

# Rybníky v povodí nádrže Hracholusky – poznatky ze screeningu

JINDŘICH DURAS, MICHAL MARCEL

**Klíčová slova:** rybníky – eutrofizace – fosfor – vodní drůbež – kachny

## SOUHRN

V rámci projektu zlepšení jakosti vody ve vodní nádrži Hracholusky bylo monitorováno 16 rybníků v povodí nádrže. Všechny tyto rybníky byly eutrofní až hypertrofní vlivem odpadních vod z měst a obcí (včetně odlehčení z jednotné kanalizace) a také vlivem příliš intenzivní produkce tzv. polodivokých kachen, tedy fenoménem, kterému je pozornost věnována pouze vzácně. Všechny „kachní rybníky“ byly bohaté na sloučeniny fosforu i na sinicové vodní květy. Podle hrubého odhadu byl vstup fosforu z chovu kachen v celém povodí nádrže Hracholusky asi 1,5–1,8 t ročně. Přestože během suchých letních období z rybníků prakticky žádná voda neodtékala, zásoba P v rybníční vodě byla značná – koncem vegetačního období až 1 t. Tento P může být vyplaven a transportován do nádrže během srážek nebo při výlovech. Obecně bylo konstatováno, že snížení vstupu P do rybníků je nezbytné a musí být navržena a diskutována vhodná opatření. Pak můžeme získat v povodí důležitý článek zadržující živiny. Zásadní diskusi je třeba podrobit také management rybníků.

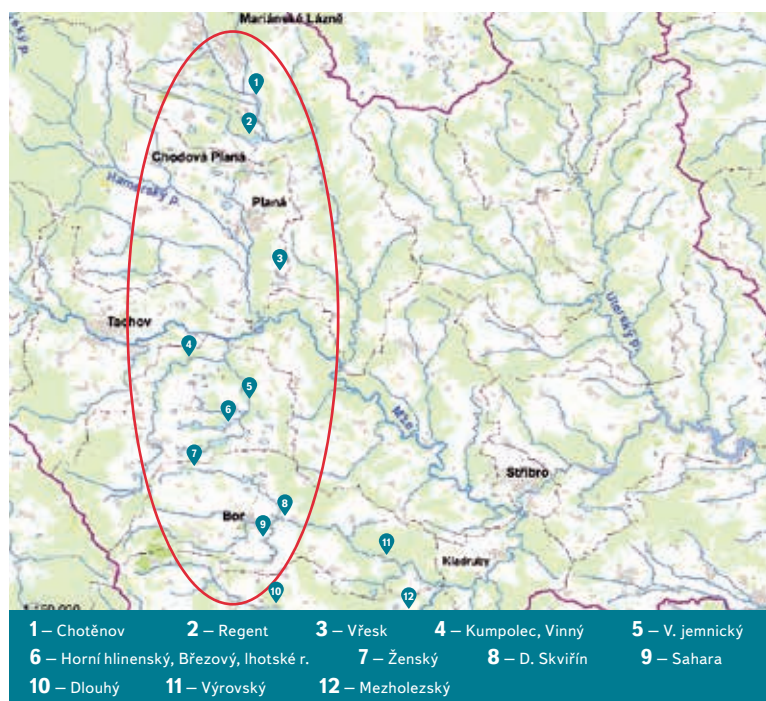
## ÚVOD, METODY, LOKALITA

Studie pro zlepšení kvality vody ve vodní nádrži (VN) Hracholusky (na řece Mži, cca 25 km západně od Plzně) byla vyvolána snahou o zlepšení podmínek k rekreaci, tedy i o zlepšení příjmu obcí v blízkosti nádrže. Hlavním nedostatkem jakosti vody jsou eutrofizační projevy korunované sinicovými vodními květy (*Microcystis sp. div.*). Zásadní příčinou intenzivního růstu sinic je příliš vysoký vstup sloučenin fosforu hlavním přítokem, tedy Mží. V rámci podrobné studie [1] pátrající po zdrojích fosforu byla pozornost věnována také 192 rybníkům s plochou > 1 ha. Nejvýznamnější oblast s rybníky je situována v pásu v horní části povodí (obr. 1).

Cílenému screeningu bylo pro účely zmíněné studie podrobeno celkem 13 rybníků. Hlavními kritérii pro výběr byla velikost, průtočnost a poloha v soustavě. Vybrány byly velké průtočné rybníky umístěné nejlépe jako poslední v soustavě či subpovodí. V průběhu sledování byl ale výběr upraven podle situace (vypuštěný rybník, setkání s neočekávaně hypertrofním rybníkem).

V roce 2017 byly rybníky vzorkovány ve třech termínech: přelom květen/červen, konec července a začátek září. Toto schéma se osvědčilo už při předchozích sledováních, protože poskytuje dobře srovnatelné výsledky při relativně nízké intenzitě monitoringu (Duras, Potužák, nepublik. údaje). Pro lepší vzhled do chování rybníků v průběhu vegetační sezony byly všechny rybníky navzorkovány ještě v dubnu 2018.

V roce 2019 pokračoval stejně koncipovaný monitoring osmi rybníků ze skupiny lokalit sledovaných v roce 2017 s cílem blíže specifikovat jejich roli v látkovém toku fosforu – z toho důvodu byly sledovány i přítoky průtočných rybníků. Screening v roce 2019 byl navíc rozšířen o dalších několik rybníků s cílem dále upřesnit povědomí o celkové situaci (zde uvedeny výsledky tří z nich).



