v potoce Včelínek, jelikož zde pH nikdy nepřesáhlo hranici 9. Lze se tedy domnívat, že výkyvy fosforečnanů byly podmíněny tím, že Včelínek je zásobován vodou z rybníka Šibeník, a tudíž by hodnoty pH v tomto toku mohly částečně kopírovat chod pH v rybníce.

Při hodnocení obsahu fosforečnanů ve vodě zkoumaných lokalit byla jako v ostatních případech využita *norma ČSN 75 7221*. Je však nutné zdůraznit, že porovnání s hodnotami jednotlivých jakostních tříd je pouze orientační. Důvodem je skutečnost, že norma hodnotí parametr „celkový fosfor“, avšak v rámci této práce byl zjišťován pouze fosfor rozpuštěný. Přesto byly naměřené hodnoty přepočítány na koncentrace samotného fosforečnanového fosforu ($P-PO_4^{3-}$) a ty byly porovnávány

s normou (Příloha I, Tab. 7 a 8). Musíme proto brát v úvahu, že vyhodnocené kategorie jakosti vody jsou do jisté míry podhodnocené a skutečné hodnoty tak budou s největší pravděpodobností o něco vyšší.

Při porovnávání hodnot Tabulky 7 a 8 v Příloze I zjistíme, že jakost vody z hlediska fosforečnanového fosforu zůstala po oba dva roky téměř neměnná (s výjimkou přítoku Mušlovského rybníka dolního, který byl v roce 2006 ve 2. třídě jakosti a v roce 2007 ve třetí, a odtoku Nového rybníka, kde se naopak jakost vody v roce 2007 o jednu kategorii zlepšila). Nejvíce byly fosforem zatížené lokality Sp a Vc, které spadají mezi vody silně znečištěné. Mezi vody čisté můžeme zařadit lom, MRDo a MRHo. Zbylé lokality, tzn. MP, RP a So, patří k vodám znečištěným.

Poměrně vysoké koncentrace fosforečnanů byly zaznamenány také ve studii Heteši a kolektivu (1994) zaměřené na lednické rybníky, jejíž součástí byly také rybníky Šibeník a Nový. Pravděpodobně tedy jde o dlouhodobější trend obohacování vod v této oblasti fosforečnany.

5.12. Sedimenty

V kapitole Výsledky je uvedeno, že nejvíce sedimentů (v $\text{g}/\text{cm}^2/\text{den}$) bylo ze sedimentačních pastí vyzvednuto při posledním odběru, tj. na podzim roku 2007 a nejméně při zimním a jarním odběru. Pravděpodobných příčin tohoto jevu může být několik. Prvním důvodem je nízká míra sedimentace v chladnější části roku – jelikož jde o období mimo vegetační sezónu, na dno nádrží se neukládají odumřelé organizmy v takové míře (oproti letnímu a podzimnímu období). Druhým důvodem je nižší aktivita ryb, které přes zimu nevíří uložené sedimenty.

Množství usazených sedimentů v $\text{g}/\text{cm}^2/\text{den}$ bylo přepočítáno na množství sedimentů usazených za stejnou dobu na 1 ha, případně na celou rozlohu rybníční nádrže. Jako příklad byl použit Nový rybník v posledním odběrovém období, tzn. v období s maximem uložených sedimentů (Příloha I, Tab. 9; $3,222 \text{ g}/\text{den}/\text{cm}^2$). Při přepočtu na množství usazených sedimentů na 1 ha bylo dosaženo hodnoty $322\,200 \text{ kg}/\text{ha}/\text{den}$, na celé ploše (31,35 ha) rybníka by sedimenty činily $10\,100 \text{ tun}/\text{den}$! Tato množství usazených částic jsou naprosto nereálná a přemrštěná. Jako příčina těchto chybných výsledků se jeví skutečnost, že velkou část obsádky rybníka tvoří kapři, kteří ryjí ve dně a víří tak sedimenty. Ty se poté zachytí v lahvích uložených v sedimentačních pastech. Jelikož mají odběrové lahve malý průměr, a kapři se tak do

nich nedostanou, zůstala v lahvích veškerá hmota beze změny uložena, čímž došlo k nadhodnocení množství přirozeně uložených částic.

