

KVALITA VODY V RYBNÍCE ZÁHUMENNÍ VELKÝ PO ÚHYNECH RYB ZPŮSOBENÝCH NEDOSTATEČNĚ FUNGUJÍCÍ ČISTÍRNOU ODPADNÍCH VOD ANEB JAK TO CELÉ DOPADLO

WATER QUALITY IN POND ZÁHUMENNÍ VELKÝ AFTER TOTAL
EXTINCTIONS OF FISH STOCK CAUSED BY INSUFFICIENTLY WORKING
WASTE WATER TREATMENT PLANT AND HOW DID IT END UP

Petr CHMELICKÝ^{1,2,✉}, Radovan Kopp², Barbora Musilová²

¹*Rybářství Chlumeck nad Cidlinou, a.s. Boženy Němcové 711/IV, 503 51 Chlumeck nad
Cidlinou*

²*Mendelova univerzita v Brně, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství,
Zemědělská 1, 613 00 Brno*

✉ *chmelicky.petr@seznam.cz*

Abstract

This text follows the article presented at the conference "Rybníky 2018". During the year 2018, the quality of the water was often being controlled at the outflow from wastewater treatment plants Jabkenice and in the pond Záhumenní velký. There was found a high concentration of ammonia nitrogen at the outflow from WWTP (19.6. – 107 mg/l, 17.7. – 56,1 mg/l, 23.7. – 68,2 mg/l, 6.11. – 78,5 mg/l). In the middle of 2018, the outflow was displaced under the pond. After that, the concentration of N-NH_4^+ in pond Záhumenní velký decreased. During the vegetational season, the mode of oxygen got balanced. In the pond, there was also a big species of zooplankton (*Daphnia magna*) and cyanobacteria *Aphanizomenon* till the end of July. This is typical for hyperthropic ponds with the pollution point source - such as the stabilization ponds under wastewater treatment plants.

Keywords: water quality, fish kill, stabilization pond, wastewater treatment plants

1 ÚVOD

Na konferenci Rybníky 2018, která se konala 14. – 15. června 2018 na Českém vysokém učením technickém v Praze, zazněl mimo jiné příspěvek zabývající se úhynem ryb na rybníce Záhumenní velký (5,85 ha, okres Mladá

Boleslav), které byly způsobeny nedostatečně fungující čistírnou odpadních vod [1]. Tento článek si klade za cíl navázat na zmíněný příspěvek z loňského roku a seznámit tak posluchače s vývojem kvality vody na dotčeném rybníce.

V průběhu let 2014 – 2017 byl rybník a odtok z ČOV, ze které jsou do něj zaústěny předčištěné odpadní vody, podroben poměrně detailnímu monitoringu kvality vody [1] [2]. Na ten bylo v částečně obměněné formě navázáno i v průběhu vegetační sezóny roku 2018.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

Rybníky hrají velmi důležitou roli při eliminaci tzv. koncového znečištění, tj. biogenních prvků [3]. Pokud je jejich přítok bohatý na organické znečištění, zpravidla v nich dochází ke zlepšení kvality vody a to bez ohledu na intenzitu rybářského hospodaření [4] [5]. V současné době je do čistírenských procesů odpadních vod nějakým způsobem zapojena více než polovina rybníků, které se u nás nachází [3]. Z hlediska chovu ryb se tyto rybníky vyznačují velmi vysokou přirozenou produkcí [6] [7] [8]. Na druhou stranu ovšem představují pro chovatele ryb riziko z důvodu kolísání klíčových parametrů kvality vody (obsah a nasycení vody kyslíkem, změny pH, vysoké koncentrace amoniakálního dusíku, masový rozvoj fytoplanktonu, popř. zooplanktonu) [4].



Obr. 1 Vyústění předčištěné odpadní vody z ČOV Jabkenice do Jabkenického potoka pod rybníkem Záhumenní velký (Foto: Chmelický, 2018).

3 METODIKA

Předčištěné odpadní vody z ČOV Jabkenice provozované společností Vodovody a kanalizace Nymburk, a.s. byly do rybníku Záhumenní velký zaústěny do konce měsíce června roku 2018. Poté byl zprovozněn obtokový bypass vyvádějící předčištěnou odpadní vodu z ČOV do Jabkenického potoka pod

rybníkem (obr. 1) a podle stavebních prací v místě čistírny lze soudit, že dochází k její intenzifikaci.

