

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

KATEDRA KRAJINNÉHO MANAGEMENTU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**CHEMISMUS RYBNIČNÍCH VOD ČR – DLOUHODOBÝ VÝVOJ
CHEMISMU RYBNIČNÍCH VOD**

Vedoucí práce: doc., RNDr. Pechar Libor, CSc.

Autorka práce: Francová Eva

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu své práce, doc., RNDr. Liboru Pecharovi, CSc., za odbornou pomoc a cenné rady, které mi poskytoval během zpracování celé této práce.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Eva FRANCOVÁ**
Osobní číslo: **Z12528**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**
Název tématu: **Chemismu rybníčních vod ČR - dlouhodobý vývoj chemismu rybníčních vod**
Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je vytěžit datové soubory o chemismu rybníčních vod v různých oblastech ČR. Porovnat údaje o základním chemismu a živinách, vyhodnotit časové změny v průběhu posledních desetiletích. Výsledkem práce bude rešerše popisující trendy v kvalitě rybníčních vod případně doplnění srovnáním vybraných datových souborů z dostupných studií.

1. Vypracování literární rešerše.
2. Výběr a zpracování dat z podkladů - identifikace lokalit a jejich geografické zařazení.
3. Analýza dostupných dat a statistické zpracování - popisné statistiky a testování rozdílů.
4. Zpracování zjištěných výsledků a jejich interpretace z hlediska posouzení změn.

Rozsah grafických prací: 5 - 10 grafů a tabulek

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 60 stran textu

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Eiseltová, M. (1996): Obnova jezerních ekosystémů.- Wetland International, Gland

Hartman, P., Příkryl, I., Štědronský, E. (2005): Hydrobiologie, Informatorium Praha

Janda, J., Pechar, L. a kol. (1996): Trvale udržitelné využívání rybníků v Chráněné krajinné oblasti a biosférické rezervaci Třeboňsko. Význam rybníků pro krajinu střední Evropy.- Pecharová, E., Plesník J. (eds.); České koordinační středisko IUCN - Světového svazu ochrany přírody Praha a IUCN Gland, Švýcarsko a Cambridge, Velká Británie, 189 pp.

Pechar, L., Příkryl, I., Faina, R. (2002): Hydrobiological evaluation of Třeboň fishponds the end of the nineteenth century In: Květ, J., Jeník, J., Soukupová, L.: Freshwater wetlands and their sustainable future. Paris, 31-61.

Pitter P. (2009): Hydrochemie. VŠCHT Praha, Praha.


Pokorný, J., Šulcová, J., Hátle, M., Hlásek, J., (eds.): Třeboňsko 2000. Ekologie a ekonomika Třeboňska po dvaceti letech, UNESCO/MaB - 109-117 pp., ENKI, o.p.s. Třeboň

Wetzel, R.G., Likens, G.E. (2000): Limnological analysis. Springer-Verlag, New York.

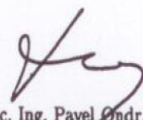
Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Libor Pechar, CSc.
Katedra krajinného managementu

Datum zadání bakalářské práce: 17. března 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2015


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚPISNÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 17. března 2014

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 24. 4. 2015

.....

Francová Eva

Abstrakt

Rybníky jsou velmi důležitou součástí hydrologických systémů v řadě oblastí České republiky. Stejně jako tekoucí vody jsou i rybníky ovlivňovány hospodářskou aktivitou v povodích a navíc byly záměrně eutrofizovány s cílem zvýšení produkce ryb. Tato eutrofizace probíhala celé minulé století a zvláště intenzivně pak v jeho druhé polovině. Práce shrnuje literární informace o tomto procesu s cílem popsat dlouhodobý trend ve změně chemismu rybníčních vod. Tyto informace dává do souvislosti s obecnější problematikou kvality povrchových vod. Dlouhodobé změny byly dokumentovány na příkladu blatenských rybníků porovnáním údajů z let 1953–1963 se současnými daty ze stejné oblasti.

Z porovnání výsledků z Blatenska a ze shrnutí publikovaných poznatků vyplývá, že intenzifikace průmyslu, větší objemy odpadních vod, scelování zemědělských pozemků, splachy z okolí do rybníků a intenzivní hnojení rybníků vedly k nadměrnému přísunu dusíku a fosforu do rybníčních vod. Tento přísun živin provázejí negativní jevy – změny chemismu, nadměrný rozvoj sinic a řas a celkové změny společenstev rybníčních ekosystémů, v některých případech i úhyn ryb a následné snížení tržeb.

Velký rozsah eutrofizace je v současné době největším problémem rybníčních vod u nás. K jeho řešení by bylo třeba zavést monitoring kvality rybníčních vod a odvození kritérií dobrého ekologického a chemického stavu/potenciálu rybníků, podobně jako je tomu u tekoucích vod.

Klíčová slova

chemismus vod; znečištění vod; chemické parametry; rybníkářství; rybník; hnojení; živiny; eutrofizace

Abstract

Ponds are a very important part of hydrological systems in many areas in the Czech Republic. As well as running water, ponds are influenced by economic activity in catchments and additionally they were intentionally eutrophicated in order to increase fish production. This eutrophication was taking place in all 20th century, especially in its second half. This bachelor thesis summarizes literature information about this process for the purpose of description long-term trend in a change of chemism of ponds. This information is put into context with general problems of quality of surface water. Long-term changes were documented on an example of ponds in Blatensko by comparison of data from 1953–1963 with present data from the same area.

From the comparison of results in Blatensko and from summarizing published findings it follows that intensification of industry, greater amounts of waste waters, consolidation of agricultural land, run-off from surroundings to ponds and intensive fertilization of ponds lead to excessive input of nitrogen and phosphorus to ponds. This input of nutrients is accompanied by negative phenomena – change of chemism, excessive growth of blue-green algae and algae and general changes of pond ecosystems, in some cases also death of fish and decreasing of yield.

A large extent of eutrophication is nowadays the biggest problem for ponds in our country. For solution it would be necessary to introduce monitoring of ponds' water quality and to determine of criteria for good ecological and chemical state/potential of ponds, similarly as in running waters.

Key words

chemism of water; pollution of water; chemical parameters; fish farming; pond; fertilizing; nutrients; eutrophication

Obsah

1. ÚVOD	9
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	11
2.1 OBECNÉ SLOŽENÍ VOD	11
2.1.1 ROZDĚLENÍ LÁTEK VE VODĚ.....	11
2.1.2 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA LÁTEK VE VODĚ	13
2.2 POVRCHOVÉ VODY A JEJICH CHEMICKÉ SLOŽENÍ.....	16
2.2.1 CHEMISMUS TEKOUČÍCH VOD	17
2.2.2 CHEMISMUS STOJATÝCH VOD	20
2.2.2.1 Chemismus jezer a vodních nádrží	20
2.2.2.2 Chemismus rybníčních vod.....	26
2.3 RYBNÍKÁŘSTVÍ V ČR.....	29
2.3.1 VÝVOJ ČESKÉHO RYBNÍKÁŘSTVÍ	29
2.3.2 ZMĚNY CHEMISMU RYBNÍČNÍCH VOD OD POČÁTKU 20. STOLETÍ.....	33
2.3.3 PROBLÉM ZNEČIŠTĚNÍ RYBNÍČNÍCH VOD V SOUČASNOSTI.....	36
3. MATERIÁL A METODY	42
3.1 HYDROGEOLOGICKÉ A KLIMATICKÉ VYMEZENÍ BLATENSKO-LNÁŘSKÉ RYBNÍČNÍ OBLASTI	42
3.2 METODIKA	43
3.3 VÝSLEDKY	43
4. DISKUSE.....	49
4.1 VÝZNAM DLOUHODOBÉHO MONITORINGU KVALITY POVRCHOVÝCH VOD.....	49
5. ZÁVĚR	54
Seznam použité literatury	55
Seznam příloh	60

1. ÚVOD

Rybníkářství má v České republice velmi dlouhou tradici a v současné době je důležitou součástí zemědělského obhospodařování naší krajiny. První písemné zmínky o chovných rybnících jsou datovány přibližně od počátku 12. století. Velký rozvoj zažilo naše rybníkářství od 2. poloviny 15. století do konce 16. století, kdy známí stavitelé rybníků (Štěpánek Netolický, Jakub Krčín z Jelčan a Sedlčan, Mikuláš Ruthard z Malešova nebo Jan Skála z Doubravy a Hradiště) počali přetvářet naši krajinu a budovat rozsáhlé rybníční soustavy. Konec 19. století je spojován s významnou osobností treboňského rybníkářství – s Josefem Šustou. V této době dochází na základě jeho studií a výzkumů (zejména o výživě chovných ryb) k záměrnému zvyšování úrodnosti (úživnosti) rybníků. Cílem je snížení nákladů rybníčního hospodaření, zvýšení produkce a hmotnosti chovných ryb a současně zvýšení tržeb v rybníkářském odvětví. Prostředky k dosažení těchto cílů jsou především hnojení, vápnění a meliorační opatření na rybnících.

Od 50. let 20. století dochází k intenzifikaci zemědělské a průmyslové výroby. To má za následek ještě větší přísun živin (zejména dusíku a fosforu z hnojiv, splachů zemědělské půdy a z odpadních vod) do rybníčních vod, které samozřejmě na znečištění reagují.

V důsledku nadměrného přísunu živin v minulých desetiletích je v současné době největším problémem eutrofizace rybníčních vod a negativní jevy s ní související (změna chemismu rybníčních vod, nadměrný rozvoj vodních organismů, změny společenstev ve vodním ekosystému, zazemňování rybníků a v některých případech i úhyn ryb).

První část této práce obsahuje informace z literárních zdrojů, jež byly dány do souvislosti s obecnější problematikou kvality povrchových vod. Tyto informace se týkají základních chemických látek ve vodě a jejich vlastností, rozdílů v hydrochemismu tekoucích a stojatých vod, významu základních chemických parametrů a jejich distribuce ve vodních útvech. Dále se literární přehled věnuje samotnému rybníkářství v České republice, obsahuje stručný exkurz do historie našeho rybníkářství, popis dlouhodobých změn chemismu rybníčních vod od počátku 20. století a zdůrazňuje současný problém znečištění rybníčních vod – eutrofizaci.

Cílem této práce bylo popsat dlouhodobý trend ve změně chemismu rybníčních vod v České republice, jenž vedl k eutrofizaci těchto vod. Tímto problémem se zabývá druhá část práce (metodika a výsledky). Na základě porovnání historických údajů z Blatenska (1953–1963, Dejdar, nepublikované protokoly) se současnými daty ze stejné oblasti (2013–2014, Potužák) lze tento trend potvrdit. Zjištěné výsledky poukazují na velkou trofickou zátěž našich rybníků v současné době. Zajistit optimální chemickou, a tím zároveň ekologickou kvalitu rybníčních vod dnes představuje velmi důležitý úkol.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

2.1 OBECNÉ SLOŽENÍ VOD

„Voda tvoří jednu z chemicky nejjednodušších sloučenin ve vesmíru – obsahuje dva atomy vodíku a jeden atom kyslíku. Představuje zároveň jednu z nejméně předvídatelných a nejsložitěji se chovajících sloučenin.“ (Němec a kol. 2006: s. 8)

Voda vyskytující se v přírodě není chemicky čistá. Vždy obsahuje rozpuštěné plyny, nerozpuštěné a rozpuštěné anorganické a organické látky. Některé látky přijímá z atmosféry (ve formě srážek), ovšem většina látek obohacuje vodu při infiltraci půdou a při zvětrávání hornin (Pitter 1999). Výskyt těchto látek závisí na geologické skladbě podloží, složení dnových sedimentů, hydrologicko-klimatických poměrech (srážkové a teplotní poměry, roční období, dálkový transport škodlivin), dále na půdně-botanických poměrech (zalesnění, vegetace, druh půdy), na příronu podzemních vod, přítomnosti vodních organismů a jejich činnosti, organických zbytcích a samozřejmě rovněž na antropogenní činnosti. Antropogenními zdroji anorganických a organických látek v přírodních vodách jsou například průmyslové, splaškové a městské odpadní vody, zemědělství a průmysl, komunální odpady, nečistoty z ovzduší, roli hraje rovněž přetváření vodních toků a nádrží (*Chemismus vody*. Dostupné z: <http://ravz.cfme.net/ravz/water-chemistry.aspx>; cit. 2015-02-03).

2.1.1 ROZDĚLENÍ LÁTEK VE VODĚ

Látky obsažené ve vodách lze z chemického hlediska rozdělit na anorganické a organické. Dle fyzikálního hlediska můžeme látky rozdělit podle toho, zda jsou přítomné v pravých roztocích jako iontově rozpuštěné látky (elektrolyty), jako neiontově rozpuštěné látky (neelektrolyty) nebo jako látky nerozpuštěné.

Mezi převážně neiontově rozpuštěné látky (neelektrolyty) patří zejména sloučeniny křemíku (Si), u minerálních vod i sloučeniny boru (B), dále rozpuštěné plyny, z nichž k nejvýznamnějším patří kyslík (O) a oxid uhličitý (CO₂). (Pitter 1999)

Iontově rozpuštěné látky (elektrolyty) dělíme na kationty a anionty. Nejdůležitějšími kationty jsou vápník (Ca), hořčík (Mg), sodík (Na) a draslík (K).

Z nejvýznamnějších aniontů jsou ve vodách přítomny hydrogenuhličitaný (HCO_3^-), sírany (SO_4^{2-}), chloridy (Cl^-) a dusičnany (NO_3^-). (Pitter 1999)

Iontově rozpuštěné látky určují tzv. *hydrochemický typ*. Při této klasifikaci se rozlišují dva základní principy – klasifikace podle převažujících iontů a klasifikace podle vzájemných charakteristických iontových kombinací (Pitter 1999). Dle Pittra (1999) je nejvíce rozšířenou klasifikací tzv. *Alekinova hydrochemická klasifikace* vytvořená původně pro podzemní minerální vody. Tato klasifikace rozlišuje tři základní třídy vod podle převládajícího aniontu – vody hydrogenuhličitanové, síranové a chloridové, další jsou vody s jiným převládajícím aniontem. Alekin tyto tři základní třídy dále člení do tří skupin podle převládajícího kationtu – vody vápenaté, hořečnaté a sodné, dále existují vody s jiným převládajícím kationtem. Vzájemný poměr těchto iontů určuje charakteristické typy vod, např. $\text{HCO}_3\text{-Ca}$; $\text{SO}_4\text{-Ca}$. (Alekin 1962. Dostupné z Pitter 1999)

Dle Pittra (1999) je dělení anorganických rozpuštěných látek na elektrolyty, neelektrolyty, kationty a anionty zjednodušené a nepřesné. Určité prvky se totiž mohou ve vodě vyskytovat v iontové i neiontové formě zároveň nebo také jako aniont i kationt. „Tyto formy výskytu mají rozdílné fyzikální, chemické a biologické vlastnosti. Proto vlastnosti vod nezávisí pouze na celkové koncentraci jednotlivých prvků, ale také na formách jejich výskytu (existence).“ (Pitter 1999: s. 42) Základní metody chemického rozboru vod stanovují zpravidla celkovou koncentraci dané složky, v níž nejsou rozlišeny přítomné formy výskytu. Zastoupení různých forem výskytu dané složky již spadá do oblasti správné interpretace výsledků, jež vyžaduje dostatečné odborné znalosti a praxi.

Z výše uvedených důvodů bylo navrženo dělení podle kvantitativního zastoupení na *makrokomponenty* a *mikrokomponenty* nebo také na *hlavní součásti* ($> 10 \text{ mg.l}^{-1}$), *vedlejší součásti* ($1\text{--}10 \text{ mg.l}^{-1}$) a *stopové součásti* ($< 1 \text{ mg.l}^{-1}$). (Pitter 1999)

2.1.2 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA LÁTEK VE VODĚ

Iontově rozpuštěné anorganické i organické látky (elektrolyty) se ve vodném roztoku podílejí na tzv. *vodivosti*. Jednotkou vodivosti je *siemens* (S). Pro potřeby hydrochemie byla zavedena *měrná elektrická vodivost (konduktivita, κ)*, jejíž jednotkou je $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$. Konduktivita vyjadřuje schopnost roztoku vést elektrický proud (Drbal, Křížek 1999). Slouží k posuzování tzv. *chemické čistoty vody*. Kapalina (H_2O) v čistém stavu (bez iontů) je totiž špatným vodičem elektrického proudu. Ani látky přítomné ve vodě jako neelektrolyty se na konduktivitě nepodílejí. Vodivost patří mezi základní chemické ukazatele a umožňuje odhadnout koncentraci iontově rozpuštěných látek a celkovou mineralizaci vody. (Pitter 1999)

U vod s nízkou koncentrací organických látek lze říci, že vodivost je dána pouze obsahem anorganických iontově rozpuštěných látek – kationtů a aniontů (Pitter 1999). Drbal a Křížek (1999) dodávají, že konečný výsledek stanovení vodivosti závisí na koncentraci iontů, jejich náboji, pohyblivosti a na teplotě. U vodných roztoků vede zvýšení teploty o $1\text{ }^\circ\text{C}$ ke zvýšení vodivosti asi o 2 % a naopak.

Tento chemicko-fyzikální ukazatel se uplatňuje při klasifikaci povrchových vod dle ČSN 75 7221, podle níž se povrchové vody dělí do pěti tříd jakosti, počínaje první třídou – neznečištěné vody ($< 40\text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$) – a konče pátou třídou: velmi silně znečištěné vody ($> 160\text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$). (Pitter 1999)

Celková mineralizace vody je dána obsahem veškerých rozpuštěných anorganických látek přítomných ve vodě (bez podílu rozpuštěných plynů) – součtem látkových koncentrací všech elektrolytů a neelektrolytů ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$).

Rozpuštěné látky (RL) jsou získávány filtrací vzorku (pro povrchové vody se doporučují membránové filtry s průměrnou velikostí pórů $0,45\text{ }\mu\text{m}$), pro další analýzu se používá filtrát.

Pro stanovení rozpuštěných látek v organicky neznečištěných vodách používáme gravimetrické stanovení sušením vzorku při $105\text{ }^\circ\text{C}$ (odparek) – RL 105 – a u organicky znečištěných vod stanovíme rozpuštěné látky pomocí zbytku po žihání při $550\text{ }^\circ\text{C}$ (zbytek po žihání odparku) – RL 550. Ztráta žiháním se získá výpočtem ze stanovených hodnot. (Horáková a kol. 2003)

„Pod pojmem *nerozpustné látky* rozumíme tuhé látky, odstranitelné filtrací nebo odstředěním za určitých podmínek.“ (Horáková a kol. 2003: s. 88) Dále Horáková upozorňuje na to, že v zahraniční literatuře se můžeme setkat s pojmem *suspendované látky*: „Pod tímto pojmem se obvykle rozumí látky, které volně sedimentují, a nejsou v něm zahrnuty látky koloidně dispergované.“ (Horáková a kol. 2003: s. 88) Pojem *nerozpustné látky* je obecnějšího charakteru a zahrnuje také látky koloidně dispergované. (Horáková a kol. 2003)

Rozlišení nerozpuštěných a rozpuštěných látek závisí na zvolené velikosti póru použitého filtru. V hydrochemii a analytice vody byla přijata dohoda, že za rozpuštěné se považují ty látky, jež projdou filtrem s průměrnou velikostí pórů 0,45 μ m (střední velikost filtru). Avšak u této velikosti pórů nejsou odstraněny všechny koloidně dispergované látky. Tyto filtry se používají při analýze vod pitných, užitkových a povrchových (Horáková a kol. 2003). Lze říci, že způsob filtrace významně ovlivňuje hodnocení jakosti povrchových vod. (Pitter 1999)

Princip stanovení nerozpuštěných látek (NL) je následující: Zfiltruje se přesně odměřené množství homogenizovaného vzorku, přičemž se na filtru zachytí nerozpuštěné látky. Pro další analýzu se používá podíl zachycený na filtru (Horáková a kol. 2003). „Hodnota nerozpuštěných látek se získá vysušením filtru v sušárně při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti. Zbytek po žíhání se získá žíháním vysušeného filtru při teplotě 550 °C do konstantní hmotnosti. Ztráta žíháním se získá výpočtem ze stanovených hodnot. Stanovení ruší obsah látek, které ulpívají na stěnách filtračního zařízení a nedají se kvantitativně převést na filtr. Látky těkající při teplotě stanovení způsobují také negativní chybu.“ (Horáková a kol. 2003: s. 93)

Rozpuštěné látky patří mezi základní chemické ukazatele u pitných vod. Poukazují na kvalitu pitné vody. Naopak obsah nerozpuštěných látek je v pitné vodě zakázán.