Z výše uvedeného důvodu se použité sedimentační pasti v tomto typu vodní nádrže pro zjišťování množství usazených sedimentů neosvědčily. Jejich další využití – za účelem zjišťování míry sedimentace - by bylo možné v nádržích bez rybí obsádky, případně pouze s obsádkou ryb neryjících ve dně. Použití v rybnících s kapry je tedy účelné pouze pro monitoring obsažených látek. Výsledky získané pro tuto práci (obsahy fosforečnanů a organického dusíku) by proto měly poskytovat poměrně dobrý obraz o uložených látkách.

Pozorování ukázalo, že největším zdrojem sedimentů pro Nový rybník je pravděpodobně Rybniční potok. Při pravidelných odběrech vzorků vody bylo zjištěno, že na rozdíl od ostatních vodních toků, nese voda v Rybničním potoce značné množství nerozpuštěných částic, pravděpodobně ze zemědělské krajiny, kterou protéká.

Malé objemy sedimentů uložené v Mušlovském rybníce dolním jsou nejspíš způsobeny tím, že tento rybník přímo navazuje na Mušlovský rybník horní, ve kterém se unášené částice uloží a do „dolní“ nádrže tak přitéká voda zbavená většiny nerozpuštěných látek.

Jak bylo řečeno v kapitole Výsledky bylo zmíněno, na lokalitě Mušlovský rybník dolní došlo v druhém odběrovém období v porovnání s ostatními obdobími k razantnímu snížení množství sedimentů. Příčinou však nebyl pokles vlastní sedimentace, ale v odběrových lahvích byla zjištěna přítomnost invazní střevličky východní, která využila sedimentační past jako podklad pro kladení jiker a svým pohybem v lahvích způsobila zvíření sedimentů a jejich vyplavení z pastí ven.

Bylo zjištěno, že nejméně celkového fosforu se v sedimentech nachází v zimě a nejvíce v létě, což odpovídá zmiňované teorii uváděné např. Pitterem (1999), která říká, že z důvodu probíhající mineralizace je v zimním období více fosforečnanů přítomno v rozpuštěné formě ve vodě a nikoli v sedimentech. V rámci měření provedených v této práci byla tedy ověřena platnost tohoto tvrzení pro sedimenty, nikoli však pro koncentrace rozpuštěných fosforečnanů (viz předchozí kapitola).

Nejvíce fosforečnanů obsahovaly sedimenty v rybníku Šibeník. To může být způsobeno tím, že tento rybník je zásobován pouze vodou z ČOV Mikulov, ve které, jak již bylo popsáno v předešlé kapitole 5.11., byly naměřeny nejvyšší koncentrace PO_4^{3-} .

Co se týče obsahu organického dusíku v sedimentech, nejméně ho bylo stanoveno po prvním odběru (tzn. ve vzorcích ze zimního období) a nejvíce na jaře a v létě. Příčinou může být vyšší letní sedimentace, při které se veškerý materiál rozložit.

Příčinou může být lépe probíhající mineralizace organických látek v zimě, která způsobuje uvolnění vzniklých anorganických sloučenin do vodního sloupce. Tuto domněnku však není možné ověřit, jelikož v zimních měsících nebyly na sledovaných lokalitách odebírány vzorky vody.

5.13. Rybníční hospodaření

V Rozhodnutí OŽP KÚ JK uvedeném v kapitole 3.5. jsou uvedeny limitní hodnoty pro aplikaci závadných látek a také pro velikost rybí obsádky, vztažené na počty hlavní ryby, tj. kapra.

Veškeré informace, týkající se množství nasazených ryb a aplikovaných závadných látek jsou uvedeny v Tabulkách 10 a 11 v Příloze I.

Maximální povolené množství aplikovaných krmiv bylo stanoveno na 3 t/ha/rok. Tato hodnota byla překročena pouze na rybníku Šibeník, a to po oba dva roky (Příloha I, Tab. 10 a 11). V roce 2006 bylo do rybníka aplikováno 3,8 t krmiva na 1 ha, v roce 2007 o něco méně – 3,135 t/ha. Nadměrné množství krmiva v prvním roce lze zdůvodnit tím, že v rybníce bylo více ryb, než byl původní předpoklad. Důvodem této situace byl fakt, že rybník nemohl být v předchozím roce, tzn. roce 2005, sloven (podle informací poskytnutých Rybníkářstvem Pohořelice a.s.) a bez dokrmení by tyto ryby neměly pravděpodobně dostatek potravy. Pro rok 2007 však již toto zdůvodnění platné není.