3.1 Sledování anorganických a fyzikálně – chemických parametrů kvality vody

Na odtoku z ČOV Jabkenice byly v průběhu roku 2018 realizovány čtyři odběry vzorků vody pro analýzu v akreditované laboratoři ALS CZ, s.r.o. v České Lípě. Ve dvou případech se jednalo o odběr prostých vzorků o objemu 1 litru, které byly odebrány pracovníkem Rybářství Chlumec nad Cidlinou, a.s. a následně dopraveny do laboratoře. Ve zbývajících dvou případech prováděli odběr přímo pracovníci laboratoře ALS CZ, s.r.o. (pracoviště – Česká Lípa). Jednalo se o směsné 2 hodinové vzorky. Objem prostých vzorků 600 ml (8x), interval mezi odběry 15 minut. Sledovány byly následující parametry: BSK₅ (biochemická spotřeba kyslíku za 5 dní), CHSK_{Cr} (chemická spotřeba kyslíku stanovená dichromanem draselným), N-NH₄⁺ (amoniakální dusík) a NL₁₀₅ (nerozpuštěné látky sušené při 105 °C). V případě odběru vzorků pracovníkem Rybářství Chlumec nad Cidlinou, a.s. byl kromě výše zmíněných parametrů sledován také obsah celkového fosforu (TP).

V průběhu roku 2018 byly dále na samotném rybníce Záhumenní velký provedeny tři odběry vzorků vody pro chemické analýzy v laboratořích Mendelovy univerzity v Brně (Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství). Stanoveny byly následující parametry: BSK₅, CHSK_{Cr}, N-NH₄⁺, TP, TN (celkový dusík), N-NO₂ (dusitany), N-NO₃ (dusičnany), Cl⁻ (chloridy), Ca²⁺ (vápník), Fe_{celk.} (celkové železo) a chlorofyl a.

Fyzikálně – chemické parametry kvality vody na rybníce Záhumenní velký byly v průběhu roku 2018 sledovány ve čtrnáctidenních intervalech (2.4. – 20.10.). Pomocí měřiče XS OXY 70 byla měřena teplota vody a obsah rozpuštěného kyslíku u hladiny a v hloubce 1,5 m. Pomocí měřiče PCTestr 35 Multi-Parameter byla sledována konduktivita (měrná vodivost) a pH. K určení průhlednosti vody byla použita Secchiho deska. Celková alkalita (KNK_{4,5}) byla stanovena titrací 0,1 M HCl na metyloranž do bodu ekvivalence pH 4,5.

4 VÝSLEDKY

Během sledování vybraných parametrů kvality vody na odtoku z ČOV Jabkenice byly v předčištěné odpadní vodě zjištěny velmi vysoké koncentrace amoniakálního dusíku (N-NH₄⁺). Bez ohledu na typ odebraného vzorku neklesla hodnota tohoto parametru, vyjadřujícího míru znečištění, pod 50 mg·l⁻¹. Nejvyšší hodnota 107 mg·l⁻¹ N-NH₄⁺ byla na odtoku naměřena 19.6.2018 v 7:30 ráno.

Ostatní sledované parametry splnily po dobu sledování emisní standardy stanovené nařízením vlády č. 401/2015 Sb. pro ČOV kategorie 500 – 2000 EO (což je případ ČOV Jabkenice). Celkový přehled výsledků laboratorních zkoušek na odtoku z ČOV Jabkenice zobrazuje tab. 1.

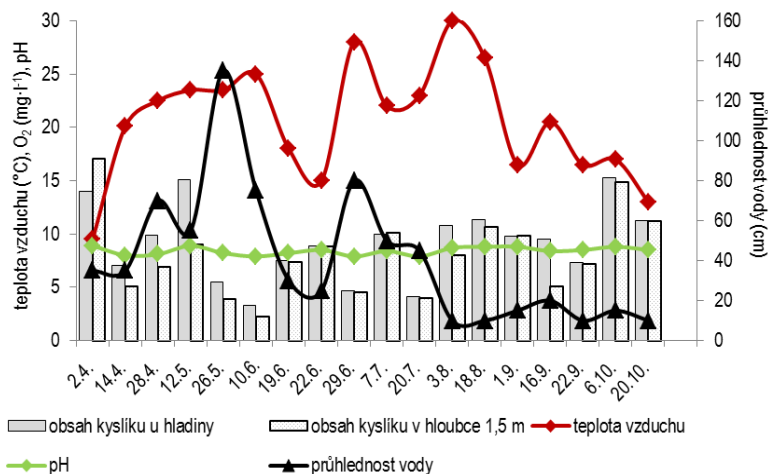
Tab. 1 Vybrané parametry kvality vody na odtoku z ČOV Jabkenice (ALS CZ, s.r.o.).