V případě odpadních vod patří stanovení množství rozpuštěných a nerozpuštěných látek rovněž mezi základní ukazatele chemického složení vod. Ukazatel rozpuštěné anorganické soli (RAS) a ukazatel nerozpuštěné látky (NL) jsou podle zákona ČR č.58/1998 Sb., o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových zařazeny mezi zpoplatněné ukazatele. (Horáková a kol. 2003)

Koncentrace těchto základních chemických ukazatelů (RL a NL) ve vodě spoluurčuje zařazení do tříd čistoty povrchových vod. (Horáková a kol. 2003)

Organické látky se v přírodních vodách vyskytují jen v malém množství (s výjimkou vod z rašelinišť) a mohou být přítomny jak v iontové, tak v neiontové podobě.

Další látky, které se v přírodních vodách obvykle stanovují, již nepatří mezi ukazatele základního chemického složení vod. Ve vodách jsou přítomny v malých koncentracích. Jsou to například formy amoniakálního dusíku, některé kovy (Fe, Mn, Al, Cu, Zn), dusitany, fosforečnany, sulfidická síra, dále stopové koncentrace prvků v minerálních vodách (jodidy, fluoridy...), jež mohou významně ovlivňovat chemické a biologické vlastnosti vody. (Pitter 1999)

Ke stanovení veškerých látek (VL), což znamená látek rozpuštěných i nerozpuštěných, se užívá stejného principu jako u gravimetrického skupinového stanovení rozpuštěných a nerozpuštěných látek, pouze s tím rozdílem, že vzorek vody se nefiltruje (Horáková a kol. 2003). „Vhodné množství důkladně homogenizovaného nefiltrovaného vzorku se odpaří na vodní lázni a vysuší se v sušárně při 105 °C do konstantní hmotnosti (odparek). Zbytek po žihání se získá žiháním vysušeného odparku při teplotě 550 °C do konstantní hmotnosti. Ztráta žiháním se vypočítá jako rozdíl stanovených hodnot sušeného a žihaného odparku.“ (Valentová a kol. 2013: s. 84) Při stanovení veškerých látek způsobují chybu ulpívající nerozpuštěné látky, které nelze kvantitativně převést na misku (např. tuky, oleje apod.). Látky těkající při teplotě stanovení způsobují taktéž chybu. (Horáková a kol. 2003)

2.2 POVRCHOVÉ VODY A JEJICH CHEMICKÉ SLOŽENÍ

Povrchové vody jsou všechny vody vyskytující se přirozeně na zemském povrchu. Řadí se mezi ně také vody přechodně protékající zakrytými úseky a přirozenými dutinami. Kontinentální vody se dělí na vody tekoucí (vodní toky) a vody stojaté (jezera, tedy přírodní vodní nádrže, rybníky a umělé vodní nádrže vznikající umělým zahrazením vodních toků nebo odvodem vody z nich). (Oppelová a kol. 2012)

Druhy vod můžeme rozdělit podle různých kritérií. Podle původu rozlišujeme vody přírodní a odpadní (splaškové a průmyslové), podle využití pak vody pitné, užitkové, provozní a odpadní. Přírodní vody lze dělit dle jejich výskytu na atmosférické, podzemní a povrchové. (Oppelová a kol. 2012)

Povrchové vody se utvářejí díky atmosférickým srážkám a přítomnosti podzemních vod. Pokud jsou napájeny především z atmosférických srážek, jsou málo mineralizované. (Pitter 1999)

Od podzemních vod se povrchové vody liší poměrným zastoupením jednotlivých složek. Základní kvalitativní složení je však téměř totožné. Převažujícím hydrochemickým typem povrchových kontinentálních vod je typ $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ nebo $\text{SO}_4\text{-Ca}$. U podzemních vod můžeme sledovat typickou vertikální změnu hydrochemického typu. Se zvětšující se hloubkou dochází k následujícím změnám: $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$, $\text{HCO}_3\text{-Na}$, $\text{SO}_4\text{-Ca}$, v nejhlubších vrstvách je přítomen typ Cl-Na . Celková mineralizace podzemních vod se obvykle pohybuje ve stovkách mg.l^{-1} . Horní hranicí je $1\ 000\ \text{mg.l}^{-1}$, od této hodnoty se již hovoří o minerálních vodách (Pitter 1999). Oppelová a kol. (2012) uvádějí, že u přírodních povrchových vod se mineralizace pohybuje obvykle v rozmezí 100 až $500\ \text{mg.l}^{-1}$.

Dalšími rozdíly mezi povrchovými a podzemními vodami jsou přítomnost rozpuštěného kyslíku a koncentrace CO_2 . Povrchové vody obsahují značné množství rozpuštěného kyslíku a velmi malé koncentrace CO_2 , zatímco vody podzemní bývají často v anoxickém stavu a obsahují větší koncentrace CO_2 .

Vyšší obsah organických látek ve vodě a vyšší biologické oživení jsou charakteristické pro vody povrchové. Značná koncentrace organických látek

v povrchových vodách oproti podzemním vodám je způsobena tím, že povrchové vody zpravidla nejsou chráněny před antropogenním znečištěním. (Pitter 1999)

2.2.1 CHEMISMUS TEKOUČÍCH VOD

Chemismus tekoucích vod je dán specifickými vlastnostmi. Pro řeky je charakteristické jednosměrné proudění, čímž dochází k intenzivnímu působení na půdu a podloží v okolí, a dále horizontální hydrochemická zonálnost. (Heteša, Kočková 1997)

System toku je tvořen svým povodím. To začíná prameništěm (v horských oblastech), přechází v bystřiny (horská oblast, velký spád) a horské potoky (v podhorských oblastech). Dalšími přítoky tok zesiluje a mohutní, vytvářejí se potoky (v pahorkatinách), říčky a řeky (převážně v nížinách). (Adámek a kol. 1995)

Horní úseky jsou charakteristické chladnou, rychle proudící vodou, která je až ze 100 % nasycena kyslíkem. Nehromadí se zde organický materiál ani živiny, naopak dochází k erozi a transportu živin. Dno je zde kamenité až balvanovité. (Adámek a kol. 1995)

Střední toky (pahorkatiny, vrchoviny) jsou tvořeny sedimenty o různé velikosti (písek, štěrk a kameny), jejich nasycení kyslíkem zůstává vysoké, obsah organických látek se mírně zvyšuje (Adámek a kol. 1995). Němec a kol. (2006) dodávají, že další charakteristickou vlastností středních toků je střídání erozních a akumulčních úseků.

Dolní nížinné toky jsou charakteristické pomalu tekoucí vodou s výrazným uplatněním turbulentního proudění. Sedimenty jsou tvořeny jemnozrnným materiálem (hlinitým nebo písčítým). Sedimentace převažuje nad erozí a transportem živin (Adámek a kol. 1995). V důsledku kumulace rozpuštěných a nerozpuštěných látek a vlivem větší pravděpodobnosti znečištění antropogenními zdroji jsou kyslíkové poměry na dolních tocích méně vyrovnané. Na jedné straně dochází díky dodávání živin k rozvoji nižších a vyšších vodních rostlin. V důsledku fotosyntézy může koncentrace kyslíku překročit i hranici 100% nasycenosti. Koncentrace organických látek je zde vyšší než v předchozích úsecích, ale pro vodní organismy v tomto případě nepředstavuje riziko. Na druhé straně může docházet ke snížení či vyčerpání zásob kyslíku ve vodě a následnému úhynu vodních organismů. Tento

jev nastává za přispění vyšších teplot ve vodě, která je (v důsledku antropogenní činnosti) znečištěna zejména organickými látkami. Při rozkladných procesech organické hmoty se spotřebovává značné množství kyslíku. (Randák a kol. 2013)

Celková mineralizace tekoucích povrchových vod se obecně pohybuje v rozmezí 100 až 500 mg.l⁻¹. Naše řeky mají většinou nižší až střední hodnotu: 200 až 300 mg.l⁻¹. Výjimku tvoří dolomitické a vápencové oblasti a vody značně znečištěné odpadními vodami, které mohou mít hodnotu celkové mineralizace vyšší než 500 mg.l⁻¹. Naopak málo mineralizované bývají vody na horních tocích řek (pod 100 mg.l⁻¹). Důvodem je podloží, které je obvykle dobře vymyto, a napájení horního toku z tajících, málo mineralizovaných sněhů. (Pitter 1999)

Jednotlivé způsoby napájení mají zásadní význam pro chemický režim úseků řek. Napájení z tajících sněhů způsobuje spolu s atmosférickými srážkami nízkou mineralizaci především horních toků, řeky napájené podzemní vodou jsou charakteristické vyšší mineralizací, řeky obohacené přítoky z rašelinišť a bažin jsou méně mineralizované, ale obsahují značné množství organických látek, a jejich voda je zbarvena žlutě až hnědě. (Heteša, Kočková 1997)

Chemismus vod se mění i v čase. Na podzim a na jaře (během dlouhých dešťů) je mineralizace vody minimální, zatímco v létě a v zimě dosahuje maximálních hodnot. Naopak koncentrace nerozpuštěných látek se v období povodní zvyšuje – dle Pittra (1999) na desítky až stovky mg.l⁻¹ – a vyšší hodnoty jsou zaznamenávány také v okolí měst a průmyslových oblastí (městské a průmyslové odpady). (Heteša, Kočková 1997) Obvyklé hodnoty koncentrace nerozpuštěných látek se u čistých toků pohybují v jednotkách mg.l⁻¹. (Pitter 1999)

Hodnota pH se pohybuje většinou mezi 6 až 8,5. Výjimku tvoří vody napájené z rašelinišť (pH pod 6) a vody s intenzivní fotosyntézou zelených organismů, jež mají pH nad 8 (v důsledku snížení volného CO₂). Proto je pH v létě vyšší než v zimním období.

Dominantním aniontem jsou hydrogenuhličitaný. Uvolňují se zejména z geologického podloží. Vysoké koncentrace hydrogenuhličitanů nalezneme ve vápencových a v dolomitických oblastech. Naopak dominantním kationtem je vápník. Do vod se uvolňuje rozkladem hlinitokřemičitanů vápenatých či

rozpuštěním vápence (CaCO_3). Druhé místo v rámci výskytu kationtů zaujímá hořčík (přírodní původ – z geologického podloží) se sodíkem (především z průmyslových odpadních vod), až poté je draslík.

Původcem síranů jsou převážně atmosférické srážky (spalování fosilních paliv), ale také průmyslové odpadní vody. Naopak zdrojem chloridů jsou zejména odpadní vody z průmyslové činnosti. (Pitter 1999)

Část sloučenin dusíku pochází z atmosféry a část z rozkladu organických dusíkatých látek (Pitter 1999). Dalšími významnými zdroji sloučenin dusíku (zejména dusičnanů) jsou plošné znečištění ze splachů ze zemědělsky obdělávané půdy (hnojení) a bodové znečištění odpadními vodami ze zemědělství (zejména z živočišné výroby), z průmyslu a měst (Heteša, Kočková 1997). Pitter (1999) uvádí, že u znečištěných vod může koncentrace dusičnanů překročit 10 mg.l^{-1} , ale u čistých povrchových vod je hodnota koncentrace obvykle pod 1 mg.l^{-1} .

Koncentrace dusičnanů vzrostla během 2. poloviny 20. století pětinasobně. Tento rapidní nárůst byl způsoben zejména intenzifikací zemědělství (hnojení dusíkatými hnojivy) a regulací řek. Během tohoto období byly silně zredukovány říční nivy, meandry, slepá ramena řek atd. Odstranění těchto biotopů má za následek zkomplikování některých přirozených procesů koloběhu prvků (oslabení procesu denitrifikace). (Heteša, Kočková 1997)

Výskyt sloučenin dusíku je doprovázen výskytem sloučenin fosforu. Fosfor je obsažen ve splaškových odpadních vodách (fekálie, prací prostředky) a ve splachu ze zemědělsky obdělávané půdy (fosforečná hnojiva). V menší míře je fosfor obsažen ve znečištěných srážkách. Koncentrace fosforečnanů se pohybuje v setinách až desetínách mg.l^{-1} . S kovy (Ca, Mg, Al, Fe) vytváří málo rozpustné fosforečnany, jež jsou adsorbovány na sedimentech, proto se jejich koncentrace pohybuje v setinách až v desetínách mg.l^{-1} . (Pitter 1999)

Organické látky jsou přírodního původu (humínové látky, produkty životních pochodů vodních organismů) a antropogenního původu (splaškové a průmyslové odpadní vody, zemědělství). (Pitter 1999) Jejich výskyt v řekách je závislý na intenzitě průtoku. Horními toky jsou unášeny a následně se hromadí v dolních tocích a přehrazených řekách. (Heteša, Kočková 1997)

Změny ve složení tekoucích vod lze shrnout následovně: V důsledku přírodních procesů (vymývání sloučenin z geologického podloží) a antropogenní činnosti (postupné znečišťování městskými, zemědělskými a průmyslovými odpady) dochází v toku (od pramene až k ústí řeky) ke zvyšování celkové mineralizace i obsahu organických látek. Tento jev může být ovlivněn vybudováním nádrží na toku a také vtokem odpadních vod do určitého úseku řeky a následnou samočisticí činností vody. (Pitter 1999)

2.2.2 CHEMISMUS STOJATÝCH VOD

Od tekoucích vod se stojaté vody liší dobou průtoku (několik desítek dnů i více než jeden rok) a hloubkou. Ve většině stojatých vod není proud měřitelný (Oppeltová a kol. 2012). Charakteristickou vlastností vodních nádrží a rybníků je řízení odtoku, jímž je možno do určité míry ovlivňovat chemické složení vody. Voda po přítoku do nádrže mění biologické, fyzikální a chemické vlastnosti. Chemické složení stojatých vod se mění zejména ve vertikálním směru. V jezerech, nádržích a hlubších rybnících dochází k tzv. *vertikální stratifikaci (zonálnosti)* teploty a některých složek vody (viz dále). Oproti tekoucím vodám je chemismus stojatých vod více závislý na ročním období, klimatických a hydraulických podmínkách. (Pitter 1999)

2.2.2.1 Chemismus jezer a vodních nádrží

Jezero je definováno jako přírodní sníženina (deprese) na zemském povrchu naplněná vodou. Oproti vodním nádržím a rybníkům se jezera nedají jednoduchým způsobem vypustit. V České republice je v porovnání s územím Evropy jezer velmi málo. (Němec a kol. 2006)

Nejčastěji se jezera rozdělují dle geomorfologického způsobu vzniku – jedná se o tzv. *genetickou klasifikaci jezer*. Na našem území se nachází celkem 6 jezer ledovcového původu (pozůstatek po ústupu ledovců – *glaciální jezera*), a to na Šumavě (Černé, Čertovo, Plešné, Prášílské a Laka) a v Krkonoších (Mechové jezírko). V souvislosti s vývojem toků v nížinách (oddělení původních říčních meandrů, rozlité vodního toku a následná kumulace v depresních polohách) vznikají tzv. *fluviální jezera*. Právě tato jezera jsou u nás nejrozšířenější, vyskytují se především podél Labe, Moravy, Dyje, Lužnice, Odry a Orlice. Sedimenty těchto jezer jsou tvořeny hlinitým či jemně písčitém náplavem a velkým množstvím

odumřelé organické hmoty. Dalším typem jsou *organogenní jezera*, vzniklá akumulací srážkové nebo podzemní vody ve sníženinách. Podle spoluúčasti na jejich vzniku rozlišujeme *rašelinná jezírka* (Modravské slatě na Šumavě) a *slatinná jezírka* (NPR SOOS u Františkových Lázní). Dalšími u nás se vyskytujícími typy jsou *krasová jezera* (na dně propasti Macocha v Moravském krasu) a *antropogenní jezera* (rekultivace povrchových dolů). (Janský a kol. 2003)

Pro chemické složení jezera je důležité to, zda je jezero napájeno přítoky nebo srážkovými vodami a zda se nachází v horských či nížinných oblastech. Jezera v horských oblastech (např. Šumava) mohou mít celkovou mineralizaci velmi malou (i pod 10 mg.l^{-1}). U nás se však základní chemické složení jezer většinou neliší od složení říčních vod (Pitter 1999). Výjimečně lze na našem území nalézt jezera s vysokou vodivostí (mineralizací), např. zatopené jámy po těžbě hnědého uhlí v Podkrušnohoří (Pecharová a kol. 2011). Pitter (1999) dodává, že hydrochemické typy jezer jsou u nás velmi rozličné, nejčastějším typem je $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ spolu s $\text{SO}_4\text{-Ca}$, dále $\text{SO}_4\text{-Na}$, Cl-Na , Cl-Ca , $\text{HCO}_3\text{-Mg}$.

2. polovina 20. století je u nás spojena s rozmachem plánování a vytváření velkých přehradních nádrží (Janský a kol. 2003). Jedná se o člověkem vytvořené umělé vodní dílo, avšak vznik malých přehrad je v přírodě přirozeným jevem – např. při sesouvání svahů v geologicky nestabilních oblastech. Přehradní stavitelství se začalo rozvíjet vlivem zvyšujících se nároků na dodávky vody pro průmysl, zemědělství a obyvatelstvo. Přehrada má za úkol vytvořit vodní nádrž sloužící k hospodaření s vodou. Účelem vodních nádrží je zásobování pitnou vodou, průmyslovou vodou a závlahovou vodou pro zemědělství, dále protipovodňová ochrana, využívání vodní energie, chov ryb i rekreace. (Němec a kol. 2006)

Vybudováním nádrže je vytvořen nový vodní ekosystém zvyšující biodiverzitu v okolním prostředí. Kromě toho dochází ke zlepšení kvality vody pod vodním dílem (přerušení pohybu naplavenin) a k vyrovnání teplotních rozdílů v řece během roku. Naopak negativní dopad nádrží je spojován se zvýšením vlhkosti v okolí, s přerušením migrace vodních živočichů, se změnou hladiny podzemní vody a v neposlední řadě s přesídlením původních obyvatel. (Němec a kol. 2006)

Dle Českého přehradního výboru (ČPV) se v roce 2006 na území České republiky nacházelo celkem 118 přehrad (dostupné z: Němec a kol. 2006). Podle

Němce a kol. (2006) je v České republice nejstarší velkou přehradou Máchovo jezero u České Lípy, vybudované v roce 1272. Avšak charakteristika tohoto vodního díla není tak jednoznačná. Dle Janského a kol. (2006) se naopak jedná o rybník. Němec a kol. (2006) dále doplňují, že nejvyšší přehrada u nás je na nádrži Dalešice (79 m), na řece Jihlavě. Nejmohutnější a nejdelší těleso přehrady je na nádrži Nechranice na řece Ohři v severních Čechách. Přehrada s největší nádrží a zároveň s nejdelší přehrazenou částí toku je Orlík s celkovým objemem 717 mil. m³ (Němec a kol. 2006). Z hlediska vodní plochy je na území České republiky největší údolní nádrž Lipno (4 870 ha). Byla vybudována v letech 1952–1959 a nachází se na řece Vltavě. Je také označována jako České či Jihočeské moře. (Košutová 2012. Dostupné z: <http://www.nase-voda.cz/prehrady-cr-vodni-nadrz-lipno-aneb-jihoceske-more/>, cit. 2015-03-18)

Od jezer se přehrady většinou liší rychlejším průtokem, což znamená, že přitékající voda je v nich zadržena kratší dobu. Přehrady mají většinou velké povodí – zvláště na větších řekách. Z důvodu kumulace živin z rozsáhlého povodí (především P a do určité míry i N) hrozí u přehrad zatížení znečištěním a také eutrofizace. (Heteša, Kočková 1997)

Chemismus i fyzikálně-chemické parametry nádrží (obecně i ostatních stojatých vod) jsou významně ovlivňovány životními projevy vodních organismů, a to zejména procesem fotosyntézy a respirace. Následkem toho značně kolísá koncentrace oxidu uhličitého a kyslíku ve vodních nádržích. V letním období během slunečných dnů může koncentrace oxidu uhličitého vlivem autotrofních organismů a jejich fotosyntézy klesnout téměř k nule, není tedy analyticky dokazatelná, naopak množství kyslíku v tomto období značně stoupá (v organicky neznečištěné vodě). V zimě a v noci, kdy fotosyntéza ustává, dochází při respiraci vodních živočichů ke zpětné produkci oxidu uhličitého a naopak k poklesu kyslíku. Dalším zdrojem CO₂ a kyslíku je atmosféra. CO₂ se dále uvolňuje při rozkladu organických látek. (Pitter 1999)

Změny koncentrace oxidu uhličitého souvisejí se změnami hodnot pH během dne a noci a během střídání ročních období. Eutrofní nádrže s intenzivní fotosyntetickou asimilací mají v důsledku vyčerpání CO₂ vysoké hodnoty pH. V létě může hodnota pH překročit i 9. Naopak vlivem respirace může hodnota pH klesnout

až k 6 (Heteša, Kočková 1997). U pH dochází k vertikální stratifikaci, kdy v eutrofních vodách v epilimnionu jsou měřeny vysoké hodnoty pH, a naopak u dna, v hypolimnionu, se hodnoty pH udržují kolem 6. (Pitter 1999)