V průběhu let 2006 a 2007 byla jediným dalším zásahem do rybníčního prostředí aplikace páleného vápna. Hranice 1000 kg/ha/rok, stanovená v Rozhodnutí OŽP KÚ JK, nebyla ani v jednom případě překročena. Avšak na rybníce Mušlovský horní bylo, navzdory zamítavému Rozhodnutí OŽP KÚ JK ze 13. února 2006 k aplikaci závadných látek, použito pálené vápno (Příloha I, Tab. 10).

Hnojení rybníků nebylo nutné, což potvrdily také provedené rozborů. Ve sladkých vodách je limitujícím prvkem růstu rostlin fosfor (Pitter, 1999), kterého je ve vodě

sledovaných lokalit dostatek (viz kapitola 5.11.) a podmínky pro rozvoj fytoplanktonu byly tedy příznivé.

Skutečné obsádky ryb uvedené v dokumentech poskytnutých Rybníkářstvem Pohořelice a.s. byly porovnávány s limity pro hlavní rybu – kapra (viz kapitola 3.5.). Pro tyto účely byla vypracována Tabulka 22, která obsahuje informace pouze o počtech nasazených kaprů.

Tab. 22 Počty hlavní ryby (kapra) ve zkoumaných rybnících v letech 2006 a 2007

obsádka rok lokalita	K0/ha		K1/ha		K2 a K3/ha	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007
NR	-	-	-	-	2124	?
MRH	-	27 027	-	-	-	-
MRD	-	-	4237	?	-	-
S	-	-	-	-	1179 *	?

Vysvětlivky:

* počet ryb je platný za předpokladu, že kapr „starší“ označuje kategorii K2 nebo K3; v tomto rybníce bylo navíc 552 ks kapra vážního na 1 ha

? údaje poskytnuté Rybníkářstvem Pohořelice a.s. byly uvedeny pouze v kilogramech, nikoli v kusech

Z uvedené tabulky vyplývá, že limity byly překročeny v roce 2006 na Mušlovském rybníce dolním, kde počet kapřího plůdku (K1) přesáhl stanovenou hodnotu na 1 ha téměř o polovinu. V roce 2006 byly povolené počty značně překročeny také na rybníku Novém (namísto povolených 1000 kusů násady kapra na 1 ha zde byl více než dvojnásobný počet!) a Šibeníku, kde počet kapří násady překročil limit sice jen mírně (1179 kusů na 1 hektar místo 1000), avšak v tomto rybníce bylo nasazeno také 552 kusů kapra vážního, jehož odchov není v těchto rybnících vůbec povolen. Pro rok 2007 nebylo možné provést vyhodnocení na lokalitách MRD, S a NR, jelikož Rybníkářství Pohořelice a.s. poskytlo informace o obsádkách pouze v kilogramech a nikoli v kusech.

Při polointenzifikačním způsobu hospodaření, který je na těchto rybnících zaveden (z důvodů přítomnosti rybníků v CHKO), je možné dosáhnout dle Čítka (1998) celkového výnosu až 1,5 t ryb na 1 ha. Tento „teoretický“ předpoklad byl porovnáván s výnosy na sledovaných rybnících po výlovu v roce 2006. Rybník Šibeník limit 1,5 t/ha vysoce převyšoval – výnos zde byl vypočítán přibližně na 2,6 tuny/ha, což odpovídá hospodaření intenzivnímu. Jak již ale bylo řečeno výše, rybník byl sloven až po dvou

letech a výnos byl tedy mnohem vyšší než by byl po jednom roce hospodaření. Ve sledovaném roce 2006 bylo naopak na lokalitě Mušlovský rybník dolní dosaženo výnosu, který by rybník řadil mezi nádrže s extenzivním chovem ryb (tzn. do 0,5 t/ha). Do této kategorie spadal také rybník Mušlovský horní, jelikož zde bylo z důvodu zamítnutí hospodaření nasazeno pouze 40 kusů perlína ostrobřichého.