Datum a čas	Typ vzorku	BSK ₅ (mg·l ⁻¹)	CHSK _{Cr} (mg·l ⁻¹)	N-NH ₄ ⁺ (mg·l ⁻¹)	NL ₁₀₅ (mg·l ⁻¹)	TP (mg·l ⁻¹)
19.6.2018 7:30	bodový - prostý	3,8	38	107,0	10,7	0,371
17.7.2018 9:30	směsný - 2 hodinový	9,5	39	56,1	10,8	
23.7.2018 8:10	bodový - prostý	4,6	40	68,2	5,7	0,315
6.11.2018 11:10	směsný - 2 hodinový	4,1	42	78,5	10,0	

V první polovině vegetační sezóny byly v rybníce Záhumenním velkém zjištěny zvýšené koncentrace amoniakálního dusíku (16.5. – 1,26 mg·l⁻¹ N-NH₄⁺; 26.6. – 3,8 mg·l⁻¹ N-NH₄⁺) a celkového fosforu (16.5. – 0,33 mg·l⁻¹ TP; 26.6. – 0,54 mg·l⁻¹ TP) (tab. 2). V tomto období se také rybník charakterizoval poměrně vysokou průhledností vody (26.5. – 135 cm). Kyslíkový režim rybníka byl poměrně vyrovnaný, s minimem výskytů výraznějších rozdílů mezi obsahem kyslíku u hladiny a v hloubce 1,5 m (obr. 2). Průměrná hodnota konduktivity během sledování byla 682 μS·cm⁻¹ a v průběhu vegetačního období měla vzestupnou tendenci (od 545 μS·cm⁻¹ do 785 μS·cm⁻¹). Vlivem extrémních teplot a minima srážek docházelo od začátku července postupně k úbytku vody v rybníce. Na konci sledování (tj. 20.10) byla hladina vody v nádrži 70 cm pod normálem. Přehled fyzikálně – chemických parametrů kvality vody za sledované období je uveden v příloze 1.

Tab. 2 Vybrané parametry kvality vody v rybníce Záhumenní velký v průběhu vegetační sezóny roku 2018.

Datum 2018	BSK ₅	CHSK _{Cr}	N-NH ₄ ⁺	TP	TN	N-NO ₂	N-NO ₃	Cl ⁻	Ca ²⁺	Fe _{celk.}	Chlorofyl a (μg·l ⁻¹)
(mg·l ⁻¹)											
16.5.	3,58	50	1,3	0,33	3,77	0,121	0,01	29,5	85,2	0,37	16,3
26.6.	3,61	45	3,8	0,54	6,75	0,152	0,01	38,8	97,2	0,40	16,3
9.10.	7,79	70	pod limitem detekce	0,11	4,87	pod limitem detekce	pod limitem detekce	44,9	96,2	0,96	148,0



Obr. 2 Kyslíkový režim rybníka Záhumenní velký, teplota vzduchu, průhlednost vody a pH v průběhu vegetační sezóny roku 2018.

5 DISKUZE

Z výsledků sledování vybraných parametrů kvality vody na odtoku z ČOV je patrné, že největší problém představují koncentrace amoniakálního dusíku. Ten byl s největší pravděpodobností jednou z příčin úhynů ryb v letech 2014 a 2015 [2]. Za zmínku rovněž stojí fakt, že vysoké koncentrace N-NH_4^+ v rybníce byly zjišťovány přibližně do poloviny července, tzn. zhruba do doby než byla zprovozněna obtoková stoka vyústějící předčištěnou odpadní vodu pod rybník. V první polovině vegetačního období došlo v rybníce k výraznému rozvoji hrubého dafníhového zooplanktonu, to způsobilo zvýšení průhlednosti vody až na hodnoty kolem 135 cm (26.5.2018). K rozvoji hrubého dafníhového zooplanktonu dochází na hypertrofních rybnících s bodovým zdrojem znečištění poměrně často [9]. Bývá to zpravidla v důsledku sníženého vyžíracího tlaku obsádky rybníka, který může být způsoben např. nedosazeností (nízký počet nasazených ryb) nebo nemocností obsádky (toxická nekróza žaber – poškození žaberního aparátu ryb zvýšenými koncentracemi amoniaku na těchto typech rybníků) [10] [11] [12]. V průběhu července byl na rybníce zjištěn výskyt sinice rodu *Aphanizomenon* (příloha 2). Jejich rozvoj je pro tento typ rybníků spolu s již zmíněným hrubým zooplanktonem také typický.