Ještě nižší hodnoty pH jsou způsobeny typem geologického podloží (vyvřelé a metamorfované horniny), vyluhováním huminových kyselin a fulminových kyselin z rašelinišť, kyselými srážkami, antropogenní činností (prach s kyselými solemi, těžba lesů) a rozvojem makro- a mikroflóry. Tato acidifikace nádrží je spojena s vyšší koncentrací toxického hliníku, s nízkými hodnotami pH (i pod 4,5), kyselinovou neutralizační kapacitou (KNK) a velmi malou tlumivou kapacitou. Tyto vody se nedokážou vyrovnat s kyselými srážkami ani s vodou z tání sněhů (přirozeně kyselé). Takováto oblast se vyskytuje např. v Jizerských horách, kde převládá žulové podloží, nebo u Sokolova. (Adámek a kol. 2008)

V souvislosti s problémem acidifikace vod je vhodné se zmínit o rozsáhlém průzkumu, jenž se týkal šumavských jezer. Při dlouhodobém monitoringu ve 30. letech minulého století byly u Černého jezera naměřeny hodnoty pH 6–7 a u Čertova jezera 5–7. Avšak s intenzifikací zemědělské a průmyslové výroby v 50.–80. letech docházelo k okyselování srážek (sířany, dusičnany) a hodnota pH se v jezerech snížila na 4,3–4,9. V těchto desetiletích se zde nevyskytovaly ryby. Vizuálně se acidifikace rozpozná zvýšenou průhledností vody. V 90. letech byly naměřeny hodnoty kolem 5. V této době bylo zaznamenáno postupné biologické zotavování ekosystémů. (Vrba a kol. 1996 v *Silva Gabreta I*. Dostupné z: Pitter 1999)

Koncentrace celkového fosforu je u neznečištěných nádrží přibližně stejná jako v tekoucích vodách (setiny až desetiny mg.l^{-1}), pouze s tím rozdílem, že v hlubokých stojatých vodách může docházet ke stratifikaci sloučenin fosforu. Jeho koncentrace se mění se střídáním ročních období a se změnami vegetace a organismů během roku. Na jedné straně je biomasou vázán, na druhé straně se při jejím rozkladu uvolňuje zpět do vody. Významná je adsorpce na sedimenty. (Pitter 1999)

Příkladem eutrofní nádrže, jejíž kvalita vody je ovlivněna především fosforem, je vodní nádrž Orlický náhon. Nachází se na toku Vltavy a představuje záchytnou nádrž kumulující vodu. Je silně ovlivněna antropogenní činností – absorbuje bodové a plošné zdroje znečištění včetně znečištění pocházejícího z intenzivního

hospodaření na jihočeských rybnících. Se sledováním kvality vody se začalo již v 70. letech minulého století. Do počátku 90. let bylo hlavním problémem bodové znečištění z papírny Větrní na horním toku Vltavy. Po modernizaci čistírny vod v Českém Krumlově (v roce 1992) kleslo zatížení organickými látkami (vyjádřené BSK₅ – pětidenní biochemickou spotřebou kyslíku) z 12 195 t/rok na 18 t/rok. Roku 2009 se monitoring zaměřil na hlavní problém: eutrofizaci. Dlouhodobý trend je takový, že na Orlíku sice přísun P klesá (zásluhou snižování koncentrací na Vltavě a Otavě), přesto je potřeba se ze současných hodnot 11–35 g.m⁻²/rok přiblížit k akceptovatelným hodnotám, tedy k 3–8 g.m⁻²/rok. V posledních letech převládá přísun P z Lužnice. Hodnotu přísunu P z Vltavy převyšuje až 4x. Řešení hospodaření v oblasti Lužnice (bodové zdroje, intenzivní rybníční hospodaření) patří jednoznačně mezi priority. (Liška a kol. 2009)

Zdrojem dusíku jsou především zemědělství (intenzivní hnojení minerálními hnojivy) a atmosférické depozice. Koncentrace dusitanového a amoniakálního dusíku se běžně pohybují v setinách až desetínách mg.l⁻¹. Podobně jako fosfor je pouze amoniakální dusík sorbován na sedimenty a včleňován do biomasy a následně uvolňován jejím rozkladem. Proto může být koncentrace amoniakálního dusíku v hypolimniu v období letní stagnace i v jednotkách mg.l⁻¹. Koncentrace dusičnanů se běžně pohybují v jednotkách mg.l⁻¹. (Pitter 1999)

Výsledky dlouhodobého monitoringu nádrže Slapy v letech 1959–1994 ukázaly, že během těchto 35 let vzrostla koncentrace dusičnanů z hodnot menších než 1 mg.l⁻¹ až na 3,5 mg.l⁻¹. V průběhu dalšího monitoringu v 90. letech byl pozorován pokles těchto hodnot. K tomuto jevu dochází v důsledku omezení hnojení zemědělské půdy a snížení obsahu síranů v atmosférických depozicích. (Kopáček, Hejzlar 1998 v *Silva Gabreta 2*. Dostupné z Pitter 1999)

Organické látky jsou přiváděny do jezer a nádrží přítoky, splachem z okolí, vznikají i rozkladem vodních živočichů a rostlin a jejich metabolickými procesy. Organické znečištění se pohybuje v širokém rozmezí – od čistých horských jezer až po znečištěné nádrže s různým stupněm eutrofizace. (Pitter 1999)

Pitter (1999) v souvislosti s chemismem stojatých vod blíže vysvětluje pojem *vertikální stratifikace (zonálnost)*. Tento jev je charakteristický pro jezera, nádrže a hluboké rybníky. Chemické složení těchto vod se mění nejen během ročního

období, nýbrž i během dne. Při vertikální stratifikaci se vytvářejí vrstvy s různou hodnotou chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů. Těmto změnám podléhají tyto ukazatele: teplota, rozpuštěný kyslík, volný oxid uhličitý, sloučeniny dusíku a fosforu, hodnota pH a KNK (kyselinová neutralizační kapacita), vápník, železo a mangan.

Charakteristickým příkladem stratifikace je teplota. Rozvrstvení je dáno závislostí hustoty vody na teplotě. Stratifikace je vyvolána tzv. *teplotní anomálií vody*, jež způsobuje, že nejvyšší hustotu má voda při teplotě 4 °C. S poklesem i vzrůstem teploty se hustota vody snižuje. V praxi to znamená, že v létě teplota vody směrem od hladiny ke dnu klesá, v zimním období naopak stoupá. Tato skutečnost má zásadní význam pro život ve vodě. (Štěpánek a kol. 1979)

Ve stratifikovaných nádržích lze rozlišit tři vrstvy (nejen u stratifikace teploty) – *epilimnion* (horní vrstva), *metalimnion* (skočná vrstva) a *hypolimnion* (spodní vrstva). Horní vrstva má přibližně stejnou teplotu, pod ní dochází k prudkému a náhlému teplotnímu poklesu (hranicí je skočná vrstva) a dále směrem ke dnu (spodní vrstva) klesá teplota opět pozvolna (teplota u dna bývá kolem 4 °C, i v zimě). Tento jev se nazývá letní stagnace. Na podzim se epilimnion ochlazuje a teplota vody v nádrži se vyrovnává a mísí. Dochází k podzimní cirkulaci. V zimním období nastává zimní stagnace. Voda na povrchu se ochlazuje (menší hustota) a voda, která má 4 °C, klesá ke dnu (největší hustota vody). Na jaře po prohřátí vody v celé nádrži dochází k jarní cirkulaci. (Pitter 1999)

Epilimnion a hypolimnion se liší svými chemickými, fyzikálními a biologickými vlastnostmi, což je patrné při stratifikaci kyslíku. Při letní a zimní stagnaci u vod organicky znečištěných může dojít u dna nádrže až k úplnému vyčerpání kyslíku (spotřebovávání při rozkladu organických látek). Naopak v epilimniu může dojít v důsledku zvýšené fotosyntézy k přesycení kyslíkem. S fotosyntetickou činností souvisejí i změny chemismu během dne. V noci fotosyntéza ustává a koncentrace kyslíku se zmenšuje. (Adámek a kol. 1995)

Oxid uhličitý je naopak v noci při disimilaci (respiraci) do vody uvolňován. Zvyšování koncentrace oxidu uhličitého vede k poklesu hodnot pH, snižování koncentrace zase k nárůstu pH. Dalším zdrojem oxidu uhličitého je rozklad organických látek nahromaděných na dně nádrží. (Pitter 1999)

Pitter (1999) dodává, že vertikální stratifikaci podléhají i sloučeniny fosforu. Obvykle jsou největší koncentrace v hypolimniu, kde dochází k rozkladu biomasy a uvolňování fosforu ze sedimentů. Během podzimní a jarní cirkulace se rozdíly většinou vyrovnají.

Další důležitá vertikální stratifikace je patrná u sloučenin dusíku. V epilimniu převládají biochemické procesy jako je nitrifikace a inkorporace dusíku do biomasy. Proto zde najdeme vyšší koncentrace dusičnanů. Naopak v hypolimniu dochází k denitrifikaci a uvolňování sloučenin dusíku při rozkladu biomasy, což se projeví vyšší koncentrací amoniakálního dusíku. (Pitter 1999)

Jak doplňuje Pitter (1999), stratifikace probíhá i u organických látek. Rozlišujeme vrstvu *trofogenní* (horní) – biomasa řas – a vrstvu *trofolytickou* (spodní) – rozklad nahromaděné biomasy. Pokud nedojde k rozvoji autotrofních organismů ve svrchních vrstvách, je větší podíl organických látek u dna nádrže.

Termínem *čistá vrstva* označujeme vrstvu vody těsně pod skočnou vrstvou. V metalimniu probíhají procesy, které brání sedimentaci odumřelé biomasy. Tím dochází ve skočné vrstvě ke zvýšení koncentrace organické hmoty a odčerpávání kyslíku. Proto je pro odběr vody pro vodárenské účely optimální čistá vrstva. (Pitter 1999)

2.2.2.2 Chemismus rybníčních vod

Rybníky jsou na území České republiky nejčastěji se vyskytujícím typem stojatých vod. Jejich chemismus je určen nejen přírodními faktory, ale i způsobem obhospodařování okolí a především samotného rybníka (hnojení, vápnění, krmení atd.). (Košinek a kol. 1987) Jakost vody pro rybářství je specifická z hlediska posuzování jejího přímého vlivu na ryby i z hlediska vývoje potravy pro ryby. Optimální teplota pro kaprovité ryby se pohybuje v rozmezí 18–28 °C. Nebezpečné je extrémní kolísání teplot (rozdíl větší než 12 °C). (Pitter 1999)

Jednou z hlavních podmínek pro život ryb je dostatečná koncentrace rozpuštěného kyslíku, který ryby potřebují k dýchání. V rybnících dochází k vertikální stratifikaci kyslíku, přestože malá hloubka rybníku neumožňuje vznik stabilního rozvrstvení. Ke změnám koncentrace kyslíku dochází také během dne a ročních období. U dna mohou být hodnoty nízké v důsledku rozkladu biomasy,

naopak ve svrchní vrstvě – díky fotosyntetické asimilaci – mohou být koncentrace kyslíku podstatně vyšší (i přes 100% nasycení). S činností autotrofních organismů je spojena změna koncentrace kyslíku během dne a noci a v průběhu celého roku (v létě nejvyšší koncentrace). Obecně se stoupající teplotou a s rostoucí hloubkou klesá koncentrace kyslíku. V letním období jsou nároky kaprovitých na koncentraci rozpuštěného kyslíku obvykle $4,5 \text{ mg.l}^{-1}$ (pod 2 mg.l^{-1} dochází k dušení) a v zimě, kdy je činnost metabolismu utlumena, postačuje hodnota $0,6 \text{ mg.l}^{-1}$. Nároky lososovitých jsou podstatně vyšší – 8 mg.l^{-1} . (Heteša, Kočková 1997)

Optimální hodnota pH se pohybuje v rozmezí 6,5–8,5. Kaprovité ryby jsou více citlivé na kyselé prostředí (u lososovitých je tomu naopak). Hodnota pH je ovlivněna uhličitánovou rovnováhou. Při nedostatku nebo nadbytku volného oxidu uhličitého může docházet k poruchám acidobazické rovnováhy v krvi ryb (alkalóza, acidóza). Vhodná koncentrace oxidu uhličitého se pohybuje v rozmezí $1\text{--}20 \text{ mg.l}^{-1}$ (Pitter 1999). I zde dochází k vertikální stratifikaci oxidu uhličitého, ke změnám koncentrace během dne a ročních období. Změna koncentrace oxidu uhličitého je téměř zrcadlovým odrazem změny koncentrace kyslíku a opět souvisí s životními pochody vodních organismů – s fotosyntézou, respirací a rozkladem odumřelé biomasy. (Čítek a kol. 1998)

Z dusíkatých sloučenin působí na ryby velmi toxicky nedisociovaná molekula NH_3 . Intoxikace ryb amoniakálním dusíkem se projevuje negativním účinkem na nervový systém. Nejvyšší přípustná koncentrace je $0,05 \text{ mg.l}^{-1}$. Toxicky působí na ryby také dusitany. Nedisociovaná molekula HNO_2 se váže v krvi na hemoglobin za vzniku methemoglobinu a brání přenosu kyslíku krví. Výskyt těchto toxických sloučenin dusíku závisí nejspíše na hodnotě pH. Amoniakální dusík převažuje v zásaditém prostředí a dusitany v kyselém prostředí. (Pitter 1999)

Podle Pittra (1999) se pro kaprovité ryby udávají nejvyšší přípustné koncentrace dusičnanů k 80 mg.l^{-1} . Dle nitrátové směrnice (91/676/EHS) je maximální přípustná koncentrace dusičnanů stanovena na 50 mg.l^{-1} . Vody s touto hodnotou se již označují jako znečištěné a ohrožené (Klír, Kozlovská 2003). Pechar a Radová (1996) upozorňují, že ve 2. polovině 20. století došlo v důsledku intenzifikace zemědělství (hnojení zemědělských pozemků) k velkému

nárůstu koncentrací dusičnanů a sloučenin fosforu. Tento jev má za následek nadměrnou eutrofizaci rybníků se všemi nežádoucími jevy, které ji provází.

Fosforečnany se ve vodách rybníků vyskytují přirozeně v malém množství. Jejich koncentrace se zvyšuje pouze na jaře a bezprostředně po hnojení okolních pozemků. Fosfor má tendenci vázat se do sedimentů a do buněk vodních rostlin, proto řadě našich rybníků postačují rezervy z předchozích let. Koncentrace celkového fosforu v oligotrofních vodách může být i pod $10 \mu\text{g.l}^{-1}$, ale v eutrofních vodách překročí koncentrace i $100 \mu\text{g.l}^{-1}$. Fosfor je považován za klíčový limitující faktor eutrofizace. (Pitter 1999)

Velmi přísně je sledována a limitována koncentrace kovů ve vodách pro chov ryb. Kovy mají tendenci se v rybím mase, v jiných organismech i sedimentech kumulovat, proto představují potenciální ohrožení pro obyvatelstvo. Kadmium se dříve používalo jako antikorozi ochrana povrchu jiného kovu. Dnes se vyskytuje v minerálních hnojivech, kde je jeho obsah regulován zák. č. 156/1998 Sb., o hnojivech a vyhláškou 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva. Toxicky působí především jednoduché iontové formy, které nejsou komplexně vázané. Zajímavým kovem je zinek, jenž je toxický pro vodní organismy – v rybářských vodách pro něj platí přísnější limity než pro vodu pitnou. Velkou neznámou jsou synergické účinky kovů, které ztěžují určení mezní koncentrace ve vodách. (Pitter 1999)

Souhrn doporučených požadavků na jakost vod pro chov kaprovitých ryb dle *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* (dostupné z: www.eagri.cz, cit. 2015-03-21) je následující:

Tab. č. 1: Požadavky na jakost vod pro chov kaprovitých ryb

Teplota	Rozpuš. kyslík	Hodnota pH	BSK ₅	Dusitany
< 28 °C	> 5 mg.l ⁻¹	6–9	< 6 mg.l ⁻¹	< 0,9 mg.l ⁻¹
Nedisociovaný amoniak (NH ₃)	Celkový amoniakální dusík	Aktivní chlór	Celkový zinek	Rozpuštěná měď
< 0,025 mg.l ⁻¹	< 1 mg.l ⁻¹	< 0,005 mg.l ⁻¹	< 1 mg.l ⁻¹	< 0,04 mg.l ⁻¹

Z organických látek můžeme jmenovat fenoly, které působí jako nervové jedy, dále tenzidy, uhlovodíky a nesmíme zapomenout na velmi toxické pesticidy ovlivňující vývojová stadia ryb a zhoršující kvalitu rybího masa. (Pitter 1999)

2.3 RYBNÍKÁŘSTVÍ V ČR

2.3.1 VÝVOJ ČESKÉHO RYBNÍKÁŘSTVÍ

Rybníkářství má na českém území velmi dlouhou tradici. „Tak jako se Finsko označuje za zemi jezer, slušelo by naší republice označení země rybníků.“ (Němec a kol. 2006: s. 110)

Z dostupných pramenů lze zjistit, že vodní nádrže původně sloužily k uchování ryb ulovených na řekách a k zadržování vody. Takovéto rybníky se dříve nazývaly *stavy* (Čítek a kol. 1998). S dnešní podobou rybníků a jejich hospodářským využitím (cílený chov ryb) se na našem území setkáváme přibližně od 12. století. (Němec a kol. 2006)

Podle Kubů a kol. (1996) se patrně nejstarší zmínka o rybnících nachází v tzv. *Zakládací listině Kladrubského kláštera* (1115). Právě klášterní řády měly velký význam při zakládání prvních chovných rybníků, jelikož ryba byla chápána jako postní jídlo (Kubů a kol. 1996). Čítek a kol. (1998) doplňují, že další dochované písemné zprávy lze nalézt v *Kosmově kronice* (1119–1125) a v listině z roku 1227, kde Přemysl Otakar I. povoluje výstavbu rybníků na našem území.

Hule (2012) dodává, že patrně jedním z nejstarších velkých rybníků je Velký Ratmírovský na Jindřichohradecku (zmínka o něm v drážďanském archivu z roku 1255) a rybník Jordán v Táboře.

Za vlády Jana Lucemburského (1310–1346) se zřizovaly také rybníky uprostřed návší. Nazývaly se návesníčky a byly součástí intravilánů středověkých obcí. Plnily rozmanité funkce – byly zdrojem pitné vody, užitkové vody, sloužily k chovu ryb i jako protipožární nádrž (Čítek a kol. 1998). I nástupce Jana Lucemburského, Karel IV., spatřoval v rybníkářství budoucnost, což potvrzuje jeho nařízení z roku 1356, v němž přikazuje stavům a městům „rybníky pilně stavěti“. (Němec a kol. 2006)

Ve 14. století se ještě netvořily rozsáhlé rybníční soustavy, jednalo se spíše o jednotlivé rozsáhlé rybníky. Avšak některé z nich slouží dodnes, např. rybník Dvořiště v jižních Čechách nebo Máchovo jezero (dříve Velký rybník pod Bezdězem nebo také Dokský rybník). Odhaduje se, že na konci 14. století byla výměra rybníků na našem území cca 75 tis. ha. Už v této době byl nejvýznamnější chovanou rybou kapr. (Čítek a kol. 1998)

Hule (2012) se zmiňuje o hodnotě většího rybníku v tomto století – byla odhadnuta na přibližně 6 tis. kop grošů českých. Zajímavé je, že za tuto cenu se daly zakoupit 2–3 vesnice se všemi rentami.

Na začátku 15. století byl rozvoj rybníkářství kvůli husitským válkám utlumen. Avšak během 2. poloviny 15. století a v průběhu 16. století se rybníkářství stává samostatným oborem. Vzniká rybářský cech a ustanovují se správci rybníčních území. (Čítek a kol. 1998)

V 16. století se začalo rozvíjet také rybníkářství na území jižních Čech. Budovaly se nové rybníky, dokonce se opravovaly a obnovovaly i rybníky dříve zrušené (Čítek a kol. 1998). S tímto obdobím jsou spjata nejznámější jména osobností českého rybníkářství. Jedná se především o Štěpánka Netolického, Jakuba Krčina z Jelčan a Sedlčan a Mikuláše Rutarda z Malešova. Všichni byli věhlasnými staviteli rybníků. (Němec a kol. 2006)

Méně známou osobností je Jan Skála z Doubravky a Hradiště (řečený Dubravius). Jeho povinností bylo zvelebit olomoucké biskupské a soukromé statky. Toto pověření v něm vzbudilo zájem o problematiku chovu ryb. Napsal knihu s názvem *O rybnících a rybách* (1547), v níž zmiňuje například způsob vytírání ryb v třecích rybníčcích, který se uplatňuje dodnes. (Hule 2012)

Němec a kol. (2006) uvádí, že na konci 16. století byla výměra českých rybníků 180 tis. ha a jejich věhlas sahal i za hranice českého území. V této době dosahovala výroba tržních ryb 220 kg na 1 ha.