Z informací uvedených v Tabulkách 10 a 11 v Příloze I je patrné, že na sledovaných rybnících byly nasazovány také druhy geograficky nepůvodní, tzn. amur a tolstolobik. K tomu je však (podle § 5 odst. 4 a § 26 odst. 1 písmeno d) zákona 144/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny v úplném znění) zapotřebí Výjimky k šíření geograficky nepůvodních druhů vystavené příslušnou správou CHKO. Tato výjimka však podle slov zaměstnanců CHKO Pálava společnosti Rybníkářství Pohořelice a.s. vystaveno nebylo.

Celkově byly obsádky rybníků pestré, obsahovaly jak druhy býložravé, tak také dravce (např. štika, sumec), což je pro správné fungování zdravého ekosystému velice důležité.

V kapitole 3.5.2. byla z manipulačního řádu pro Nový rybník citována informace, že Rybníční potok je zdrojem největšího organického znečištění pro Nový rybník. Z výsledků analýz provedených v rámci této práce však žádný takový závěr vyvodit nelze – jmenovaný přítok se nijak výrazně nelišil kvalitou vody od ostatních přítoků sledovaného rybníka (Vc a MP) a to i přes skutečnost, že v Rakousku prochází tento tok obcí Steinbrunn. Zda je v této obci do toku zaústěn městský odpad či ČOV není známo.

V práci Heteši a kolektivu z roku 1994 se píše, že „rybník Nový je v současné době zatěžován odpadními vodami více než rybník Šibeník. Kromě vody z rybníka Šibeník a nezávislého napájení závlahovým kanálem z horní nádrže VD Nové Mlýny přivádějí do něj dva potoky odpadní vody z rakouských obcí: Niklasgraben (Klein-Schweinbarth) a Mühlbach (Drasenhofen a Steinenbrunn).“ Podle informací získaných z manipulačních řádů Rybníkářství Pohořelice a.s. má Nový rybník pouze tři přítoky, a to Včelínek (přivádějící vody z rybníka Šibeník), Rybníční potok a potok Mušlovský. O žádném dalším přítoku či odlehčovacím kanálu není v dostupných dokumentech zmínka. Ani při terénním průzkumu a zkoumání ortofotomap nebyly žádné další přítoky objeveny, a proto není jasné, o co se tvrzení autorů článku opírá. Ani na Rybníčním potoce není na rakouské straně žádná obec či čistírna odpadních vod a ostatní dva přítoky (Včelínek a Mušlovský potok) zdroji odpadních vod nejsou. Jediný rybník,

který je prokazatelně zásobován vodou znečištěnou komunálními odpadními vodami, je právě Šibeník.

Objektivní zhodnocení vlivu rybnického hospodaření na sledované lokality, které bylo primárním účelem vypracování této práce, se ukázalo jako téměř nemožné. Důvodů bylo hned několik. Prvním z nich je skutečnost, že odběry vody nebyly synchronizované s prováděnými zásahy do rybnického prostředí, tzn. nebyly prováděny bezprostředně před zásahem a po něm a není tudíž možné s jistotou tvrdit, že jakákoli změna v kvalitě vody byla způsobena právě uskutečněným zásahem (krmením, vápněním). Souhra provádění analýz vody a činnosti rybníkářů však nebyla možná, jelikož aplikace „závadných látek“ nebyla nijak pevně termínově stanovena a hospodařící rybáři jednali na základě okamžité potřeby. Dalším problémem byla absence jakýchkoli průběžných záznamů o aplikaci krmiv či vápna do vody, čímž bylo znemožněno alespoň zpětné vyhodnocení změn ve vodním prostředí. Dostupné byly pouze informace o celkovém množství aplikovaných látek ve sledovaných letech. Aby tedy prováděná měření mohla být využita pro posuzování vlivu hospodaření na kvalitu vody, bylo by potřeba zlepšit komunikaci mezi Rybníkářstvem Pohořelice a.s. a osobou, která měření provádí. Tato osoba by měla být schopna pružně reagovat na činnost rybníkářů a přizpůsobit jim načasování odběrů vody. Nejlepším řešením by bylo, kdyby odběry prováděl přímo zaměstnanec Správy CHKO, případně osoba bydlící v blízkosti sledovaných lokalit. V hodnocení by také výrazně pomohlo zavedení průběžné evidence aplikace závadných látek Rybníkářstvem Pohořelice a.s. To vše by mělo být prováděno po dobu několika let (nikoli pouze dvou jako v případě této práce), s pomocí přesných přístrojů a analytických metod a výsledky měření by měly být spolu s provedenými zásahy, rybími obsádkami a dalšími informacemi (klimatické faktory, množství srážek apod.) podrobeny složité a komplexní statistické analýze, která by vyhodnotila, čím je rybnické prostředí ovlivněno nejvíce. Měření pomocí přenosné chemické laboratoře firmy Merk by bylo vhodné využívat pouze pro orientační, rychlá, terénní měření. Optimální by také bylo, provádět nadále nikoli pouze chemicko-fyzikální analýzy, ale také odběry fytoplanktonu a jeho kvalitativní i kvantitativní rozborů, jelikož fytoplankton je velmi důležitou složkou vodního prostředí, která jeho kvalitu ve vysoké míře ovlivňuje.