6 ZÁVĚR

1. Společnost Rybářství Chlumec nad Cidlinou, a.s. (žalobkyně) uspěla se žalobou proti společnosti Vodovody a kanalizace Nymburk, a.s. (žalovaná). Okresní soud v Nymburce rozhodl ve prospěch žalobkyně a přikázal žalované straně zaplatit škodu způsobenou její provozní činností – v tomto případě způsobení úhynu ryb obsádky rybníka Záhumenní velký v roce 2015. Žalovaná strana se proti rozsudku odvolala ke Krajskému soudu v Praze. Krajský soud v Praze rozhodl o vypracování dalších dvou znaleckých posudků s cílem posoudit jaké množství ryb a v jakém složení uhynulo a dále pak vyčíslení jejich finanční hodnoty. Celkem tedy byly v kauze vypracovány čtyři znalecké posudky. Krajský soud v Praze následně rozhodl stejně jako Okresní soud v Nymburce ve prospěch žalobkyně. Žalovaná strana po tomto rozsudku již zaplatila žalobci částku určenou Krajským soudem v Praze včetně úroku z prodlení.

2. Sledováním kvality předčištěné odpadní vody na odtoku z ČOV Jabkenice v průběhu roku 2018 byly zjištěny vysoké koncentrace u parametru N-NH₄⁺ (19.6. – 107,0 mg·l⁻¹, 17.7. – 56,1 mg·l⁻¹, 23.7. – 68,2 mg·l⁻¹, 6.11. – 78,5 mg·l⁻¹).

3. Po zprovoznění obtokové stoky vyústující předčištěnou odpadní vodu pod rybník Záhumenní velký došlo v rybníce samotném ke zlepšení kvality vody z hlediska obsahu N-NH₄⁺ a TP.

4. Vlastní intenzifikace ČOV Jabkenice (ta už v současné době probíhá) je velmi žádoucí, neboť ačkoli už předčištěné odpadní vody nejsou zaústěny do rybníku Záhumenní velký, tak Jabkenický potok (kam je bypass pod rybníkem zaústěn) je dále po proudu zdrojem vody pro další rybníky (Kosořický, Rejšický, Smilovice).

5. Na základě zkušeností autorů se ukazuje, že je velice žádoucí zabývat se přísunem fosforu z čistíren odpadních vod do vodního prostředí. V současnosti platící nařízení vlády č. 401/2015 Sb. například nemá vůbec pro čistírny odpadních vod do 2000 EO stanoveny limity pro jeho vypouštění.

Literatura

- [1] CHMELICKÝ, P. *Chov ryb v rybnících zatížených komunálními vodami*. Diplomová práce FROV JU. 2017. 115 s.
- [2] CHMELICKÝ, P., REGENDA, J. *Úhyny ryb na rybníce Záhumenní velký způsobené nedostatečně fungující čistírnou odpadních vod*. In: V. David a Tereza Davidová (Eds.), *Sborník referátů konference Rybníky 2018*. 14.6. a 15.6.2018. Praha, České vysoké učení technické v Praze. 2018. 137 – 148 s. ISBN 978-80-01-06452-8