Štěpánek Netolický vypracoval roku 1506 návrh rybníční soustavy v Třeboňské pánvi, jejíž vodní tepnou se stala Zlatá stoka (dlouhá cca 46 km) ústící z řeky Lužnice nedaleko obce Majdalena (Kubů a kol. 1996). Čítek a kol. (1998) dodávají, že jejím úkolem je odvodnění oblasti mezi Chlumem u Třeboně a Veselím

nad Lužnicí a dále napájení velkých rybníků (Svět, Kaňov, Opatovický, Záblatký, Bošilecký, Horusický).

Další významnou osobností byl Jakub Krčín z Jelčan a Sedlčan. Nejdříve působil v klášteře v Borovanech, poté byl přijat do služeb Rožmberků a roku 1573 byl jmenován správcem jejich panství (Němec a kol. 2006). Byl velmi nadaný a úspěšně navázal na velkolepé dílo Štěpánka Netolického (Čítek a kol. 1998). Němec a kol. (2006) připomínají jeho největší díla, vybudování velkého rybníka nazývaného Nevděk (dnešní Svět) a umělého kanálu (Nová řeka), který zásobuje Krčínem vybudovaný rybník Rožmberk (zřízený v letech 1584–1590). Čítek a kol. (1998) dodávají, že založil také nové rybníky na Netolicku a Krumlovsku.

Ve stínu těchto dvou stavitelů rybníků stál, neprávem, Mikuláš Rutard z Malešova. Tento vynikající rybníkář přispěl k hospodářskému rozkvětu v okolí Chlumu u Třeboně, kde vybudoval rozsáhlou rybníční soustavu, a tím odvodnil území v okolí města. Mezi jeho nejznámější díla patří Staňkovský rybník a Hejtman. (Němec a kol. 2006)

Skutečně velký úpadek, který s sebou přinesla třicetiletá válka, nastal v 17. století. Některé rybníky zpustly a mnohé docela zanikly. K dalšímu úpadku došlo koncem 18. a začátkem 19. století, kdy naše území postihlo radikální rušení vodních ploch z důvodu hospodářských tlaků (Němec a kol. 2006). S rozvojem průmyslové a zemědělské výroby byly zavedeny nové způsoby využívání půdy, nové plodiny či střídavý osevní postup. Nejvíce se rybníky rušily v úrodných oblastech jako je Polabí a jižní Morava. Jihočeské rybníky byly zasaženy nejméně, jelikož se nacházejí na málo úrodných a zamokřených půdách (Čítek a kol. 1998). Podle Němce a kol. (2006) způsobily tyto události pokles výměry rybníků až na cca 35 tis. ha (v roce 1840).

Ke znovuoobnovení rybářské tradice přispěli třeboňští rybníkáři Václav Horák (1819–1900) a Josef Šusta (1835–1914). Pochopili význam meliorací, zavedli hnojení rybníků a příkrmování ryb. Tím zkrátili dobu výroby tržní ryby, zvýšili její hmotnost a zdvojnásobili produkci ryb. Rozšířili chov vedlejších ryb (zejména dravých) a zařadili rybníkářství mezi živočišnou výrobu. (Čítek a kol. 1998)

V letech 1914–1918 byl rozvoj rybníkářství poznamenán válečnými událostmi. Po tomto období zůstala až třetina rybníků bez rybí obsádky a musela projít náročnými technickými úpravami a meliorací. (Čítek a kol. 1998)

Čítek a kol. (1998) připomínají, že po těchto letech se začalo rybníkářství poměrně rozvíjet. Roku 1920 byla Ministerstvem zemědělství založena rybářská škola ve Vodňanech a vznikl Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický v Praze (v roce 1953 byl přemístěn do Vodňan). Dále vzniklo Střední odborné učiliště (obor Rybář) v Třeboni, vysokoškolské odborníky v té době připravovala Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně či Agronomická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Tento rozvoj ovšem záhy ukončila světová krize a následně druhá světová válka. Po jejím skončení byly rybníky převedeny do rukou státu. Stát „zdedil“ přibližně 22 tis. rybníků s celkovou výměrou 40 800 ha (Hule 2012). Jejich správu zajišťoval podnik Státní lesy a statky. Od 50. let 20. století, kdy docházelo k rozmachu průmyslu a s ním spojené intenzifikaci zemědělství, byla zaznamenána snaha o zvýšení produkce ryb a také o zvětšení rybníčních ploch. Začalo se rovněž s chovem kachen na rybnících. (Kubů a kol. 1996)

Po roce 1990 bylo mnoho rybníků v rámci restitucí vráceno původním majitelům a vznikaly nové rybářské společnosti. Podnikatelé v oboru rybníkářství v roce 1991 založili organizaci Rybářské sdružení České republiky se sídlem v Českých Budějovicích. Toto sdružení podporuje aktivity v rybníkářství, poskytuje poradenský servis a realizuje vzdělávací programy. (Šilhavý 2012)

Přestože největší rozmach má české rybníkářství již za sebou (Němec a kol. 2006), na území České republiky se v roce 2005 nacházelo přibližně 25 tis. rybníků a malých vodních nádrží o celkové ploše kolem 52 tis. ha (*Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2005*, vyd. 2006). Ze zprávy Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí vydané roku 2014 (dostupné z: www.eagri.cz, cit. 2015-04-03) se lze dozvědět, že v roce 2013 se u nás nacházelo přibližně 24 tis. rybníků a malých nádrží s celkovou plochou jen 41 tis. ha. Podle Němce a kol. (2006) jsou dnes rybníky na území České republiky rozmístěny nerovnoměrně. Většina rybníků je soustředěna do 24 hlavních rybníčních soustav.

Mezi hlavní soustavy patří například Třeboň, Jindřichův Hradec, Hluboká nad Vltavou, Nové Hrady, Blatná atd. (Němec a kol. 2006)

Podle zprávy Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí, vydané v roce 2014, se v posledních zhruba dvaceti letech v České republice ročně vyprodukuje kolem 20 tis. tun tržních ryb (cca 385 kg/ha). Přibližně polovina produkce má odbyt v zahraničí. Kapr obecný nadále zůstává nejfrekventovanější chovanou rybou. Dalšími rybami, s nimiž se lze v našem rybničním hospodaření setkat, jsou tolstolobik, amur bílý, sumec a další.

2.3.2 ZMĚNY CHEMISMU RYBNIČNÍCH VOD OD POČÁTKU 20. STOLETÍ

Rybniční biotopy v naší krajině nebyly po staletí činností člověka příliš ovlivňovány. V jižních Čechách (na Blatensku a na Třeboňsku) by ještě na přelomu 19. a 20. století většina rybníků patřila k oligotrofním, nejvýše k mezotrofním nádržím. (Pechar, Radová 1996)

Šusta (1995) se ve svých spisech zmiňuje o příčinách přirozené oligotrofie – podloží krystalinika Českého masivu je tvořeno žulami a jílovito-písčitymi sedimenty chudšími na živiny. S pomocí dnešních znalostí můžeme odhadovat, že celková mineralizace těchto vod byla velmi nízká, rybníky patřily k přechodnému hydrogenuhličitano-síranovému typu vod s podílem vápenatých a sodných kationtů, nepatrné byly také koncentrace dusíku a fosforu, hodnoty pH se pohybovaly kolem 6. (Pechar, Radová 1996)

Šusta (1995) si všiml, že vyčerpání živin má za následek snížení produkce ryb v rybnících. Proto na konci 19. století započal s prvními pokusy, jimiž záměrně zvyšoval trofii vod pomocí cíleného přidávání statkových hnojiv do rybničních vod. Vypozoroval následný rozvoj vodních organismů. Již v této době najdeme údaje o masovém rozvoji sinic v letním období. (Šusta 1995)

Tato kapitola se bude zabývat dlouhodobými změnami, jež proběhly v chemismu rybničních vod (konkrétně u blatenských a třeboňských rybníků).

Zvyšování úživnosti rybničních vod (vápnění, hnojení, příkrmování ryb) vedlo na začátku 20. století k mírnému zvýšení produkce ryb (cca 50–100 kg/ha). (Jírovec, Jírovcová 1938. Dostupné z: Janda a kol. 1996: s. 59) Ve 30. letech

20. století byly koncentrace dusíku (dusičnanů) stále velmi nízké (okolo $100 \mu\text{g.l}^{-1}$), avšak množství fosforu dosahovalo desítek $\mu\text{g.l}^{-1}$. Postupně se zvyšovala hodnota pH, vyšší nabídka živin (zejména hydrogenuhličitanů a fosforečnanů) umožnila rozvoj fytoplanktonu, docházelo k vegetačnímu zákalu (průhlednost cca 1 m), v letním období k intenzivnímu rozvoji sinic a na rybnících se v této době pravidelně objevuje tzv. vodní květ. (Nováček 1935. Dostupné z: Janda a kol. 1996: s. 59)

Trend intenzifikace hospodaření se plně projevil v 50. letech minulého století. Celková mineralizace dosahovala 172 mg.l^{-1} , hodnota pH se zvýšila nad 7 důsledkem posunu hydrochemického typu k hydrogenuhličitanovému typu s převahou vápenatých a hořečnatých kationtů. Intenzivní a neuvážená aplikace minerálních hnojiv (především superfosfátu a ledku) měla za následek značné zvýšení koncentrací fosforu a dusíku (Pechar, Radová 1996). Pechar a Radová (1996) dále uvádějí, že zvýšené množství fosforu a dusíku souvisí také s poměrně nízkými obsádkami ryb v těchto letech.

V záznamech Fotta (1967) a Marvana a kol. (1978), dostupných v publikaci Jandy a kol. (1996), se dozvídáme, že v 50. a 60. letech se intenzita obhospodařování rybníků značně lišila. Některé rybníky v této době lze označit jako stále oligotrofní (malá obsádka ryb, hodnoty pH v rozmezí 6–7, množství organického dusíku do 1 mg.l^{-1} , průhlednost až 3 m), ale většina rybníků již byla intenzivně obhospodařována – tyto rybníky můžeme označit za eutrofní (vyšší obsádka ryb, vegetační zákal, průhlednost pod 1 m, vodní květ, hodnoty pH nad 7).

Od 70. let docházelo již k pravidelnému sezónnímu rozvoji fytoplanktonu, jenž negativně ovlivňoval kvalitu vody (Pechar, Radová 1996). Tyto změny fytoplanktonu souvisejí s rozvojem sinic a řas, vodním květem, vegetačním zákalem, poklesem průhlednosti, zvýšením hodnot pH překračujících i 9 (především zjara a ve dne) a s kolísáním koncentrací rozpuštěného kyslíku. Avšak kyslíkové deficity, které by vedly k úhynu ryb, byly zaznamenány jen ojediněle (Pechar, Radová 1996). Sezónní změny v množství fytoplanktonu vedly samozřejmě také ke změnám druhového složení vodní vegetace a vodních organismů. Důkazem tohoto trendu může být rybník Velký Pálenec (blatenská oblast). V prvním roce cyklu (minimální predační tlak ryb na zooplankton, intenzivní predační tlak zooplanktonu udržuje množství fytoplanktonu na nízkých hodnotách) tento rybník pravidelně zarůstal

rdestem (*Potamogeton crispus*) až do hloubky 2 metrů. Avšak v druhém roce cyklu (vyšší predační tlak ryb na zooplankton, rozvoj fytoplanktonu a vegetačního zákalu, nízká průhlednost) makrovegetace ustoupila do mělčin. (Pecharová 1984. Dostupné z: Janda a kol. 1996: s. 62)

Hospodářské úspěchy v 50. a 60. letech vedly k ještě intenzivnějšímu přikrmování ryb, hnojení (zejména statkovými hnojivy) a ke zvyšování obsádek ryb – maxima bylo dosaženo v 80. letech (Pechar, Radová 1996).

Jedno z nejrozsáhlejších sledování chemismu rybníčních vod na území České republiky proběhlo v letech 1990–1995, konkrétně u třeboňských rybníků. Na tomto projektu se podílel Botanický ústav AV ČR, Rybářství Třeboň, Správa CHKO a BR Třeboňsko, Zemědělská fakulta JČU v Českých Budějovicích a Výzkumný ústav hydrobiologický a rybářský ve Vodňanech. (Pechar, Radová 1996)

Na vybraných rybníčních lokalitách byla měřena teplota vody a průhlednost. V laboratoři se analyzovaly následující parametry: pH, vodivost, alkalita, celkový dusík (TN) a fosfor (TP), amoniakální dusík, dusičnany, fosforečnany, rozpuštěný organický dusík (DON) a fosfor (DOP). Dále byly stanoveny koncentrace hlavních iontů: hydrogenuhličitanů, síranů, chloridů, sodíku, draslíku, hořčíku a vápníku. (Pechar, Radová 1996)

Pechar a Radová (1996) upozorňují, že v průběhu sezóny byla zjištěna změna od hydrogenuhličitano-síranového přechodného typu vod k pravému hydrogenuhličitanovému. Pro srovnání posloužily výsledky měření pana Dejgara z let 1954–1963. Oproti těmto letem je patrné celkové zvýšení množství všech hlavních iontů. Koncentrace se ztrojnásobily u síranů a chloridů, zdvojnásobily u sodíku, draslíku, hořčíku, o 30 % vzrostla koncentrace hydrogenuhličitanů a o 15 % koncentrace vápníku.

Nejvyšší koncentrace rozpuštěných iontů se logicky nacházely v rybnících, jež bezprostředně sousedily se zemědělsky obhospodařovanou půdou (Břilická, Třeboňská a Lomnická soustava rybníků). Naproti tomu nižší koncentrace rozpuštěných minerálních látek byly stanoveny v rybnících, které nejsou v bezprostřední blízkosti zemědělské půdy (soustavy rybníků Chlum-Lutová, Vitmanov, Klec-Naděje). (Pechar, Radová 1996)

Podle zjištěných výsledků v těchto letech (Janda a kol. 1996) vykazovaly změny koncentrací dusíku a fosforu sezónní pravidelnost. V létě je koncentrace dusičnanů nejnižší (z důvodu rychlého odčerpání fytoplanktonem a vodními rostlinami a vlivem denitrifikace při rozkladu organických látek), zjara je koncentrace dusičnanů naopak nejvyšší (kvůli zvýšenému přítoku vod z okolí). Koncentrace fosforečnanů a amoniakálního dusíku ve vodě byly oproti dusičnanům na začátku sezóny (zjara) nejnižší z důvodu intenzivní fotosyntetické aktivity vodních organismů, které tyto sloučeniny vážou do své biomasy.

Dlouhodobý vliv hnojení rybníků je však patrný ve zvyšování koncentrací těchto prvků. Koncentrace celkového fosforu se od 50. let zdvojnásobila. U koncentrace dusíku není tento trend patrný z důvodu denitrifikačních procesů a následného vyvětrání ve formě plynného amoniaku. (Pechar, Radová 1996)

V současné době vykazuje většina rybníků velkou trofickou zátěž (jsou eutrofního typu). Tyto výrazné změny nastaly v důsledku rozvoje průmyslové výroby (znečištění povodí odpadními vodami), intenzifikace zemědělského hospodaření (splachy zemědělské půdy, pěstování monokultur, rušení krajinných prvků, scelování zemědělské půdy) a intenzivního obhospodařování rybníků (hnojení, krmení ryb, vápnění). Je důležité tyto dlouhodobé procesy dokumentovat, pochopit je a zavést ochranná opatření. (Pechar, Radová 1996)

O Třeboňské rybníční soustavě existuje nespočet publikací a podrobných hydrochemických výzkumů. Dá se říci, že je to nejdůkladněji prozkoumaná lokalita u nás. V metodické části práce bude však pozornost zaměřena na chemismus méně známých rybníků v Blatensko-Lnářské rybníční oblasti.

2.3.3 PROBLÉM ZNEČIŠTĚNÍ RYBNÍČNÍCH VOD V SOUČASNOSTI

Největším problémem současnosti je zanesení rybníků sedimenty a jejich eutrofizace. Původ těchto problémů musíme hledat již v 50. letech 20. století, kdy byla učiněna rozhodnutí, která následně způsobila závažné změny rybníčních ekosystémů. Docházelo ke scelování zemědělských ploch, splachům z okolí do rybníků, intenzivnímu hnojení zemědělské půdy i rybníčních soustav za účelem vyšší produkce ryb. Toto vše vedlo k rychlému zanášení a zazemňování rybníků, ke změně rybníčních společenstev v druhovém složení vodních rostlin a živočichů a v konečném důsledku i k úhynu ryb. (Němec a kol. 2006)

Z hlediska trofie (úživnosti) vod je důležitá přítomnost tzv. makrobiogenních prvků (živin), zejména dusíku a fosforu. Tyto látky jsou nezbytné pro růst vodních organismů. Termín *trofie* použil porvé hydrobiolog Naumann, který rozdělil vody dle úživnosti do tří skupin – *oligotrofní* (chudé na živiny), *mezotrofní* a *eutrofní* (bohaté na živiny). (Heteša, Kočková 1997)

Živiny se ve vodách vyskytují v důsledku jak přírodních jevů, tak i antropogenní činnosti. Kdyby se v České republice vyskytovaly stojaté vody ovlivněné pouze přírodními pochody, zařadili bychom je mezi oligotrofní až mezotrofní vody. Avšak takovéto rybníční vody se u nás nevyskytují. (Randák a kol. 2013)

Podle původu rozlišujeme tedy *přirozené (autochtonní) znečištění vod* – eroze břehu, zakalení po silném dešti, okyselení výplachem z rašelinišť a tajícího sněhu, životní pochody rostlin (opad listí) a živočichů (exkrementy), rozkladné procesy odumřelých těl – a *antropogenní (alochtonní, nepůvodní) znečištění vod* – odpadní vody z domácností a průmyslu, zemědělská výroba a hospodaření na samotných rybnících. (Velíšek a kol. 2014)

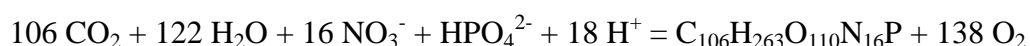
Velíšek a kol. (2014) dodávají, že podle způsobu vnikání do povrchových vod rozlišujeme tři druhy zdrojů znečištění: *bodové znečištění* (zdrojem znečištění je útvar, u kterého je možné sledovat kvantitu a kvalitu vypouštěných složek, např. odpadní vody z čistíren, přímé vyústění městské, průmyslové a dešťové kanalizace do toků a pevný odpad ze skládek; *plošné znečištění* (splachy z okolní půdy, atmosférické znečištění); *difuzní bodové znečištění* (zemědělství – únik silážních šťáv, živočišná výroba).

S neustálým přísunem minerálních živin (především sloučenin fosforu a dusíku) souvisí změna nádrží z oligotrofních na mezotrofní až na eutrofní. Tento proces se nazývá *eutrofizace*. Je typickým jevem ve stojatých vodách, a to především u rybníčních ekosystémů. Rozlišujeme *přirozenou eutrofizaci* a *antropogenní (indukovanou) eutrofizaci*.

Eutrofizace se projevuje masovým rozvojem sinic a řas a zabarvením celého sloupce vody – jedná se o tzv. vegetační zákal (zelený, zelenomodrý). Nahromadění sinic a řas u hladiny se označuje jako vodní květ. Přemnožení sinic je primárně

nebezpečné z důvodu jimi produkováných toxinů (cyanotoxiny), které jsou příčinou onemocnění jater, dermatitid, alergických respiračních onemocnění nebo poruch trávicího traktu. Další nebezpečí spočívá v sekundárním znečištění organickými látkami z rozkládající se biomasy řas a sinic, přičemž dochází k tvorbě toxických organických látek, ke zhoršení sensorických vlastností vody (pach) a v neposlední řadě k zanášení rybníků a úbytku koncentrací rozpuštěného kyslíku. (Pitter 1999)

Produkce vodní biomasy je vyjádřena následující rovnicí fotosyntetické asimilace (Pitter 1999: s. 404):



Důležité je, aby byl splněn stechiometrický poměr C:N:P = 106:16:1. Pokud kterýkoli z těchto prvků klesne pod požadovanou hodnotu, stává se limitujícím prvkem produkce biomasy. Nejvýznamnější je poměr celkového N:P. Je-li ve vodě N:P > 16, je limitujícím prvkem růstu biomasy fosfor, je-li tomu naopak (N:P < 16), je růst biomasy limitován dusíkem. Vzhledem k tomu, že ve většině rybníků a nádrží v České republice je poměr N:P výrazně větší než 16, je fosfor považován za klíčový faktor podmiňující eutrofizaci vod u nás. (Opeltová a kol. 2012)

Podle množství fosforečnanového fosforu (PO₄-P) můžeme vody rozdělit dle jejich stupně trofie na (Pitter 1999: s. 411):

- *ultraoligotrofní* (< 4 µg.l⁻¹)
- *oligotrofní* (4–10 µg.l⁻¹)
- *mezotrofní* (10–35 µg.l⁻¹)
- *eutrofní* (35–100 µg.l⁻¹)
- *hypertrofní* (> 100 µg.l⁻¹)

Adámek a kol. (2008) upozorňují, že pojem *hypertrofní vody* je poměrně novou záležitostí. V současné době se takto označují rybníky a nádrže, které jsou ještě více bohaté na živiny než eutrofní – jsou „eutrofnější“.