6. ZÁVĚR

Kvalitu vody rybníků a vodních toků, sledovaných v rámci této diplomové práce, bylo nutné charakterizovat a hodnotit zvlášť pro každý sledovaný parametr.

Pro průhlednost nejsou v žádném obecně závazném dokumentu (normě, Nařízení vlády apod.) stanoveny žádné limity. Průhlednost je důležitým parametrem úživnosti rybníka hlavně pro organizace hospodařící na rybnících, jejichž požadavky byly dodrženy po většinu doby, kdy byly rybníky sledovány (roky 2006 a 2007). Požadovaný vysoký zákal (a tím pádem nízká průhlednost) má z velké části původ v činnosti ryb, které víří uložené sedimenty. To dokládá mj. zvýšená míra sedimentace.

Dalším poměrně dobře hodnoceným parametrem bylo pH, které překročilo stanovené limity jen velmi výjimečně.

Nejhorších hodnot mezi hodnocenými parametry dosáhly vodivost, teplota a obsah rozpuštěného kyslíku. Vysoká vodivost je způsobena rozpustností hornin tvořících podloží oblasti. Teplota vody – zvláště u stojatých vod – kopíruje chod teploty vzduchu a je na ní tedy přímo závislá. S teplotou je dále spojena schopnost kyslíku rozpouštět se ve vodě. Z toho tedy vyplývá, že v teplejších obdobích s vysokou teplotou vzduchu je také teplota vody vyšší a obsah kyslíku klesá, což může způsobit značné problémy hlavně u stojatých, málo promíchávaných vod. Parametry jako jsou teplota a obsah O₂ lze částečně ovlivnit pouze u vodotečí, např. zvýšením zástin hladiny výsadbou stromů a keřů. Hodnoty na vodních plochách (hlavně rybnících) není možné příliš zlepšit ani změnou hospodaření, jelikož se jedná o vody mělké, které se snadno prohřejí a vzhledem k jejich plošné rozloze nepomůže ani zástin břehových porostů. Množství přirozeně obsažených rozpuštěných látek ve vodě, tzn. vodivost, nelze změnit téměř vůbec. Pro všechny tyto parametry (vodivost, teplota, kyslík) se proto hodnocení podle limitů stanovených pro celou republiku nejeví jako vhodné. Při hodnocení by mělo být vždy přihlíženo k lokálním geologickým podmínkám, klimatické oblasti apod.

Úživnost sledovaných rybníků i toků je dostatečně vysoká pro rozvoj fytoplanktonu, a tím i pro existenci celého, přirozeného potravního řetězce. Z rybníkářského pohledu se tedy jedná o poměrně kvalitní vody a pro rybářskou produkci by tedy nemělo být nutné dodávat žádná hnojiva. Pokud však hodnotíme koncentrace obsažených sloučenin dusíku a fosforu podle obecně závazných stanovisek (norma, Nařízení vlády), jedná se převážně o vody znečištěné (mimo dusičnanového

dusíku, jehož naměřené koncentrace byly velmi nízké), a bylo by proto vhodné obsah těchto živin ve vodách snížit, např. zarůstáním břehů makrofyty, odstraněním části sedimentů apod. Takovýto zásah by však neumožňoval provozovat chov ryb za účelem zisku, a jelikož by se tak rybníky staly pro Rybníkářství Pohořelice a.s. nerentabilní, bylo by vhodné převedení rybníků do vlastnictví státu pod správu AOPK ČR.