- [3] POKORNÝ, J. *Význam rybníků pro eliminaci znečištění vod*. In: M. Urbánek (Ed.), *České rybníky a rybářství ve 20. století*. Rybářské sdružení ČR. 2015. 174 – 181 s. ISBN 978-80-87699-06-5
- [4] FAINA, R., KUBŮ, F. *Chov ryb ve stabilizačních a akumulacích rybnících*. Vodňany: Edice Metodik, VÚRH JU, č. 31. 1989. 11 s.
- [5] PŘIKRYL, I., JANEČEK, V., RAIDL, M., FILIPOVÁ, O. *The effect of the intensification of fish production on pond water quality*. Bulletin VÚRH Vodňany 4. 1983. 3 – 16 s.
- [6] VEJSADA, P., HARTMAN, P., HLAVÁČ, D., REGENDA, J. *Distribuce a využití živin ve stabilizačním rybníku ČOV Ledenice*. In: V. David a Tereza Davidová (Eds.), *Sborník referátů konference Rybníky 2017*. 15.6. a 16.6.2017. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze. 2017. 90 – 99 s. ISBN 978-80-01-06166-4
- [7] SVOBODA, M. *Od asimilačních rybníků ke stabilizační soustavě*. In: *Sborník referátů konference Vodní ekosystémy*. Limnologická konference Čs. limnologické společnosti při ČSAV v Praze. 1982. 190 – 191 s.
- [8] BROŽ, J. *Výsledky využití škrobárenských vod ve výrobě ryb na rybníce Hladov OZ Telč*. In: *Sborník referátů konference Intenzifikace rybářské výroby a kvalita vody*. 8.12. a 9.12.1987. Velké Meziříčí, ČSVTS. 1987. 67 – 72 s.
- [9] ADÁMEK, Z., HELEŠIC, J., MARŠÁLEK, B., RULÍK, M. *Aplikovaná hydrobiologie*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. 2010. 350 s. ISBN 978-80-87437-09-4
- [10] FAINA, R. *Využívání přirozené potravy kaprem v rybníce*. Vodňany: Edice Metodik, VÚRH JU, č. 8. 1983. 15 s.
- [11] SVOBODOVÁ, Z., KOLÁŘOVÁ, J., NAVRÁTIL, S., VESELÝ, T., CHLOUPEK, P., TESAŘÍČEK, J., ČÍTEK, J. *Nemoci sladkovodních a akvarijních ryb*. Praha: Informatorium. 2007. 264 s. ISBN 978-80-7333-051-4
- [12] FAINA, R., MÁCHOVÁ, J., SVOBODOVÁ, Z., KROUPOVÁ, H., VALENTOVÁ, O. *Použití přípravku Diazinon 60 EC v rybníkářské praxi k tlumení nadměrného rozvoje hrubého dafniového zooplanktonu*. Vodňany: Edice Metodik, VÚRH JU, č. 80. 2007. 18 s.

Příloha 1 Přehled fyzikálně – chemických parametrů kvality vody na rybníce Záhumenní velký v roce 2018.

Datum a čas 2018	Teplota vzduchu (°C)	Teplota vody (°C)		Obsah kyslíku (mg·l ⁻¹)		Výška hladiny rybníka (cm)	Průhlednost vody (cm)	Konduktivita (μS·cm ⁻¹)	pH	KNK _{4,5} (mmol·l ⁻¹)
		hladina	1,5 m	hladina	1,5 m					
2.4. (12:45)	9,5	8,2	7,6	14,0	17,0	0	35	560	8,9	
14.4. (13:00)	20,1	18,1	14,7	7,0	5,0	0	35	568	8,0	3,2
28.4. (13:40)	22,5	19,1	17,1	9,9	6,8	0	70	545	8,1	
12.5. (13:00)	23,5	22,2	20,6	15,1	9,0	0	55	560	8,9	3,0
26.5. (10:45)	23,5	23,5	22,4	5,5	3,8	0	135	655	8,2	
10.6. (10:50)	25,0	25,9	25,5	3,3	2,2	0	75	728	7,9	4,5
19.6. (7:00)	18,0	23,4	23,6	7,5	7,4	0	30	720	8,2	
22.6. (11:30)	15,0	22,0	22,2	8,8	8,8	0	25	730	8,5	
29.6. (14:00)	28,0	22,3	21,6	4,6	4,4	-5	80	747	7,9	
7.7. (10:20)	22,0	23,2	23,0	10,0	10,1	-5	50	740	8,4	4,5
20.7. (10:00)	23,0	22,7	22,6	4,1	3,9	-20	45	773	7,9	
3.8. (11:00)	30,0	27,6	27,1	10,8	8,0	-30	10	785	8,7	5,3
18.8. (14:15)	26,5	24,6	24,2	11,3	10,6	-50	10	740	8,8	
1.9. (13:15)	16,5	19,4	19,5	9,8	9,8	-40	15	690	8,8	3,6
16.9. (12:40)	20,5	20,6	18,1	9,6	5,0	-40	20	680	8,4	
22.9. (13:00)	16,5	19,0	19,2	7,4	7,1	-50	10	685	8,5	3,6
6.10. (14:00)	17,0	14,1	13,2	15,3	14,8	-60	15	683	8,8	
20.10. (13:50)	13,0	13,5	13,2	11,2	11,2	-70	10	695	8,5	3,5

Příloha 2 Sinice rodu *Aphanizomenon* na rybníce Záhumenní velký v červenci roku 2018 (Foto: Chmelický, 2018).