Současné rybníční hospodaření klade důraz na dostatečné zásobování vody živinami – již od 50. let 20. století byly vody záměrně eutrofizovány (Janda a kol. 1996). Mezi intenzifikační opatření patří meliorace, vápnění a zejména hnojení rybníků. Prostřednictvím hnojení se nepřímo dosahuje rychlejšího přírůstku ryb,

zvyšují se rybí obsádky a snižují se náklady na chov ryb (Čítek a kol. 1998). Přirozená produkce rybníků je podporována hnojením z důvodu tržní stability. (Janda a kol. 1996)

Živiny jsou prvotně zabudovány do biomasy vodních rostlin a fytoplanktonu. Ovlivňují rozvoj zooplanktonu, který se živí právě fytoplanktonem. Potravní řetězec v rybníčním prostředí je zakončen rybami. (Čítek a kol. 1998)

Hnojiva rozdělujeme na *statková (organická)* a *průmyslová (minerální)*. (Hartman 2012) Organická hnojiva obsahují hlavní živiny (N a P) v nízkých koncentracích a musejí být pomocí činnosti bakterií převedena na anorganické formy využitelné pro vodní organismy. Kromě živin zajišťují tato hnojiva tvorbu bahna s vysokou sorpční schopností, dále potravu a produkci oxidu uhličitého. Hrozbou je deficit rozpuštěného kyslíku, který vede ke snížení produkci ryb. (Čítek a kol. 1998)

Dle Čítka a kol. (1998) jsou nejpoužívanějšími organickými hnojivy chlévská mrva, kejda, komposty, zelené hnojení a kaprokachní způsob hospodaření. Aplikace těchto hnojiv je doporučena od začátku ledna do konce června. Výjimku tvoří hnojení kejdou, které je povoleno od března.

Organická hnojiva neaplikujeme při průhlednosti vody nižší než 40 cm, při velkém rozvoji zooplanktonu a makrofyt, u rybníků začleněných do zvláště chráněného území a v případě trvalé průtočnosti (Hartman 2012). Čítek a kol. (1998) doplňují, že při optimální koncentraci biogenních prvků (0,2 až 0,3 mg.l⁻¹ anorganického fosforu a 0,5 až 2 mg.l⁻¹ anorganického dusíku) se aplikace organických hnojiv také vylučuje.

Minerální hnojiva naopak obsahují vysoké koncentrace přesně stanovených hlavních živin. Formy těchto živin jsou přímo využitelné rostlinami. Přednostně se tato hnojiva používají na rybnících určených pro rekreaci – z estetických a sensorických důvodů. Rozdělují se na dusíkatá, fosforečná, vápenatá, ojediněle se používají i draselná hnojiva. (Čítek a kol. 1998)

Vápník v minerálních hnojivech je důležitou živinou podílející se na stavbě vodních organismů. Je významný svou pufrací a dezinfekční schopností – vyrovnává hodnotu pH a ničí choroboplodné zárodky (Čítek a kol. 1998). Dle Hartmana (2012) se v sedimentech obvykle nacházejí dostatečné zásoby vápníku.

Čítek a kol. (1998) doporučují kvůli nedostatku živin vápnit pouze rybníky s písčitým dnem a s nedostatkem organických živin. Na ostatních rybnících se vápnění využívá spíše kvůli dezinfekčním účinkům a k úpravě pH. Vápenatá hnojiva jsou aplikována ve formě mletého vápence (CaCO_3) v období od začátku října do konce března. (Čítek a kol. 1998)

Fosfor se aplikuje ve formě fosforečných hnojiv – superfosfátů (Pitter 1999). Tato hnojiva mají kyselý charakter, proto se rybník musí předem vyvápnit. Dávku hnojiv stanovíme pomocí chemického rozboru vody. Větší část celkové roční dávky se aplikuje v jarním období, snížené dávky poté dle potřeby v následujícím období (Čítek a kol. 1998). Roční přísun čistého fosforu by se měl pohybovat v rozmezí 2–40 kg/ha vodní plochy. (Janda a kol. 1996) Fosfor je makrobiogenní prvek nezbytný pro růst nižších i vyšších organismů. Uplatňuje se zejména při růstu bakterií, řas a sinic. Je klíčovým faktorem při eutrofizaci vod. (Pitter 1999)

Podle Čítka a kol. (1998) se začala dusíkatá hnojiva hojně používat teprve od 50. let 20. století (s intenzifikací průmyslu a zemědělství). V rybníkářství se používal ledek amonný s vápencem (LAV), v současné době převládá hnojení močovinou, u které byla prokázána o 70 % větší účinnost. Močovina je ekonomicky výhodnější, protože působí pomaleji, a tím prodlužuje intervaly mezi jednotlivými dávkami, navíc obsahuje vysoké koncentrace dusíku (46 %). (Čítek a kol. 1998) Dusíkatá hnojiva dávkuje se opět v jarním období, přičemž roční přísun by se měl pohybovat v rozmezí 10–140 kg čistého dusíku na ha. (Janda a kol. 1996)

Čítek a kol. (1998) nedoporučují aplikovat dusíkatá hnojiva při intenzivním hnojení statkovými hnojivy (zejména kejdou), při velkém rozvoji zooplanktonu, u hodnot pH vyšší než 9, při kaprokačním způsobu hospodaření na rybníce a intenzivním používání krmných směsí s vysokým obsahem dusíkatých látek.

Hartman (2012) zdůrazňuje, že naše rybníky jsou z minulosti dostatečně zásobeny hlavními živinami (dusíkem a zejména fosforem), proto by se měla každá aplikace hnojiv (živin) do rybníku objektivně posoudit (na základě rozboru vody).

Podle Němce a kol. (2006) se Ministerstvo životního prostředí a zemědělství zaměří v dlouhodobém výhledu na obnovu eutrofních rybníků a na odstranění jejich trofických zátěží. Pitter (1999) dodává, že zvláštní pozornost vyžaduje kromě

eutrofizace také monitoring jakosti vod z hlediska stratifikace (teplota, kyslík) a acidifikace.

3. MATERIÁL A METODY

Naše rybníky jsou předmětem výzkumu již bezmála sto let. Mezi významné sledované oblasti patří zejména Třeboňsko, Lednice a Blatensko (Pechar, Radová 1996). Přesto zůstávají některá data týkající se chemismu rybníčních vod nevyhodnocena, např. ručně psané protokoly z Ústřední rybářské laboratoře oborového podniku Státní rybářství Třeboň z let 1953–1963 (viz příloha č. 1 a příloha č. 2) či současná data naměřená Povodím Vltavy (viz příloha č. 3). Tato data se vztahují k Blatensko-Lnářské rybníční oblasti. Pokusila jsem se část těchto nepublikovaných dat zpracovat v elektronické podobě, porovnat je s informacemi dostupnými v literatuře a vyhodnotit změny chemismu rybníčních vod ve zmíněné lokalitě.

3.1 HYDROGEOLOGICKÉ A KLIMATICKÉ VYMEZENÍ BLATENSKO-LNÁŘSKÉ RYBNÍČNÍ OBLASTI

Tato rybníční oblast spadá do oblasti povodí Horní Vltava (11 059 km²), jež patří k hlavnímu povodí Labe. (Bartoš a kol. 2009)

Geomorfologický celek Blatenská pahorkatina je součástí Středočeské pahorkatiny. Tvoří ji vyvěřelé hlubinné kyselé horniny (granity) a metamorfované horniny Moldanubika (granulity, amfibolity). Dalším geomorfologickým útvarem v této oblasti je Zvíkovská plošina, kde se stékají čtyři řeky – Vltava, Otava, Lomnice a Skalice. Pahorkatiny vytvářejí tzv. Blatenskou kotlinu, pro kterou je charakteristické velké množství rybníků. Tato oblast tvoří Blatensko-Lnářskou rybníční soustavu, jež se nachází na severozápadním okraji jihočeské rybníční pánve. (Macek a kol. 1968)

Blatensko-Lnářská rybníční oblast se rozprostírá v okolí obcí Lnáře a Blatná. Vodní osu této oblasti tvoří řeka Lomnice (dlouhá 56 km, s povodím 831 km²), jež vznikla spojením Smoliveckého a Závíšínského potoka. Oblast je dále protkána spoustou potoků, potůčků a stružek. Typické pro tuto oblast je to, že většina rybníků byla vybudována přímo na vodních tocích – nazývají se *průtočné*. Důvodem je propustnější žulové a písčité podloží, které není schopné zadržet vodu. (Sekera 2000)

Dle Bartoše a kol. (2009) se na malých vodních tocích nejvíce projevují změny průtoku ovlivněné klimatickými změnami. Jako příklad uvádějí měření z hydrologické stanice Dolní Ostrovec, jež se nachází právě na řece Lomnici.

Největším rybníkem této oblasti je rybník Labuť – dříve Střížovský rybník (109 ha), jenž patří mezi 20 nejrozsáhlejších rybníků v České republice. Byl vybudován na Kostrateckém potoce Zdeňkem Lvem z Rožmitálu v letech 1492 až 1503. (Sekera 2000)

Blatensko-Lnářská rybníční oblast patří do klimatické mírně teplé oblasti s průměrnými teplotami vzduchu 7,5 °C. Dlouhodobý srážkový průměr se pohybuje kolem 595 mm (informace Českého hydrometeorologického ústavu dostupné z: <http://pr-asv.chmi.cz/opssapp/stanice.php?ukazatel=kocelovice>, cit. 2015-04-20).

3.2 METODIKA

Zdrojem dat z let 1953–1963 byly ručně psané protokoly Ústřední rybářské laboratoře oborového podniku Státní rybářství v Třeboni (Dejdar 1953–1963, nepublikováno). Data v těchto protokolech byla naměřena na rybnících v Blatensko-Lnářské rybníční oblasti. Tyto údaje byly převedeny do elektronické podoby v programu Microsoft Office Excel 2007 a posléze byly vypočteny základní statistické charakteristiky (průměr naměřených dat, minimální a maximální hodnoty, směrodatné odchylky a počty měření základních chemických parametrů v dané lokalitě) pro následující parametry – pH, vodivost ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), koncentrace $\text{NO}_3\text{-N}$ a $\text{PO}_4\text{-P}$. Data naměřená v letech 1953–1963 byla porovnána se současnými daty, která poskytl již v elektronické podobě podnik Povodí Vltavy (Dr. Potužák). Sledování probíhalo mezi lety 2013–2014 na rybnících v Blatensko-Lnářské rybníční oblasti.

3.3 VÝSLEDKY

V následujících tabulkách a grafech jsou shrnuty dostupné a společné chemické parametry obou výzkumů v Blatensko-Lnářské rybníční oblasti (Dejdar 1953–1963 a Potužák 2013–2014).

Naměřené hodnoty vodivosti (Tab. č. 2) v této lokalitě dosahovaly průměrných hodnot $267 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Nejnižší hodnoty byly naměřeny na rybníku Stražil (179 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) roku 1956 a naopak nejvyšší hodnoty dne 29. 08. 1959 u rybníka

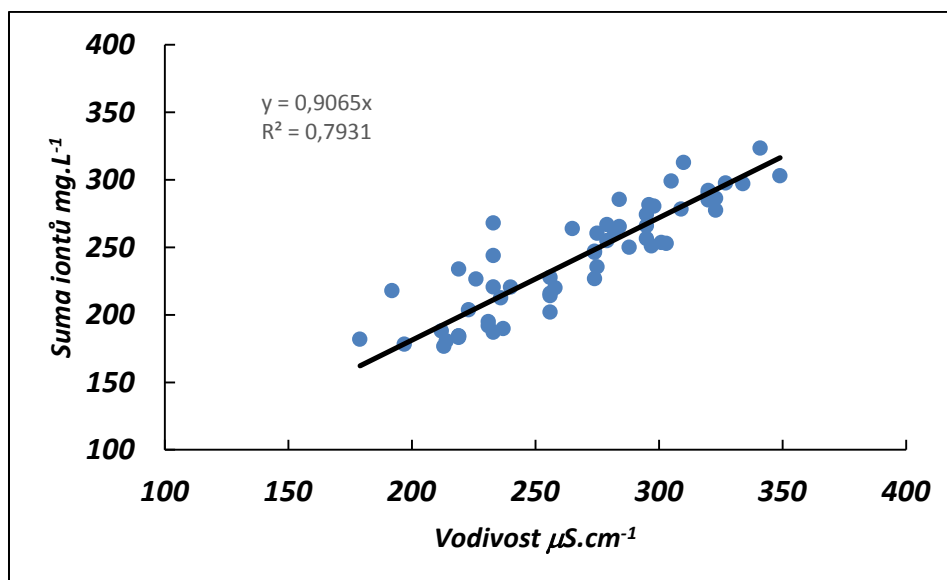
Dražský velký ($349 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) – dle Sekery (2000) je umístěn blízko vyústění čističky odpadních vod v Lapači.

Tab. č. 2: Chemické složení rybníčních vod v letech 1953–1963 (Blatensko-Lnářská oblast):

	pH	Vodivost	NO₃-N	PO₄-P
Jednotka		$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	
Průměr	7,6	267	1,1	0,3
Minimum	6,4	179	0,9	0,03
Maximum	8,8	349	4,2	1,51
STD	0,49	41,9	1,8	0,33
Počet měření	83	65	58	83

Z naměřených hodnot vodivosti vztažených na sumu měřených iontů NO_3^- , PO_4^- , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} (Graf č. 1) je patrné, že parametry byly naměřeny kvalitně a ukazují reálné výsledky.

Graf č. 1: Závislost vodivosti na sumě iontů NO_3^- , PO_4^- , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} naměřených v jednotlivých lokalitách v letech 1953–1963 (Blatensko-Lnářská oblast):



Hodnota pH (Tab. č. 2) se v letech 1953 až 1963 pohybovala v rozmezí 6,4 (Topič zadní, naměřeno v roce 1956) až 8,8 (Hubenov, naměřeno dne 08. 08. 1963).

Koncentrace dusičnanového dusíku (Tab. č. 2) byla v letech 1953 až 1963 průměrně 1,1 mg.l⁻¹. Dne 08. 09. 1960 byla naměřena maximální hodnota 4,2 mg.l⁻¹ na rybníku Topič přední a naopak nejnižší koncentrace byla stanovena na rybníku Topič zadní.

Největší koncentrace fosforečnanového fosforu byla naměřena dne 11. 08. 1963 na rybníku Dražský velký (1,51 mg.l⁻¹) a nejnižší hodnoty byly sledovány na rybníku Babák (0,03 mg.l⁻¹) dne 17. 10. 1957. Rybník Babák je závislý na přísunu srážek, není napájen vodou z okolního povodí. Patří mezi tzv. *nebeské rybníky*. Není tedy ovlivněn znečištěnými přítoky, v důsledku čehož obsahoval nízkou koncentraci fosforu.

Pro srovnání výsledků naměřených v letech 1953 až 1963 byla použita současná data Dr. Potužáka (souhrn výsledků v tab. č. 3), jehož výzkum probíhal mezi lety 2013 a 2014 na rybnících na řece Lomnici v Blatensko-Lnářské rybníční oblasti.

Tab. č. 3: Chemické složení rybníčních vod v letech 2013 až 2014 (Blatensko-Lnářská oblast):

	pH	Vodivost	NO₃-N	PO₄-P
Jednotka		μS.cm ⁻¹	mg.l ⁻¹	
Průměr	8,5	318,6	0,54	0,06
Minimum	7,2	142	0,1	0,001
Maximum	10,3	622	7,5	2,1
STD	0,68	74,08	1,18	0,22
Počet měření	263	263	263	263

Naměřené hodnoty vodivosti (Tab. č. 3) v letech 2013 a 2014 se pohybují ve větším rozmezí (142–622 μS.cm⁻¹), než je tomu u předchozích naměřených hodnot vodivosti (Tab. č. 2) v letech 1953 až 1963. Minimální hodnota vodivosti byla zjištěna dne 08. 09. 2014 u rybníka Podhájský (142 μS.cm⁻¹) na katastrálním území obce Lnáře. Největší hodnoty byly naměřeny dne 13. 05. 2014 na rybníku Jezero (622 μS.cm⁻¹), který se nachází v zámeckém parku v Blatné.

Hodnoty pH naměřené v letech 2013 a 2014 jsou poměrně vysoké. Průměrně se pohybují kolem 8,5. Minimální hodnota pH byla zaznamenána na rybníku Divák dne 17. 07. 2014, a to 7,2. Nejvyšší hodnota pH přesáhla dokonce 10 (10,3). Tato hodnota pH byla naměřena na rybníku Krejčí (06. 05. 2013).

Hodnoty pH naměřené v letech 2013–2014 jsou podstatně vyšší než hodnoty v letech 1953–1963. Tato data poukazují na největší současný problém – tím je eutrofizace rybníků na našem území. Vysoké hodnoty pH poukazují rovněž na rozvoj autotrofních organismů a jejich asimilaci, k níž potřebují oxid uhličitý. Oxid uhličitý se podílí na změnách hodnot pH. A právě při intenzivní fotosyntéze jeho koncentrace klesá, což má za následek zvýšení hodnot pH.

Průměrná koncentrace dusičnanového dusíku v letech 2013 až 2014 byla 0,54 mg.l⁻¹. Minimální koncentrace NO₃-N byly 0,1 mg.l⁻¹. Zajímavé je, že tato minimální koncentrace byla naměřena během roku 2014 při 114 odběrech z celkových 263 odběrů v Blatensko-Lnářské rybníční oblasti. Mezi lokality s minimální koncentrací NO₃-N patří například Topič zadní a Topič přední. Docent Dejdar naopak na Topiči předním naměřil v roce 1960 nejvyšší koncentraci NO₃-N, a to 4,2 mg.l⁻¹. Dne 08. 05. 2013 byla naměřena nejvyšší koncentrace NO₃-N v rybníku Kuš velká (7,5 mg.l⁻¹). Dle Sekery (2000) trpí tento rybník nedostatkem vody. Je lemován listnatými stromy a nachází se na něm zalesněný poloostrov. Zastíněná lokalita by dle mého názoru mohla vysvětlit vyšší koncentrace NO₃-N. Z důvodu zastínění zde nedochází k masivnímu rozvoji vodních organismů, proto je NO₃-N poután vodní biomasou v omezené míře a zůstává v iontové formě ve vodě.

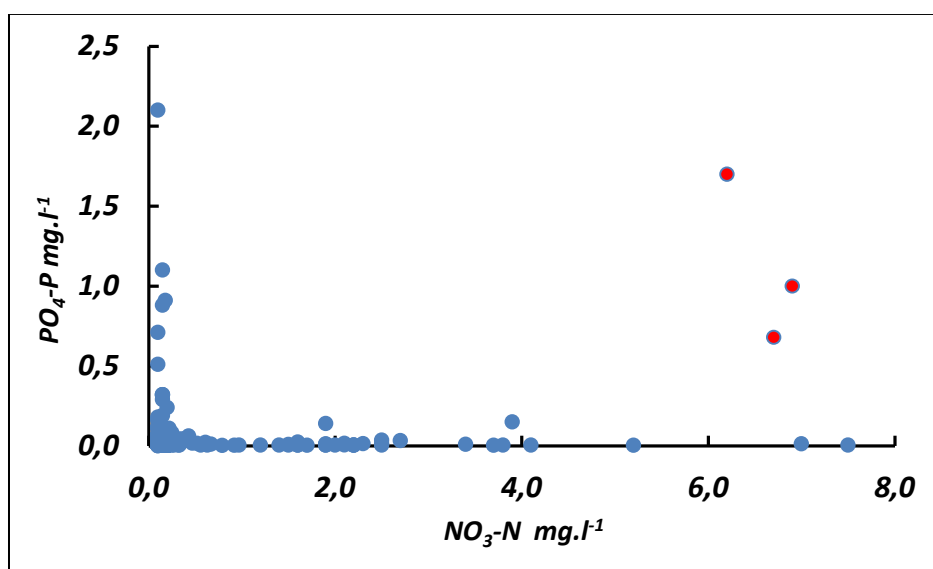
Průměrná koncentrace fosforečnanového fosforu byla stanovena v letech 2013 až 2014 na 0,06 mg.l⁻¹. Minimální hodnoty byly naměřeny v lokalitách Zahorčičky Malé a Struhový rybník, a to 0,001 mg.l⁻¹ (08. 09. 2014). Maximální koncentrace (2,1 mg.l⁻¹) PO₄-P byla zjištěna na rybníku Řit'ovíz zadní dne 06. 05. 2014.