Fyzikálně-chemické parametry stanovené v Rozhodnutí OŽP Krajského úřadu Jihomoravského kraje byly hospodařícím Rybníkářstvím Pohořelice a.s. téměř bez výjimky dodrženy. Porušena však byla některá nařízení týkající se množství krmiv, velikosti a složení rybích obsádek. Tyto nesrovnalosti by bylo jistě možné objasnit a pro příště odstranit zlepšením komunikace mezi Správou CHKO Pálava a Rybníkářstvím Pohořelice a.s. Lepší propojení mezi těmito dvěma organizacemi by bylo potřebné také z důvodu možného vyhodnocení vlivů hospodaření na kvalitu vody v rybnících, které je bez vzájemné spolupráce nemožné.

Jak již bylo řečeno několikrát v průběhu této práce, naměřené hodnoty fyzikálních a chemických parametrů byly hodnoceny podle různých norem, nařízení atd. Všechny tyto předpisy se však orientují na hodnocení průměrných, vypočítaných hodnot za určité časové období. Pro existenci a správné fungování ekosystémů jsou však ve většině případů rozhodující okamžité hodnoty. Průměr, vyhodnocený jako vyhovující, nevypovídá nic o tom, jakých extrémů bylo za danou dobu dosaženo. Tyto extrémní, okamžité hodnoty však mohou být pro dané společenstvo rozhodující a mohou způsobit jeho úplný kolaps či zánik. Proto by bylo při hodnocení kvality vody mnohem vhodnější klást větší důraz na stav v daném okamžiku a nepovažovat za jediný směrodatný údaj uměle vypočítaný průměr.

Přenosná chemická laboratoř firmy Merck, použitá při analýzách vody, se ukázala jako vhodná pro namátková terénní šetření, avšak pro potřeby dlouhodobějšího výzkumu by bylo vhodné použít přesnějších laboratorních metod.

Použité sedimentační pasti se ve vodních nádržích daného charakteru, tj. v rybnících s obsádkou kaprů, neosvědčily. Celkové množství uložených sedimentů bylo nadhodnoceno v důsledku „rycí“ činnosti kaprů. Směrodatné jsou tedy pouze výsledky chemických analýz, stanovujících obsah celkového fosforu a organického

dusíku. Potvrdily se obecné teorie poskytující informace o nižším obsahu těchto živin v sedimentech v zimním období, kdy probíhá jejich intenzivnější odbourávání, mineralizace.

7. LITERATURA

- Anonymous, nedatováno A:** Vodohospodářské normace rybníka Nový u Mikulova, k.ú. Mikulov, okr. Břeclav, kraj Jihomoravský, nestránkováno
- Anonymous, nedatováno B:** Vodohospodářská normace rybníka Šibeník, k.ú. Mikulov, okr. Břeclav, kraj Jihomoravský, nestránkováno
- Anonymous, nedatováno C:** Kompaktlabor für Wasseruntersuchungen, 1.11151.0001., Merck, 21 stran
- Anonymous, 1979:** Application note – Kjeltec System 1002 Distilling Unit AN 16/79 – Determination of Kjeldahl nitrogen content by using the Kjeltec systém, 20 stran
- Anonymous, 2006 A:** Bezpečnostní list, Podle vyhlášky č. 231/2004 Sb. a direktivy EC 91/155/EEC (pro určování fosforečnanů), nestránkováno
- Anonymous, 2006 B:** Bezpečnostní list, Podle vyhlášky č. 231/2004 Sb. a direktivy EC 91/155/EEC (pro určování dusitanů), nestránkováno
- Anonymous, 2004:** Bezpečnostní list, Podle vyhlášky č. 231/2004 Sb. a direktivy EC 91/155/EEC (pro určování amoniaku), nestránkováno
- Anonymous, 2005:** Bezpečnostní list, Podle vyhlášky č. 231/2004 Sb. a direktivy EC 91/155/EEC (pro určování dusičnanů), nestránkováno
- Anonymous, 2001:** Územní plán obce Mikulov, 40 stran
- Buday, T. et al., 1967:** Regionální geologie ČSSR, díl II – Západní Karpaty, svazek 2, Academia, Praha, 652 stran
- Čítek, J. et al., 1998:** Rybníkářství, Informatorium, Praha, 306 stran
- Gulich, V. et al., 2002:** Krajinou luhů a stepí: Břeclavsko, Moraviapress, Břeclav, 223 stran
- Hekera, P., 1991:** Gegenstand und Methoden der Forschung In: Šarapatka et al., 1991: Die Wirtschaftsführung im Schutzgebiet des Littauer Marchtales bei Olmütz, Katedra ekologie Př. F. UP, Olomouc: 24-26
- Heteša, J., Sukop, I., Farah, V., 1994:** Lednické rybníky po třiceti pěti letech - rukopis, MZLU Brno, ústav rybníkářství a hydrobiologie, pracoviště Lednice, 37 stran, (závěrečná zpráva výzkumného úkolu)
- Heteša, J., Kočková, E., 1997:** Hydrochemie, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 106 stran