Průměrné koncentrace NO₃-N za desetiletí klesly na polovinu a koncentrace PO₄-P se dokonce snížily mnohonásobně. Dle mého názoru uvážlivější hnojení na okolní zemědělské půdě a šetrnější hospodaření má na tomto snížení jen minimální podíl. Na základě naměřených vysokých hodnot pH lze říci, že na rybnících dochází k rozvoji vodních autotrofních organismů (řas a sinic), které vážou tyto živiny do své

biomasy. O tom svědčí hodnoty celkového N a P, které v letech 2013–2014 dosahují 2,80 mg.l⁻¹ u celkového N a 0,30 mg.l⁻¹ u celkového P. Zatímco v letech 1953–1963 představují koncentrace rozpuštěných živin ve vodě (dusičnany, fosforečnany) asi 90 % koncentrací celkového N a P, v současnosti je hlavní část živin ve formě organického N a P zabudována do vodní biomasy, především fytoplanktonu. Tuto skutečnost potvrzuje také porovnání s výsledky, které udávají Pechar (1995) a Hrbáček (1962). Tyto výsledky pocházejí z 9 rybníků v okolí Hydrobiologické stanice Přírodovědecké fakulty UK v Praze (u rybníka Velký Pálenec) naměřených v letech 1954–1958. Vyplývá z nich to, že množství fytoplanktonu bylo zpravidla malé a koncentrace celkového N a P se téměř nelišily od hodnot rozpuštěných forem N a P. O tom svědčí hodnoty celkového N a P, jež v letech 1954–1958 dosahují pouze 1 mg.l⁻¹ celkového dusíku a 0,20 mg.l⁻¹ celkového fosforu, jak uvádějí Pechar (1995) a Hrbáček (1962).

To, že většina rybníků má dostatečné zásoby fosforu, ukazuje graf č. 2. Z grafu je patrné, že při nízkých koncentracích dusičnanů se často vyskytují vysoké koncentrace fosforečnanů a naopak. Tato inverzní distribuce dokazuje, že při zatížení rybníků organickými látkami (ze znečištění, z primární produkce nebo hnojení statkovými hnojivy) dochází v sedimentu k poklesu kyslíku a následně k denitrifikaci (redukce dusičnanů až na elementární dusík). V takových podmínkách se ze sedimentů uvolňuje PO₄-P do vodního sloupce a může stimulovat rozvoj fytoplanktonu a makrovegetace.

Graf č. 2: Inverzní distribuce PO₄-P a NO₃-N



Jediné tři hodnoty, znázorněné na grafu č. 2 červeně, se vymykají předchozímu tvrzení. Všechny tyto koncentrace $\text{PO}_4\text{-P}$ a $\text{NO}_3\text{-N}$ byly naměřeny na rybníku Veský (katastrální území obce Lnáře). Do rybníka přitéká Smolivecký potok, jehož povodí se nachází v intenzivně zemědělsky obdělávané krajině. Do povodí dále ústí kanalizace z domácností a nachází se zde čistička odpadních vod. V důsledku nadměrného znečištění byly v letech 2013 až 2014 naměřeny vysoké koncentrace $\text{PO}_4\text{-P}$ i $\text{NO}_3\text{-N}$.

4. DISKUSE

4.1 VÝZNAM DLOUHODOBÉHO MONITORINGU KVALITY POVRCHOVÝCH VOD

Voda je důležitou součástí našeho života. Vodní ekosystém je velmi zranitelný a představuje nenahraditelné přírodní bohatství. Dlouhodobý monitoring je proto důležitým nástrojem pro ochranu jakosti povrchových vod. Monitoring slouží ke sledování stavu znečištění povrchových a podzemních vod. Zjištěné údaje se vyhodnotí a navrhne se opatření s cílem dosáhnout dobrého stavu vod (chemického a ekologického). Proces plánování zajištění ochrany vod před znečištěním se v současné době řídí ustanovením zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, a prováděcími právními předpisy – vyhláškou č. 292/2002 Sb., o oblastech povodí v pozdějším znění vyhlášky č. 393/2010 Sb., vyhláškou č. 24/2011 Sb., o plánech povodí a plánech pro zvládání povodňových rizik, a vyhláškou č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod (dále jen vyhláška o „monitoringu povrchových vod“). Základním právním předpisem Evropského parlamentu a Evropské rady, který ustanovuje rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky členských států, je směrnice 2000/60/ES z 23. října 2000. V dalším kroku slouží monitoring jako zpětná kontrola účinnosti provedených opatření (Ministerstvo životního prostředí – *Monitoring vod*. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/monitoring_vod, cit. 2015-03-17). Cílem monitoringu je tedy ochrana vod a odhalení případných rizik pro životní prostředí, ale i rizik spojených s konzumací vodních organismů. (Velíšek a kol. 2014)

Většina povrchových vod je situována v zemědělské krajině, která negativně ovlivňuje kvalitu vody u nás. Nebezpečí představují kontaminanty z umělých hnojiv – především sloučeniny dusíku a fosforu, dále pesticidy a těžké kovy. Od 50. let 20. století docházelo v České republice k intenzifikaci zemědělství, k rychlé urbanizaci, ke zhušťování obytných sídel. V důsledku toho byla kapacita čističek odpadních vod nedostačující. Ještě do 90. let minulého století neměla většina velkých měst vyřešené základní čištění odpadních vod. V zemědělství docházelo k rozvoji těžké techniky, odvodňování pozemků, rušení krajinných prvků, pěstování spojitých

lánů monokultur, používání pesticidů a hnojiv a ke zhutnění půdy. To vše mělo za následek migraci některých iontů po spádu terénu z půdy do hydrografické sítě. (Němec a kol. 2006)

Problém zhoršení kvality vod vedl ke sjednocení přístupu k ochraně povrchových a podzemních vod. V rámci ochrany vod vznikají integrované programy pod záštitou „vodní rámcové směrnice“. Tato směrnice udává jednotlivým státům, jak mají zpracovat plány povodí a jak je mají realizovat s přihlédnutím k okolnostem daného území. (*Rámcový program monitoringu*, 2013. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ramcovy_program_monitoringu/\\$FILE/RPM-20130201.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ramcovy_program_monitoringu/$FILE/RPM-20130201.pdf), cit. 2015-03-30)

Na základě dlouhodobého monitoringu povrchových vod a následných ochranných opatření (modernizace městských čistíren, výstavba nových ČOV, odstranění nebezpečných skládek atd.) dochází v posledních letech ke zlepšení stavu značné části našich toků a velkých útvarů stojatých vod. Byly jasně stanoveny vlastnické vztahy, a tím i vyhraněny povinnosti a případné možnosti právního či finančního postihu. Monitoringem povrchových a podzemních vod je v České republice pověřen od roku 1963 Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). Zjišťování stavu vod provádějí také státní podniky povodí a Výzkumný ústav vodohospodářský, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Česká inspekce životního prostředí, katedry vysokých škol a další subjekty. (Němec a kol. 2006)

Pro komplexní posouzení míry zátěže vodního prostředí se používá kombinace chemického a biologického monitoringu. V rámci chemického monitoringu jsou sledovány koncentrace látek v abiotických (voda, sedimenty, naplaveniny) a biotických (především ryby) složkách vodního prostředí.

Sedimenty jsou jednou z nejdůležitějších indikací kontaminantů ve vodním prostředí. Poskytují informace o koncentraci nebezpečných látek za delší časové období. V sedimentu se významně kumulují toxické kovy (např. rtuť, kadmium, olovo, měď), některé živiny (především fosfor), další složkou sedimentu je organická hmota. Analýza sedimentu je hojně používána při monitoringu koncentrace látek v rybnících, ale i v řekách, jezerech a nádržích. (Velíšek a kol. 2014)

Vlastnímu rozboru vody předchází odběr vzorku zkoumané vody a ve většině případů i doprava tohoto vzorku do laboratoře. Odběr a následný rozbor vzorku by měl být v kompetenci kvalifikovaných a zkušených pracovníků, aby vzorek co nejkvalitněji reprezentoval jakost vody v dané lokalitě. (Horáková a kol. 2003)

Pro rychlé hodnocení kvality vody se využívá jednorázový odběr vody (vzorek je odebírán do tzv. vzorkovnice). Složení vzorku je dáno okamžikem a konkrétním místem odběru. Zachycuje pouze momentální stav a nezachytí periodické změny vodního útvaru. Proto vzorek není vhodný pro hodnocení dlouhodobého působení kontaminantů ve vodním prostředí – pro tento účel jsou vhodnější odběry tzv. směsných vzorků, které se provádějí pomocí pasivních či automatizovaných vzorkovačů v určitých časových intervalech. Je to poměrně jednoduchá a nejrozšířenější metoda zahrnující monitorování širokého spektra anorganických a organických látek. (Velíšek a kol. 2014) Horáková a kol. (2003) dodávají, že výhodou vzorkovačů je jejich použití v nepřístupných místech (hlubinné vzorkovače).

V současné době je v České republice vydána ČSN ISO 5667 (75 7051) *Jakost vod – Odběr vzorků vody* uvádějící doporučené pokyny pro odběr vzorků vod, dnových sedimentů a kalů. (Horáková a kol. 2003)

V případě, že se u stojatých vod odebírá více vzorků, rozlišují se dva druhy vzorků, a to vzorky hloubkového profilu (zonační), které se odebírají z různé hloubky vodního útvaru v určitém místě, a vzorky plošného profilu, jež se odebírají z určité hloubky vodního útvaru na různých místech. (Horáková a kol. 2003)

V rámci monitoringu rybníků je podstatné, v jakém ročním období se vzorky vody odebírají. Roční období mají vliv na koncentraci sledovaných chemických parametrů a jejich správnou interpretaci. Například při sledování obsahu nerozpuštěných látek na rybnících bylo prokázáno, že ve zvýšených obsádkách kapra hodnoty nerozpustných látek běžně překračují imisní standard 25 mg.l^{-1} daný nařízením vlády č. 61/2003 Sb., zejména pak ve druhé polovině vegetační sezóny (v některých případech i mnohonásobně). Zvýšené hodnoty nerozpustných látek lze sledovat zpravidla v okolí krmných míst v době příkrmování. Z tohoto důvodu není vhodné v těchto místech provádět odběr vody k hydrochemickým rozborům.

Zvýšené hodnoty nerozpustných látek jsou také doprovázeny nízkou průhledností vody (cca do 30 cm), avšak zákal v tomto případě není podstatným problémem (Valentová a kol. 2013).

Z analýzy dat, která se podařilo v rámci této práce shromáždit, je patrné, že chemismus rybnických vod v Blatensko-Lnářské rybníční oblasti se podstatně změnil. Z porovnání výsledků měření z let 1953–1963 a z let 2013–2014, zjistíme, že ve 2. polovině 20. století docházelo k nadměrnému přísunu živin a k rozvoji vodních autotrofních organismů. Příčiny lze hledat v tehdejšímu způsobu hospodaření na zemědělské půdě a na samotných rybnících.

Během posledních zhruba dvaceti let lze sledovat snahu o zlepšení kvality rybnických vod, především o zmírnění dopadů eutrofizace. Omezují se externí přísuny živin (N a P) – hnojení zemědělské půdy je regulováno, byla vytvořena ochranná pásma v okolí vod, staví se či modernizují čističky odpadních vod, odstraňují se trofické zátěže v blízkosti vod (sklárky, znečištění vzniklé živočišnou výrobou). Hnojiva do rybníků jsou aplikována většinou po předchozím chemickém rozboru vody, na jehož základě se určí optimální množství živin pro udržitelnou produkci ryb. Dále na rybnících probíhají meliorační procesy (mechanické odstraňování sedimentů a makrovegetace, provzdušňování hypolimnia).

Přestože jsou rybníky většinou konečnými recipienty znečištění z povodí, většinou nespádají do režimu sledování a ochrany vodních útvarů podle rámcové směrnice 2000/60/ES. Většina rybníků u nás má rozlohu menší než 50 ha. Z tohoto důvodu jsou dle zmíněné směrnice považovány za součást většího vodního celku – povodí (Kladivová, Kult 2010). Malé vodní plochy rybníků nemají jasně definovaný program monitoringu ani jasně definované požadavky pro jejich chemický a ekologický stav.

Kvalitu rybníční vody lze posuzovat dle 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, dle 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 (dostupné z:

www.eagri.cz, 2015-03-30). Avšak limity nařízení nejsou pro chovné rybníky z důvodu tržní ztráty směrodatné.

Vzhledem ke specifickému účelu rybníků (chov ryb) a ke specifickým procesům probíhajícím na rybnících (zvyšování koncentrací živin, asimilace a respirace vodních organismů, rozklad organické hmoty) by bylo potřeba vytvořit zvláštní systém hodnocení kvality rybníčních vod. Ten lze odvodit ze znalosti vývoje chemismu rybníčních vod a ze sledování současných změn. Důležité je porovnání koncentrací chemických parametrů naměřených v různých obdobích a jejich správné vyhodnocení. Podmínkou správného vyhodnocení dat je znalost procesů probíhajících na rybnících. Příkladem zkreslené interpretace výsledků mohou být nízké koncentrace $\text{PO}_4\text{-P}$ a $\text{NO}_3\text{-N}$ naměřené v Blatensko-Lnářské rybníční oblasti v letech 2013 a 2014. Tyto výsledky mohou vést k mylnému závěru, že se kvalita vod v této oblasti oproti 50. a 60. letům zlepšila. Komplexní posouzení chemismu těchto vod (vysoké pH) však poukazuje na značné trofické zatížení. $\text{PO}_4\text{-P}$ a $\text{NO}_3\text{-N}$ jsou totiž vázány ve vodní biomase, v rozpuštěné formě se ve vodě vyskytují jen v nízkých koncentracích.

Monitoring rybníčních vod je významný z mnoha hledisek. Sledovat chemické ukazatele v těchto vodách je důležité např. z hygienických důvodů, neboť kumulace toxických látek v tělech vodních organismů může představovat potenciální riziko při jejich konzumaci. Dále při eutrofizaci rybníčních vod dochází k rozvoji řas a přemnožení sinic produkujících cytotoxiny. Rozkladem těl těchto autotrofních organismů se snižuje koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě, což může způsobit úhyn ryb. Toto narušení ekosystému má za následek snížení tržeb. Produkční potenciál rybníků je snížen i nedostatek živin. Bez záměrného dodávání živin dochází k přirozenému procesu zvanému stárnutí rybníků – živiny jsou postupně vyčerpávány vodními organismy, jejichž existence je pak ohrožena, a může se změnit druhové složení vodního ekosystému. Cílem monitoringu rybníčních vod by bylo nalezení ekologické a ekonomické rovnováhy. (Duras 2007)

5. ZÁVĚR

Rybníky byly v minulosti vybudovány s takovým citem pro přírodu, že se staly nedílnou součástí krajiny. Podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny jsou významným krajinným prvkem a jsou součástí kostry ÚSES (územních systémů ekologické stability). V průběhu minulého století však byly intenzivně eutrofizovány, což výrazně změnilo chemismus rybníčních vod. Tato změna v chemismu má své příčiny zejména v 2. polovině 20. století. V tomto období dochází k intenzifikaci průmyslu, scelování zemědělských pozemků, jsou produkovány větší objemy odpadních vod, rybníky i zemědělské pozemky jsou intenzivně hnojeny. Tuto skutečnost lze doložit řadou publikací a výzkumů zabývajících se touto problematikou.

Také výsledky srovnání chemismu vod z Blatensko-Lnářské rybníční oblasti v letech 1953–1963 potvrzují zvýšení eutrofizace. Výsledky ukazují, že v těchto letech byla většina živin (sloučenin N a P) přítomna v rozpuštěné formě. V současnosti jsou N a P vázány převážně v biomase fytoplanktonu a v organických látkách. Koncentrace dusíku se zvýšily téměř třikrát, ale koncentrace fosforu zůstávají na stejné úrovni.

Velký rozsah eutrofizace je v současné době největším problémem. Zajistit optimální chemickou, a tím zároveň ekologickou kvalitu rybníčních vod je dnes velmi důležitým úkolem. Avšak malé vodní plochy rybníků většinou nespádají do režimu sledování a ochrany vodních útvarů podle rámcové směrnice 2000/60/ES, nemají definovaný program monitoringu a požadavky pro chemický a ekologický stav povrchových vod. Kvalitu rybníční vody lze posuzovat dle Nařízení vlády č. 71/2003 Sb. a č. 61/2003 Sb., ale limity nařízení nejsou pro chovné rybníky směrodatné.

Seznam použité literatury

1. ADÁMEK, Z., J. HELEŠIC, B. MARŠÁLEK, M. RULÍK. *Aplikovaná hydrobiologie*. VÚRH JU Vodňany, 2008. ISBN: 978-80-85887-79-2.
2. ADÁMEK, Zdeněk (ed.). *Rybářství ve volných vodách*. Praha: East Publishing, a.s., 1997. ISBN: 80-7187-008-0.
3. BARTOŠ, M., J. NĚMEC a J. KOPP. *Vodstvo a podnebí v České republice v souvislosti se změnou klimatu*. Praha: Lesy ČR, 2009. ISBN: 978-80-903482-7-1.
4. ČÍTEK, J., V. KRUPAUER a F. KUBŮ. *Rybníkářství*. Praha: Informatorium, 1998. ISBN: 80-86073-26-2.
5. DRBAL, Karel a Martin KŘÍŽEK. *Analytická chemie*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 1999. ISBN: 80-7040-352-7.
6. DURAS, Jindřich. Ekologický potenciál stojatých vod – v čem je problém? *Limnologické noviny*. 2007, č. 4, s. 1–4. ISSN: 1212-2920.
7. HETEŠA, Jiří a Eva KOČKOVÁ. *Hydrochemie*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1997. ISBN: 80-7157-289-6.
8. HORÁKOVÁ, Marta a Vladimír SÝKORA (eds.). *Analytika vody*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. ISBN: 80-7080-520-X.
9. HRBÁČEK, Jaroslav. Species composition and the amount of the zooplankton in relation to the fish stock. In: *Rozpravy ČSAV 72 (10)*, 1962.
10. JANDA, Jiří a Libor PECHAR (eds.). *Trvale udržitelné využívání rybníků v Chráněné krajinné oblasti a biosférické rezervaci Třeboňsko*. Praha: České koordinační středisko IUCN – Světového svazu ochrany přírody, 1996. ISBN: 2-8317-0322-0.
11. JANSKÝ, B., M. ŠOBR a T. Hrdinka. Genetická klasifikace jezer České republiky. In: B. Janský a M. Šobr (eds.), *Jezera České republiky. Současný stav geografického výzkumu*. Přírodovědecká fakulta UK v Praze, Katedra fyzické geografie a geologie, 2003, kapitola 2. ISBN: 80-86561-05-4.
12. KLADIVOVÁ, Věra a Arnošt KULT. Vodoprávní problematika rybníků I. *VTEI*. 2010, roč. 52, č. 5, s. 1–5. ISSN: 0322-8916.
13. KLÍR, Jan a Lada KOZLOVSKÁ. *Narizení vlády č. 103/2003 Sb. ze dne 3. března 2003 o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech*

- s komentářem. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky v Ústavu zemědělských a potravinářských informací, 2003. ISBN: 80-7084-279-2.
14. KOŘÍNEK, V., J. FOTT, J. FUKSA, J. LELLÁK a M. PRAŽÁKOVÁ. Carp ponds of central Europe. In: MICHAEL, R. G. *Managed aquatic ecosystems. Ecosystems of the World 29*. Elsevier Amsterdam, 1987, 29–63.
 15. KUBŮ, F., S. HEJNÝ a E. PECHAROVÁ. Historický vývoj rybníků. In: J. Janda a L. Pechar (eds.), *Trvale udržitelné využívání rybníků v Chráněné krajinné oblasti a biosférické rezervaci Třeboňsko*. Praha: České koordinační středisko IUCN – Světového svazu ochrany přírody, 1996, kapitola 5. ISBN: 2-8317-0322-0.
 16. LIŠKA, M., J. DURAS a J. POTUŽÁK. Vývoj kvality vody nádrže Orlík. In: *Revitalizace Orlické nádrže 2009. Sborník příspěvků z odborné konference pořádané 6. –7. října 2009 v Kulturním domě Písek*. Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, 2009. s. 12–30. ISBN: 978-80-87278-29-1.
 17. MACEK, Josef (ed.). *Československá vlastivěda. Díl I. Příroda svazek 1*. Praha: Orbis, 1968.
 18. NĚMEC, Jan a Josef HLADNÝ (eds.). *Voda v České republice*. Praha: Consult, 2006. ISBN: 80-903482-1-1.
 19. OPPELTOVÁ, P., J. NOVÁK a J. KOTOVICOVÁ. *Vzdělávací modul. Ochrana životního prostředí. Voda*. Náměšť nad Oslavou: ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s., 2012. ISBN: 978-80-87226-12-4.
 20. PECHAR, Libor a Jana RADOVÁ. Hydrobiologické zhodnocení vývoje třeboňských rybníků od konce 19. století. In: J. Janda a L. Pechar (eds.), *Trvale udržitelné využívání rybníků v Chráněné krajinné oblasti a biosférické rezervaci Třeboňsko*. Praha: České koordinační středisko IUCN – Světového svazu ochrany přírody, 1996, kapitola 6. ISBN: 2-8317-0322-0.
 21. PECHAR, Libor. Long-term changes in fish pond management as unplanned ecosystem experiment. Importance of zooplankton structure, nutrients and light for species composition of cyanobacterial blooms. *Wat. Sci. Tech. Vol. 32, No. 4*, 1995, 187–196.

22. PECHAROVÁ, E., I. SVOBODA a M. VRBOVÁ. *Obnova jezerní krajiny pod Krušnými horami*. Lesnická práce s.r.o., 2011. ISBN: 978-80-87154-35-9.
23. PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1999. ISBN: 80-7080-340-1.
24. RANDÁK, Tomáš (ed.). *Rybářství ve volných vodách*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod Vodňany, 2013. ISBN: 978-80-87437-49-0.
25. SEKERA, Jiří. *Rybníky na Blatensku*. Vydáno vlastním nákladem v roce 2000.
26. ŠTĚPÁNEK, Miroslav a Vladimír JIŘÍK (eds.). *Hygienický význam životních dějů ve vodách*. Praha: Avicenum Zdravotnické nakladatelství, 1979.
27. ŠUSTA, Josef. *Pět století rybničního hospodářství v Třeboni*. Třeboň: Carpio, 1995. Původní vydání: Štětín, 1898. ISBN: 80-901945-1-6.
28. VALENTOVÁ, O., J. MÁCHOVÁ a H. KOCOUR KROUPOVÁ. *Základy hydrochemie. Návody pro laboratorní cvičení*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod Vodňany, 2013. ISBN: 978-80-87437-46-9.
29. VELÍŠEK, Josef (ed.). *Vodní toxikologie pro rybáře*. JČU v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod Vodňany, 2014. ISBN: 978-80-87437-89-6.
30. *Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2005. Stav ke dni 31. 12. 2005*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2006. ISBN: 80-7084-543-0.

Elektronické zdroje:

31. ČESKO. *Nariadení 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* [online]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-ostatni_uplna-zneni_narizeni-vlady-2003-61-ukazatele-znecisten.html [cit. 2015-03-21].
32. ČESKO. *Nariadení 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* [online]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_narizeni-vlady-2003-71-voda.html [cit. 2015-03-21].
33. ČESKO. *Nariadení 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, novelizované nařízením vlády č. 169/2006 Sb.* [online]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_narizeni-vlady-2003-71-voda.html [cit. 2015-03-21].
34. ČESKO. *Vyhláška č. 24/2011 Sb., o plánech povodí a plánech pro zvládnání povodňových rizik, novelizovaná vyhláškou č. 49/2014 Sb.* [online]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_vyhlaska-2011-24.html [cit. 2015-03-26].
35. ČESKO. *Vyhláška č. 393/2010 Sb., o oblastech povodí* [online]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_vyhlaska-2010-393.html [cit. 2015-03-26].
36. ČESKO. *Vyhláška č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod* [online]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_vyhlaska-2011-98.html [cit. 2015-03-26].
37. ČESKO. *Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)* [online]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-2001-254-viceoblasti.html [cit. 2015-03-21].
38. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV [online]. Dostupné z: <http://pr-asv.chmi.cz/opssapp/stanice.php?ukazatel=kocelovice> [cit. 2015-04-20].

39. HARTMAN, Pavel. Technologie používané při chovu ryb v rybnících [online]. In: *Naše rybářství*. Rybářské sdružení České republiky, 2012, kapitola 5. ISBN: 978-80-901510-7-8. Dostupné z: <http://cz-ryby.cz/files/kniha-0.pdf> [cit. 2015-03-30].
40. HULE, Miroslav. Z dějin našeho rybníkářství [online]. In: *Naše rybářství*. Rybářské sdružení České republiky, 2012, kapitola 2. ISBN:978-80-901510-7-8. Dostupné z: <http://cz-ryby.cz/files/kniha-0.pdf> [cit. 2015-03-30].
41. *Chemismus vody* [online]. Gymnázium Vodňany. Dostupné z: <http://ravz.cfme.net/ravz/water-chemistry.aspx> [cit. 2015-02-03].
42. KOŠUTOVÁ, Kateřina. *Přehrady v ČR – vodní nádrž Lipno aneb Jihočeské moře* [online], 2012. Dostupné z: <http://www.nase-voda.cz/prehrady-cr-vodni-nadrz-lipno-aneb-jihoceske-more/> [cit. 2015-03-18].
43. *Monitoring vod* [online]. Ministerstvo životního prostředí. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/monitoring_vod [cit. 2015-03-17].
44. *Rámcový program monitoringu* [online]. Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo životního prostředí a Český hydrometeorologický ústav. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ramcovy_program_monitoringu/\\$FILE/RPM-20130201.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ramcovy_program_monitoringu/$FILE/RPM-20130201.pdf) [cit. 2015-03-30].
45. EU. *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky* [online]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32000L0060> [cit. 2015-03-15].
46. ŠILHAVÝ, Václav. Rybářské sdružení České republiky a jeho postavení v našem rybářství [online]. In: *Naše rybářství*. Rybářské sdružení České republiky, 2012, kapitola 1. ISBN:978-80-901510-7-8. Dostupné z: <http://cz-ryby.cz/files/kniha-0.pdf> [cit. 2015-03-30].
47. *Zpráva o stavu hospodářství České republiky v roce 2013* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN: 978-80-7434-154-0. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/341044/Modra_zprava_2013_komplet.pdf [cit. 2015-04-03].

Seznam příloh

Příloha č. 1: *Koncentrace iontů naměřených v letech 1953–1963 (Blatensko-Lnářská rybníční oblast, Dejdar)*

Příloha č. 2: *Chemické složení rybníčních vod v letech 1953–1963 (Blatensko-Lnářská rybníční oblast, Dejdar)*

Příloha č. 3: *Současné chemické složení vod v Blatensko-Lnářské rybníční oblasti (2013–2014, Potužák)*

Příloha č. 1: *Koncentrace iontů naměřených v letech 1953–1963 (Blatensko-Lnářská rybníční oblast, Dejdar)*

Lokalita	Datum		NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Suma
	den měsíc	rok										
			mg.l ⁻¹									
Babák	17.10	1957	4,00	0,09	95	10	32	5,5	13	8,1	24	192,1
Babák	09.08	1963	X	0,51	124	12	30	4,1	11	9,4	33	X
Bezděkovský velký		1953	6,50	0,86	136	8	9,9	5,2	11	5,1	31	212,7
Bezděkovský velký		1954	7,00	0,55	105	5	28	4,2	7,1	2,9	28	188,2
Bezděkovský velký		1956	6,00	0,92	160	7	12	4,2	11	8,9	35	244
Bezděkovský velký	01.09	1957	X	0,52	115	9	28	4,8	8,8	9,1	29	X
Bezděkovský velký	08.09	1958	10,20	0,60	183	7	10	11	5,6	9	32	268,2
Bezděkovský velký	29.08	1959	7,00	3,80	179	10	8,8	7,6	14	12	38	280,6
Bezděkovský velký	08.09	1960	17,10	1,90	183	11	X	5,7	10	12	43	X
Bezděkovský velký	15.08	1961	X	1,00	193	14	12	6,2	10	14	43	X
Bezděkovský velký	08.08	1963	X	2,75	165	2	34	5,3	9,2	12	41	X
Březinka		1956	7,80	2,14	89	11	29	4,4	16	9,7	25	195,1
Březinka	09.08	1963	X	0,68	205	24	29	16	16	15	48	X
Buzický	11.08	1963	X	0,47	162	14	23	9,1	12	11	37	X
Dražský velký		1953	6,00	0,40	188	16	22	14	19	9,1	38	313
Dražský velký		1955	2,00	0,34	163	16	9,9	12	14	9,8	33	260,5
Dražský velký		1956	6,00	0,55	159	14	16	10	14	10	34	264
Dražský velký	08.09	1958	13,50	1,20	137	14	28	14	24	8,8	27	267
Dražský velký	29.08	1959	9,50	1,14	162	20	29	12	18	11	40	303,1
Dražský velký	08.09	1960	9,10	0,79	174	20	11	12	15	12	35	290,1
Dražský velký	15.08	1961	X	0,60	148	19	19	11	12	11	33	X
Dražský velký	11.08	1963	X	4,65	161	19	23	13	12	11	40	X
Hubenov	03.09	1953	10,00	0,46	94	8	23	2,4	12	6	29	184,5
Hubenov		1954	12,00	0,58	93	8	22	5	7,6	5	25	178,4
Hubenov		1956	12,00	0,61	77	5		5,5		6,3	23	
Hubenov	08.09	1958	13,00	0,18	120	9	18	9,6	19	5,2	25	218
Hubenov	29.08	1959	4,50	0,80	95	9	22	4,2	9,9	8,8	22	176,8
Hubenov	15.09	1960	9,00	0,23	83	10	32	4,1	11	8,2	23	180,9
Hubenov	15.08	1961	15,00	1,90	89	12	18	4,7	8,8	9	25	183,4

Lokalita	Datum		NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Suma	
Hubenov	08.08	1963	X	2,20	98	11	30	4,2	8	7,7	30	X	
Kocelovický	08.08	1963	X	0,81	95	9	27	2,6	8,8	8,3	26	X	
Krejčí	08.08	1963	X	0,24	118	20	49	4,1	13	13	35	252,7	
Labuť		1953		3,00	0,49	118	13	24	13	15	7,5	26	220,2
Labuť		1954		5,00	0,31	94	16	38	12	14	8,4	29	216
Labuť		1956		7,50	0,55	83	12	26	12	X	6,7	31	X
Labuť	29.08	1959		4,00	0,48	149	16	21	11	15	11	28	255,1
Labuť	09.09	1960		10,80	0,88	104	15	34	11	13	11	28	226,9
Labuť	15.08	1961	X	0,29	131	17	34	11	13	12	30	X	
Labuť	08.08	1963	X	0,65	104	17	45	12	12	8,3	31	X	
Malobor		1956		5,70	0,89	150	19	18	16	22	10	33	274,4
Malobor	09.08	1963	X	0,62	168	31	41	19	21	15	38	X	
Mlýnský	10.08	1963	X	1,55	122	15	25	7,9	13	7,9	31	X	
Pátek (Bezděkov)		1956		3,90	0,74	105	13	26	11	20	9,8	32	220,8
Pátek (Bezděkov)	08.08	1963	X	4,45	135	19	26	14	13	10	32	X	
Řitovíz přední		1953		3,00	0,18	150	11	9,5	8,1	14	7,9	33	235,6
Řitovíz přední		1954		6,00	0,40	142	11	37	8,6	13	6,7	41	266
Řitovíz přední		1955		1,00	0,43	149	16	15	10	16	9,2	34	251,2
Řitovíz přední		1956		3,90	1,23	144	13	28	6,3	19	11	40	265,5
Řitovíz přední	08.09	1958		6,90	0,12	166	10	30	11	19	13	30	285,6
Řitovíz přední	29.08	1959		6,50	3,40	177	15	9,6	9,1	17	14	35	286,5
Řitovíz přední	08.09	1960		6,10	0,52	185	15	17	7,8	16	13	37	297,7
Řitovíz přední	15.08	1961	X	0,34	178	15	19	6,8	15	13	38	X	
Řitovíz přední	11.08	1963	X	0,80	168	15	22	6,7	14	11	40	X	
Řitovíz zadní		1956		4,50	0,55	155	14	16	6,6	17	12	37	262,8
Řitovíz zadní	11.08	1963		0,50	0,49	185	15	27	7,1	14	13	43	305,4
Staršil		1954		7,00	0,64	83	12	28	7,9	10	X	25	X
Staršil		1956		12,00	0,64	76	13	24	8,3	13	7,2	29	182,1
Staršil	01.09	1957		5,00	0,92	89	16	25	6,1	11	7,1	26	184,5
Staršil	08.09	1958		12,10	0,62	127	12	19	10	19	7,4	26	234,1
Staršil	29.08	1959		3,00	2,60	100	14	18	5,4	12	7,5	25	187,2
Staršil	08.09	1960		10,20	2,50	90	16	21	6,2	12	8,2	25	190
Staršil	15.08	1961	X	1,10	113	16	18	7	9,5	9,2	27	X	
Staršil	08.08	1963	X	1,45	76	18	44	6,3	11	7,2	29	X	

Lokalita	Datum		NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Suma
Topič přední		1953	7,00	0,37	138	14	18	15	19	7,1	32	250,2
Topič přední		1954	7,00	0,58	113	14	30	12	15	6,4	29	227,8
Topič přední		1956	4,50	0,55	131	13	25	9,1	18	12	34	247,2
Topič přední	29.08	1959	7,50	2,80	168	16	21	15	17	10	38	297,2
Topič přední	08.09	1960	18,60	2,60	146	19	X	12	19	8,5	32	X
Topič přední	11.08	1963	X	4,60	183	20	22	11	19	12	41	X
Topič zadní		1953	3,00	0,25	166	9	X	6,7	14	8,9	37	X
Topič zadní		1955	1,50	0,25	168	10	X	7,1	12	7,8	34	X
Topič zadní		1956	0,40	1,10	179	10	19	6	24	13	47	299,2
Topič zadní	29.08	1959	5,00	0,96	200	13	24	5,5	19	16	40	323,6
Topič zadní	08.09	1960	4,20	0,46	178	12	18	4,8	15	14	35	281,7
Topič zadní	11.08	1963	X	0,90	169	15	24	6,1	15	12	40	X
Vilímec		1953	3,50	0,18	149	14	21	5,4	14	11	35	253
Vilímec		1954	1,00	0,21	105	14	44	4,5	12	9,6	31	220,7
Vilímec	08.09	1958	X	0,12	116	11	30	9,4	19	10	19	X
Vilímec	29.08	1959	5,00	1,06	156	15	30	4,9	20	15	31	277,6
Vilímec	09.09	1960	15,70	0,54	150	19	7,7	4,5	17	13	30	256,6
Vilímec	15.08	1961	X	1,20	159	17	33	5,9	15	14	34	X
Vilímec	12.08	1963	X	0,38	155	18	20	8,9	12	10	36	X
Zahorčičky nové		1956	12,00	0,52	134	9	15	5,9	12	9,7	28	226,7

Příloha č. 2: Chemické složení rybníčních vod v letech 1953–1963 (Blatensko-Lnářská rybníční oblast, Dejdar)

Lokalita	Datum		pH	Vodivost $\mu\text{S.cm}^{-1}$	Alkalita meq/l	org.N	NO ₃ -N	PO ₄ -P
	den, měsíc	rok						
Babák	17.10.	1957	7,6	231	1,56	6,00	0,90	0,03
Babák	09.08.	1963	7,3	X	2,04	X	X	0,17
Bezděkovský velký		1953	7,4	236	2,23	0,30	1,47	0,28
Bezděkovský velký		1954	7	212	1,72	X	1,58	0,18
Bezděkovský velký		1956	8	233	2,62	1,30	1,35	0,30
Bezděkovský velký	01.09.	1957	7,2	223	1,88	3,60	X	0,17
Bezděkovský velký	08.09.	1958	8	233	3,00	13,5	2,30	0,20
Bezděkovský velký	29.08.	1959	8,4	298	2,94	6,30	1,58	1,24
Bezděkovský velký	08.09.	1960	7,2	311	3,00	1,10	3,86	0,62
Bezděkovský velký	15.08.	1961	8	320	3,16	4,80	X	0,33
Bezděkovský velký	08.08.	1963	7,2	X	2,70	X	X	0,90
Březinka		1956	7,2	231	1,46	1,80	1,76	0,70
Březinka	09.08.	1963	7,1	X	3,36	X	X	0,22
Buzický	11.08.	1963	7,3	X	2,66	X	X	0,15
Dražský velký		1953	7,6	310	3,08	1,20	1,35	0,13
Dražský velký		1955	7,7	275	2,68	1,80	0,45	0,11
Dražský velký		1956	7,8	265	2,61	1,90	1,35	0,18
Dražský velký	08.09.	1958	8,2	279	2,24	X	3,05	0,39
Dražský velký	29.08.	1959	7,4	349	2,66	2,00	2,14	0,37
Dražský velký	08.09.	1960	7,5	320	2,86	2,40	2,05	0,26
Dražský velký	15.08.	1961	7,8	301	2,42	4,30	X	0,20
Dražský velký	11.08.	1963	7,4	X	2,64	X	X	1,51
Hubenov	03.09.	1953	6,8	219	1,50	2,50	2,26	0,15
Hubenov		1954	6,8	197	1,52	X	2,71	0,19
Hubenov		1956	7	192	1,26	4,50	2,71	0,20
Hubenov	08.09.	1958	8,4	192	1,96	X	2,93	0,06
Hubenov	29.08.	1959	8,4	213	1,56	1,50	1,02	0,26
Hubenov	15.09.	1960	7,3	214	1,36	1,80	2,03	0,07
Hubenov	15.08.	1961	7,6	219	1,46	1,10	3,39	0,62
Hubenov	08.08.	1963	8,8	X	1,60	X	X	0,72
Kocelovický	08.08.	1963	7	X	1,56	X	X	0,26
Krejčí	08.08.	1963	7,4	X	1,94	X	X	0,08
Labuť		1953	7	258	1,94	0,96	0,68	0,16
Labuť		1954	7,2	256	1,54	X	1,13	0,10
Labuť		1956	7,8	224	1,36	2,30	1,69	0,18
Labuť	29.08.	1959	8,4	279	2,44	3,40	0,90	0,16
Labuť	09.09.	1960	7,8	274	1,70	0,50	2,44	0,29
Labuť	15.08.	1961	8	274	2,14	3,00	X	0,09
Labuť	08.08.	1963	7	X	1,70	X	X	0,21
Malobor		1956	8	295	2,46	1,10	1,29	0,29

Lokalita	Datum		pH	Vodivost	Alkalita	org.N	NO ₃ -N	PO ₄ -P
Malobor	09.08.	1963	7,6	X	2,76	X	X	0,20
Mlýnský	10.08.	1963	7,3	X	2,00	X	X	0,50
Pátek (Bezděkov)		1956	7,6	233	1,72	1,10	0,88	0,24
Pátek (Bezděkov)	08.08.	1963	7,2	X	2,22	X	X	1,45
Řitovíz přední		1953	7,2	275	2,46	1,50	0,68	0,06
Řitovíz přední		1954	7,8	295	2,32	X	1,35	0,13
Řitovíz přední		1955	8	297	2,44	2,10	0,23	0,14
Řitovíz přední		1956	8	284	2,36	1,20	0,88	0,40
Řitovíz přední	08.09.	1958	8,4	284	2,72	X	1,56	0,04
Řitovíz přední	29.08.	1959	8	323	2,90	4,10	1,47	1,11
Řitovíz přední	08.09.	1960	8	327	3,04	2,00	1,38	0,17
Řitovíz přední	15.08.	1961	7,8	320	2,92	2,50	X	0,11
Řitovíz přední	11.08.	1963	7,2	X	2,76	X	X	0,26
Řitovíz zadní		1956	7,8	282	2,54	1,40	1,02	0,18
Řitovíz zadní	11.08.	1963	7,2	X	3,04	X	0,11	0,16
Staršil		1954	7,8	217	1,36	X	1,58	0,21
Staršil		1956	6,6	179	1,24	1,40	2,71	0,21
Staršil	01.09.	1957	7,8	219	1,46	1,50	1,13	0,30
Staršil	08.09.	1958	8,4	219	2,08	X	2,73	0,20
Staršil	29.08.	1959	8,2	233	1,64	1,80	0,68	0,85
Staršil	08.09.	1960	7,1	237	1,48	1,40	2,30	0,81
Staršil	15.08.	1961	7,3	256	1,86	2,90	X	0,36
Staršil	08.08.	1963	8,6	X	1,24	X	X	0,47
Topič přední		1953	7,4	288	2,26	1,20	1,58	0,12
Topič přední		1954	8	256	1,86	X	1,58	0,19
Topič přední		1956	7,6	274	2,14	1,50	1,02	0,18
Topič přední	29.08.	1959	7,5	334	2,76	4,80	1,69	0,91
Topič přední	08.09.	1960	7,8	307	2,40	4,00	4,20	0,85
Topič přední	11.08.	1963	7,8	X	3,00	X	X	1,50
Topič zadní		1953	7,6	277	2,72	1,30	0,68	0,08
Topič zadní		1955	8	297	2,76	1,40	0,34	0,08
Topič zadní		1956	6,4	305	2,94	2,30	0,09	0,36
Topič zadní	29.08.	1959	8,5	341	3,28	2,90	1,13	0,31
Topič zadní	08.09.	1960	8	296	2,92	1,20	0,95	0,15
Topič zadní	11.08.	1963	7,4	X	2,76	X	X	0,29
Vilímec		1953	7,2	303	2,44	1,10	0,79	0,06
Vilímec		1954	7,2	240	1,72	X	0,23	0,07
Vilímec	08.09.	1958	8,4	256	1,90	X	X	0,04
Vilímec	29.08.	1959	8,2	323	2,56	2,90	1,13	0,35
Vilímec	09.09.	1960	7,8	295	2,46	3,30	3,54	0,18
Vilímec	15.08.	1961	7,8	309	2,60	4,10	X	0,39
Vilímec	12.08.	1963	6,8	X	2,54	X	X	0,12
Zahorčičky nové		1956	7,6	226	1,84	1,50	2,71	0,17