- Heteša, J., Marvan, P., Kupec, P., 2002:** Úvalský a Šibeník – rybníky splující funkci čistíren odpadních vod. – In: Spurný, P. (ed.): V. Česká ichtyologická konference, sborník referátů, Brno 25. a 26. 9. 2002: 239-245
- Heteša, J., Marvan, P., 2004:** Vliv odpadních vod ČOV Mikulov na biotu rybníka Šibeník, LIMNI s.r.o. Brno, 29 stran
- Hofmann, J., Geldhauser, F., Gerstner, P., 1987:** Der Teichwirt – Anleitung zur Zucht und Haltung des Karpfens im Haupt- und Nebenbetrieb, einschliesslich der Nebenfische, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 253 stran
- Horáková, M. et al., 1986:** Chemické a fyzikální metody analýzy vod, Nakladatelství technické literatury, Praha, 392 stran
- Horáková, M. et al., 2000:** Analytika vody, VŠCHT, Praha, 283 stran
- Hosák, L. et al., 1956:** Mikulovsko – Vlastivědný sborník o historii, geologii a květeně Mikulovska, Krajské nakladatelství, Brno, 137 stran
- Hurt, R., 1960 B:** Dějiny rybníkářství na Moravě a ve Slezsku, II. díl., Krajské nakladatelství v Ostravě, 323 stran
- Hurt, R., 1960 A:** Dějiny rybníkářství na Moravě a ve Slezsku, I. díl, 274 stran
- Kalášek, J. et al., 1963:** Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200000 M-33-XXIX Brno, Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 256 stran
- Kunze, K. 1982:** Die Bewirtschaftung von Karpfenteichen, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 124 stran
- Lusk, S. et al., 1983:** Ryby v našich vodách, Academia, Praha, 212 stran
- Maurer, L. et al., 1993:** Agrarökologische aspekte der Umstellung auf biologischen Landbau in Naturschutzgebieten (Obere Lobau - Wien, Litovelské Pomoraví - Olomouc). Enbericht Forschungsprojekt im Auftrag des BMWF. L. Boltzmann Institut für biologischen Landbau und angewandte Ökologie, Wien, 98 stran
- Nařízení vlády č. 71/2003 Sb.** o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod
- Nařízení vlády č. 229/2007 Sb.,** kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech
- Norma **ČSN 75 7221** – Klasifikace jakosti povrchových vod
- Pitter, P., 1999:** Hydrochemie, Vydavatelství VŠCHT, Praha, 568 stran

- Sobotka, M., 2002 A:** Manipulační řád 262/2002 – Šibeník, Brno
- Sobotka, M., 2002 B:** Manipulační řád 263/2002 – Nový rybník, Brno
- Sobotka, M., 2007 A:** Manipulační řád 29/07 – Rybník Mušlovský horní, Brno
- Sobotka, M., 2007 B:** Manipulační řád 28/07 – Rybník Mušlovský dolní, Brno
- Svobodová, Z. et al., 1987:** Toxikologie vodních živočichů, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 231 stran
- Šálek, J., 2001:** Rybníky a účelové nádrže, VUTIUM, Brno, 125 stran
- Vrána, K., Beran, J., 2002:** Rybníky a účelové nádrže, Nakladatelství ČVUT, Praha, 150 stran
- Zbíral, J., 1995:** Analýza půd I., Státní kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Praha ?

Internetové stránky

<http://geoportal.cenia.cz>

<http://mapy.geolab.cz>

www.env.cz

www.rybarstvi.eu

www.mrk.cz

www.ochranaprirody.cz

www.primasoja.cz

www.rybarskekrouzky.wz.cz

www.slovník-cizich-slov.cz

8. PŘÍLOHY