Příloha č. 3: *Současné chemické složení vod v Blatensko-Lnářské rybníční oblasti (2013–2014, Potužák)*

Lokalita	Datum	pH	Vodivost	NO ₃ -N	PO ₄ -P
			(μS.cm ⁻¹)	(mg.l ⁻¹)	
Divák	08. 05. 13	8,8	178	0,79	0,003
Divák	11. 07. 13	8,7	180	0,20	0,012
Divák	17. 09. 13	8,0	207	0,20	0,003
Divák	07. 05. 14	8,1	240	0,10	0,004
Divák	17. 07. 14	7,2	243	0,10	0,005
Divák	08. 09. 14	9,7	237	0,10	0,004
Dolejší	11. 07. 13	9,1	285	0,20	0,008
Dolejší	17. 09. 13	8,1	323	0,20	0,003
Dolejší	17. 07. 14	9,8	263	0,10	0,020
Dolejší	08. 09. 14	9,2	300	0,10	0,014
Dolejší u Tch.	08. 05. 13	8,6	301	2,20	0,004
Dolejší u Tch.	07. 05. 14	8,9	334	0,10	0,004
Drážský	06. 05. 13	10,1	317	0,15	0,086
Drážský	09. 07. 13	7,8	461	0,15	0,880
Drážský	17. 09. 13	8,1	436	0,15	0,035
Drážský	13. 05. 14	8,7	470	0,10	0,005
Drážský	15. 07. 14	8,2	380	0,10	0,024
Drážský	09. 09. 14	8,0	481	0,10	0,005
Hajanský r.	08. 05. 13	9,7	293	0,27	0,005
Hajanský r.	11. 07. 13	8,3	296	0,15	0,320
Hajanský r.	18. 09. 13	7,8	324	0,15	0,005
Hajanský r.	13. 05. 14	8,7	288	0,10	0,005
Hajanský r.	16. 07. 14	8,5	344	0,10	0,014
Hajanský r.	08. 09. 14	8,2	366	0,10	0,010
Hořejší u Tch.	08. 05. 13	8,7	293	2,70	0,033
Hořejší u Tch.	11. 07. 13	8,2	296	0,20	0,019
Hořejší u Tch.	17. 09. 13	7,7	315	0,20	0,003
Hořejší u Tch.	07. 05. 14	8,3	345	0,10	0,017
Hořejší u Tch.	17. 07. 14	8,8	289	0,10	0,016
Hořejší u Tch.	08. 09. 14	9,2	314	0,10	0,015
Hradišťská nádržka Hořejší	07. 05. 14	7,3	331	0,39	0,033
Hradišťská nádržka Hořejší	17. 07. 14	7,5	334	0,20	0,031
Hradišťská nádržka Hořejší	08. 09. 14	7,3	355	0,35	0,040
Jezero	20. 05. 13	8,5	567	1,60	0,005
Jezero	09. 07. 13	7,9	444	0,15	0,190
Jezero	17. 09. 13	7,9	507	0,15	0,032
Jezero	13. 05. 14	8,8	622	0,10	0,005
Jezero	08. 09. 14	8,3	616	0,10	0,059
Kostelní	08. 05. 13	8,1	298	3,70	0,004
Kostelní	11. 07. 13	7,9	181	0,20	0,010
Kostelní	17. 09. 13	7,8	197	0,20	0,003
Kostelní	07. 05. 14	7,5	263	3,90	0,150
Kostelní	17. 07. 14	9,2	334	0,10	0,010
Kostelní	08. 09. 14	9,2	362	0,10	0,026

Lokalita	Datum	pH	Vodivost	NO ₃ -N	PO ₄ -P
Krejčí	06. 05. 13	10,3	289	0,61	0,022
Krejčí	09. 07. 13	8,2	296	0,15	0,015
Krejčí	17. 09. 13	8,1	353	0,15	0,005
Krejčí	13. 05. 14	8,9	381	0,10	0,005
Krejčí	15. 07. 14	8,1	405	0,10	0,011
Krejčí	09. 09. 14	7,9	375	0,10	0,005
Landa	06. 05. 13	8,6	400	1,90	0,005
Landa	09. 07. 13	8,3	326	0,15	0,073
Landa	17. 09. 13	8,4	345	0,15	0,005
Landa	13. 05. 14	8,7	470	0,10	0,005
Landa	16. 07. 14	8,7	424	0,10	0,170
Landa	08. 09. 14	8,5	434	0,10	0,005
Lhotka	08. 05. 13	8,4	341	3,80	0,005
Lhotka	11. 07. 13	8,8	297	0,14	0,017
Lhotka	18. 09. 13	7,8	322	0,23	0,014
Lhotka	13. 05. 14	8,3	329	0,10	0,005
Lhotka	16. 07. 14	7,7	356	0,10	0,010
Lhotka	08. 09. 14	7,6	339	0,10	0,005
Malý Záhorčický	08. 05. 13	8,7	308	7,00	0,013
Malý Záhorčický	11. 07. 13	8,1	300	0,20	0,055
Malý Záhorčický	17. 09. 13	8,3	263	0,20	0,003
Malý Záhorčický	07. 05. 14	9,1	280	0,10	0,006
Malý Záhorčický	17. 07. 14	9,6	236	0,10	0,018
Malý Záhorčický	08. 09. 14	7,5	315	0,10	0,001
Metelský r.	08. 05. 13	9,3	244	1,60	0,024
Metelský r.	11. 07. 13	9,6	234	0,20	0,022
Metelský r.	17. 09. 13	8,0	264	0,20	0,003
Metelský r.	07. 05. 14	9,0	275	0,10	0,008
Metelský r.	17. 07. 14	9,6	268	0,10	0,013
Metelský r.	08. 09. 14	9,1	281	0,10	0,004
Mirotický r.	06. 05. 13	8,7	420	0,15	0,005
Mirotický r.	09. 07. 13	8,3	293	0,15	0,005
Mirotický r.	17. 09. 13	8,4	328	0,15	0,005
Mirotický r.	13. 05. 14	9,8	304	0,10	0,005
Mirotický r.	16. 07. 14	8,7	325	0,10	0,005
Mirotický r.	08. 09. 14	8,8	313	0,10	0,013
Mlýnský	08. 05. 13	10,0	300	1,50	0,009
Mlýnský	11. 07. 13	7,9	334	0,22	0,011
Mlýnský	17. 09. 13	7,7	359	0,20	0,003
Mlýnský	07. 05. 14	8,3	387	0,33	0,005
Mlýnský	17. 07. 14	7,8	390	0,10	0,014
Mlýnský	08. 09. 14	7,6	406	0,10	0,008
Novovrážský r.	06. 05. 13	9,4	353	0,15	0,029
Novovrážský r.	09. 07. 13	7,7	358	0,15	0,290
Novovrážský r.	17. 09. 13	7,8	368	0,15	0,021
Novovrážský r.	13. 05. 14	8,8	380	0,10	0,005
Novovrážský r.	16. 07. 14	7,9	445	0,10	0,120
Novovrážský r.	08. 09. 14	8,2	420	0,10	0,049
Nový u Tchoř.	08. 05. 13	9,7	308	4,10	0,005
Nový u Tchoř.	11. 07. 13	9,1	306	0,20	0,240
Nový u Tchoř.	17. 09. 13	8,2	338	0,20	0,074

Lokalita	Datum	pH	Vodivost	NO ₃ -N	PO ₄ -P
Nový u Tchoř.	07. 05. 14	9,4	350	0,10	0,027
Nový u Tchoř.	17. 07. 14	8,9	356	0,10	0,160
Nový u Tchoř.	08. 09. 14	8,7	385	0,10	0,015
Podhájský Lnáře	08. 05. 13	9,0	255	2,20	0,006
Podhájský Lnáře	11. 07. 13	9,4	278	0,20	0,007
Podhájský Lnáře	17. 09. 13	8,0	293	0,20	0,003
Podhájský Lnáře	07. 05. 14	7,9	357	0,39	0,045
Podhájský Lnáře	17. 07. 14	9,4	250	0,10	0,020
Podhájský Lnáře	08. 09. 14	9,1	142	0,10	0,014
Podhrad	08. 05. 13	9,5	269	3,40	0,010
Podhrad	11. 07. 13	9,6	247	0,20	0,061
Podhrad	17. 09. 13	7,8	294	0,20	0,003
Podhrad	07. 05. 14	7,9	291	0,10	0,067
Podhrad	17. 07. 14	7,4	295	0,22	0,110
Podhrad	08. 09. 14	7,7	323	0,10	0,009
Podskalský r.	08. 05. 13	8,6	269	0,97	0,005
Podskalský r.	11. 07. 13	8,3	261	0,15	0,005
Podskalský r.	18. 09. 13	8,0	286	0,15	0,005
Podskalský r.	13. 05. 14	8,8	267	0,10	0,005
Podskalský r.	16. 07. 14	8,3	299	0,10	0,005
Podskalský r.	08. 09. 14	8,2	305	0,10	0,012
Pustý r.	08. 05. 13	8,2	225	2,50	0,005
Pustý r.	11. 07. 13	8,4	234	0,52	0,016
Pustý r.	18. 09. 13	7,9	244	0,43	0,062
Pustý r.	13. 05. 14	8,6	358	0,56	0,005
Pustý r.	16. 07. 14	9,2	244	0,10	0,005
Pustý r.	08. 09. 14	8,5	245	0,10	0,021
Radov	08. 05. 13	8,7	300	0,15	0,005
Radov	11. 07. 13	8,8	290	0,15	0,005
Radov	18. 09. 13	8,1	293	0,15	0,005
Radov	13. 05. 14	8,1	330	0,10	0,005
Radov	16. 07. 14	8,2	349	0,10	0,005
Radov	08. 09. 14	8,6	330	0,10	0,012
Řečický r.	08. 05. 13	9,3	303	0,25	0,005
Řečický r.	11. 07. 13	8,2	289	0,15	0,014
Řečický r.	18. 09. 13	8,0	307	0,15	0,005
Řečický r.	13. 05. 14	8,4	354	0,10	0,018
Řečický r.	16. 07. 14	8,2	325	0,10	0,016
Řečický r.	08. 09. 14	8,3	318	0,10	0,016
Řit'ovíz přední	06. 05. 13	8,4	385	1,90	0,140
Řit'ovíz přední	09. 07. 13	8,1	408	0,15	0,320
Řit'ovíz přední	17. 09. 13	8,3	421	0,15	0,017
Řit'ovíz přední	24. 04. 14	8,9	382	0,10	0,025
Řit'ovíz přední	06. 05. 14	8,5	379	0,10	0,074
Řit'ovíz přední	15. 07. 14	7,8	402	0,10	0,110
Řit'ovíz přední	09. 09. 14	7,9	403	0,10	0,037
Řit'ovíz zadní	06. 05. 13	9,2	433	0,18	0,910
Řit'ovíz zadní	09. 07. 13	7,9	447	0,15	1,100
Řit'ovíz zadní	17. 09. 13	8,6	467	0,15	0,320
Řit'ovíz zadní	06. 05. 14	8,2	392	0,10	2,100
Řit'ovíz zadní	15. 07. 14	7,4	439	0,10	0,710

Lokalita	Datum	pH	Vodivost	NO ₃ -N	PO ₄ -P
Řit'ovíz zadní	09. 09. 14	8,7	410	0,10	0,510
Sladovna	08. 05. 13	8,6	319	1,40	0,005
Sladovna	11. 07. 13	8,3	281	0,15	0,020
Sladovna	18. 09. 13	8,1	314	0,16	0,012
Sladovna	13. 05. 14	7,8	348	0,10	0,040
Sladovna	16. 07. 14	8,3	281	0,10	0,005
Sladovna	08. 09. 14	7,7	308	0,25	0,014
Smyslov	08. 05. 13	9,6	287	1,20	0,005
Smyslov	11. 07. 13	8,5	275	0,15	0,005
Smyslov	18. 09. 13	8,3	279	0,63	0,005
Smyslov	13. 05. 14	9,1	304	0,10	0,005
Smyslov	16. 07. 14	9,3	263	0,10	0,005
Smyslov	08. 09. 14	8,4	280	0,10	0,005
Starý	08. 05. 13	9,9	298	1,60	0,005
Starý	11. 07. 13	8,9	277	0,15	0,069
Starý	18. 09. 13	8,3	314	0,15	0,020
Starý	13. 05. 14	8,1	341	0,10	0,005
Starý	16. 07. 14	8,7	333	0,10	0,015
Starý	08. 09. 14	8,1	343	0,10	0,013
Strašil	08. 05. 13	9,9	260	5,20	0,004
Strašil	11. 07. 13	9,5	250	0,47	0,017
Strašil	17. 09. 13	7,9	263	0,20	0,003
Strašil	07. 05. 14	9,6	323	0,22	0,007
Strašil	17. 07. 14	9,8	257	0,10	0,021
Strašil	08. 09. 14	8,9	271	0,21	0,004
Struhový r.	08. 05. 13	9,0	146	2,10	0,006
Struhový r.	11. 07. 13	7,8	323	0,23	0,049
Struhový r.	17. 09. 13	8,0	329	0,20	0,003
Struhový r.	07. 05. 14	9,3	207	0,92	0,004
Struhový r.	17. 07. 14	8,4	214	0,10	0,013
Struhový r.	08. 09. 14	8,2	212	0,10	0,001
Topič přední	06. 05. 13	10,2	296	0,15	0,014
Topič přední	09. 07. 13	7,7	373	0,15	0,100
Topič přední	17. 09. 13	8,3	380	0,15	0,005
Topič přední	06. 05. 14	8,9	302	0,10	0,005
Topič přední	15. 07. 14	7,9	357	0,10	0,180
Topič přední	09. 09. 14	7,5	354	0,10	0,019
Topič zadní	06. 05. 13	9,3	290	0,15	0,055
Topič zadní	09. 07. 13	7,7	328	0,15	0,120
Topič zadní	17. 09. 13	8,2	361	0,15	0,015
Topič zadní	06. 05. 14	8,5	310	0,10	0,026
Topič zadní	15. 07. 14	7,8	372	0,10	0,023
Topič zadní	09. 09. 14	7,7	375	0,10	0,014
Újezdský	08. 05. 13	9,8	282	2,30	0,014
Újezdský	11. 07. 13	9,7	273	0,67	0,011
Újezdský	17. 09. 13	8,2	309	0,20	0,003
Újezdský	07. 05. 14	9,8	295	0,10	0,014
Újezdský	17. 07. 14	9,0	337	0,10	0,007
Újezdský	08. 09. 14	9,0	334	0,10	0,016
Velká Kuš	08. 05. 13	9,6	276	7,50	0,005
Velká Kuš	11. 07. 13	9,2	277	2,00	0,005

Lokalita	Datum	pH	Vodivost	NO ₃ -N	PO ₄ -P
Velká Kuš	18. 09. 13	8,2	280	0,15	0,005
Velká Kuš	13. 05. 14	8,7	362	0,10	0,005
Velká Kuš	16. 07. 14	9,3	274	0,10	0,005
Velká Kuš	08. 09. 14	8,9	265	0,10	0,005
Velký Bezděkovský	08. 05. 13	8,8	288	0,20	0,003
Velký Bezděkovský	11. 07. 13	8,0	317	0,20	0,015
Velký Bezděkovský	17. 09. 13	7,8	333	0,20	0,003
Velký Bezděkovský	07. 05. 14	8,6	338	0,10	0,005
Velký Bezděkovský	17. 07. 14	8,3	301	0,10	0,073
Velký Bezděkovský	08. 09. 14	9,0	298	0,10	0,034
Velký Mačkovský	06. 05. 13	9,5	313	1,50	0,005
Velký Mačkovský	09. 07. 13	7,3	305	0,15	0,011
Velký Mačkovský	18. 09. 13	8,4	337	0,15	0,005
Velký Mačkovský	13. 05. 14	7,9	382	0,10	0,005
Velký Mačkovský	16. 07. 14	7,7	380	0,10	0,005
Velký Mačkovský	08. 09. 14	7,9	370	0,10	0,005
Velký Pálenec	08. 05. 13	9,9	269	2,20	0,005
Velký Pálenec	11. 07. 13	8,8	251	0,15	0,005
Velký Pálenec	18. 09. 13	8,2	282	0,15	0,005
Velký Pálenec	13. 05. 14	8,2	326	0,10	0,005
Velký Pálenec	16. 07. 14	9,0	315	0,10	0,005
Velký Pálenec	08. 09. 14	8,8	309	0,10	0,012
Velký Záhorčický	08. 05. 13	9,9	225	1,90	0,013
Velký Záhorčický	11. 07. 13	9,1	237	0,20	0,025
Velký Záhorčický	17. 09. 13	7,8	338	0,20	0,003
Velký Záhorčický	07. 05. 14	7,5	406	0,10	0,110
Velký Záhorčický	17. 07. 14	7,5	220	0,25	0,082
Velký Záhorčický	08. 09. 14	7,3	385	0,10	0,013
Veský Lnáře	08. 05. 13	8,9	215	1,90	0,009
Veský Lnáře	11. 07. 13	9,2	236	0,20	0,008
Veský Lnáře	17. 09. 13	7,9	241	0,20	0,011
Veský Lnáře	07. 05. 14	7,9	313	0,34	0,043
Veský Lnáře	17. 07. 14	9,8	257	0,10	0,010
Veský Lnáře	08. 09. 14	9,4	280	0,10	0,012
Veský r. přítok od Záhorčic	07. 05. 14	7,6	524	6,70	0,680
Veský r. přítok od Záhorčic	17. 07. 14	7,6	485	6,20	1,700
Veský r. přítok od Záhorčic	08. 09. 14	7,9	618	6,90	1,000
Vilímec	06. 05. 13	9,9	307	2,50	0,036
Vilímec	09. 07. 13	9,1	300	0,15	0,018
Vilímec	17. 09. 13	8,2	342	0,15	0,005
Vilímec	13. 05. 14	8,9	382	0,10	0,005
Vilímec	15. 07. 14	7,8	403	0,10	0,005
Vilímec	09. 09. 14	7,9	417	0,10	0,005
Vitanovy	08. 05. 13	9,8	274	0,15	0,005
Vitanovy	11. 07. 13	8,6	273	0,15	0,005
Vitanovy	18. 09. 13	8,0	289	0,15	0,011
Vitanovy	13. 05. 14	8,3	297	0,10	0,005
Vitanovy	16. 07. 14	8,7	304	0,10	0,012

Lokalita	Datum	pH	Vodivost	NO₃-N	PO₄-P
Vitanovy	08. 09. 14	8,3	329	0,10	0,005
Zámecký Lnáře	08. 05. 13	9,1	228	1,70	0,004
Zámecký Lnáře	11. 07. 13	9,3	253	0,20	0,026
Zámecký Lnáře	17. 09. 13	7,9	264	0,20	0,009
Zámecký Lnáře	07. 05. 14	8,4	327	0,25	0,048
Zámecký Lnáře	17. 07. 14	9,0	276	0,10	0,032
Zámecký Lnáře	08. 09. 14	8,7	292	0,10	0,016
Zámecký r. Blatná	08. 05. 13	8,7	275	1,90	0,005
Zámecký r. Blatná	11. 07. 13	7,9	273	0,20	0,047
Zámecký r. Blatná	18. 09. 13	8,3	291	0,18	0,005
Zámecký r. Blatná	13. 05. 14	7,9	164	0,32	0,005
Zámecký r. Blatná	16. 07. 14	7,7	300	0,10	0,026
Zámecký r. Blatná	08. 09. 14	7,9	266	0,20	0,016
Zámlyňský	08. 05. 13	8,9	177	2,10	0,016
Zámlyňský	11. 07. 13	9,2	189	0,28	0,009
Zámlyňský	07. 05. 14	8,9	220	2,50	0,013
Zámlyňský	17. 07. 14	8,8	210	0,10	0,027
Zámlyňský	08. 09. 14	8,7	238	0,10	0,014