Obr. 1. Povodí VN Hracholusky – vyznačena je oblast bohatá na rybníky a přibližná poloha většiny monitorovaných rybníků

Fig. 1. Drainage area of Hracholusky Reservoir – region rich with fishponds and approximate position of most of the monitored fishponds is marked

Vzorky byly odebírány z povrchové vrstvy vody v oblasti požeráku odběrákem na cca 3 m dlouhé násadě. Dále byly odebírány vzorky vody na odtoku z rybníka, pokud se nejednalo o odtok hladinovým přelivem (pak byla za odtok považována co do jakosti hladinová vrstva vody) a pokud nějaká voda vůbec odtékala. Množství protékající vody bylo měřeno při odběru vzorků (Flow Tracker). Rozsah analýz zahrnoval sloučeniny N, fosfor celkový v nefiltrovaném a necezeném vzorku (P celk) a fosfor fosforečnanový ( $\text{PO}_4\text{P}$ ), nerozpuštěné látky (NL 105 °C) a chlorofyl a (Chl a) stanovený spektrofotometricky po extrakci do horkého etanolu. Na místě byla měřena průhlednost vody Secchiho deskou.

V následujícím textu je uveden stručný přehled nejdůležitějších výsledků. Pro rybníky, kde byl v roce 2019 sledován přítok i odtok, byla spočtena jednoduchá látková bilance pro jednotlivé odběrové dny. Tyto výsledky jsou pouze pro tři odběrové dny a mají význam spíše orientační – lze je vztáhnout pouze na suché letní období roku 2019.

Tabulka 1. Výsledky monitoringu vybraných rybníků v povodí VN Hracholusky

Table 1. Results of water quality monitoring of selected fishponds in the watershed of Hracholusky Reservoir

		<b>Průhl.</b>	<b>NL 105</b>	<b>N-NO<sub>3</sub></b>	<b>N-NH<sub>4</sub></b>	<b>N celk</b>	<b>PO<sub>4</sub>-P</b>	<b>P celk</b>	<b>Chl a</b>
		<b>m</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>ug/l</b>
<b>Regent</b>	1/6/17	1,3	8,8	0,21	0,04	1,3	0,019	0,096	44
	30/7/17	0,70	17	< 0,20	< 0,03	1,4	0,004	0,096	91
	7/9/17	0,80	20	< 0,20	0,72	2,3	0,056	0,22	57
	25/4/18	0,60	25	< 0,20	0,05	0,6	0,026	0,084	33
	<b>AVG 2017</b>	<b>0,75</b>	<b>15</b>	<b>&lt; 0,20</b>		<b>1,7</b>	<b>0,026</b>	<b>0,137</b>	<b>64</b>
<b>Chotěnov</b>	1/6/17	0,3	42	0,20	0,13	1,8	0,049	0,39	220
	30/7/17	0,70	37	0,23	0,05	1,6	0,022	0,22	350
	7/9/17	0,40	40	< 0,20	0,62	2,7	0,048	0,34	160
	25/4/18	0,25	40	0,21	0,24	2,0	0,023	0,30	90
	<b>AVG 2017</b>	<b>0,55</b>	<b>40</b>			<b>2,0</b>	<b>0,040</b>	<b>0,317</b>	<b>243</b>
<b>Dlouhý</b>	1/6/17	0,45	28	< 0,20	0,04	1,5	0,006	0,16	94
	30/7/17	0,20	45	< 0,20	< 0,03	2,3	0,022	0,22	240
	7/9/17	0,20	57	< 0,20	< 0,03	3,9	0,011	0,32	350
	25/4/18	0,55	19	0,42	0,05	0,9	0,025	0,053	59
	<b>AVG 2017</b>	<b>0,20</b>	<b>43</b>	<b>&lt; 0,20</b>		<b>2,6</b>	<b>0,013</b>	<b>0,233</b>	<b>228</b>
<b>Mezholezský</b>	6/6/19	0,40	27	< 0,20	0,04	1,1	0,004	0,095	120
	15/7/19	0,15	160	< 0,20	< 0,03	4,7	0,046	0,59	400
	13/8/19	0,20	68	< 0,20	< 0,03	2,4	0,015	0,34	110
	<b>AVG 2019</b>	<b>0,25</b>	<b>85</b>	<b>&lt; 0,20</b>		<b>2,7</b>	<b>0,022</b>	<b>0,342</b>	<b>210</b>
	<b>Mezholezský</b>	1/6/17	1,3	18	< 0,20	0,04	2,1	0,063	0,20
30/7/17		1,75	7,8	< 0,20	1,7	4,6	0,87	1,4	28
7/9/17		0,50	31	< 0,20	< 0,03	2,0	0,37	0,57	170
25/4/18		0,80	14	1,4	0,07	2,2	0,027	0,058	83
<b>AVG 2017</b>		<b>1,13</b>	<b>19</b>	<b>&lt; 0,20</b>		<b>2,9</b>	<b>0,434</b>	<b>0,723</b>	<b>90</b>
<b>Mezholezský</b>	6/6/19	1,00	14	0,26	0,07	1,4	0,027	0,12	91
	15/7/19	0,60	18	< 0,20	< 0,03	1,5	0,36	0,54	89
	13/8/19	0,50	37	< 0,20	< 0,03	1,7	0,67	0,96	90
	<b>AVG 2019</b>	<b>0,70</b>	<b>23</b>	<b>&lt; 0,20</b>		<b>1,5</b>	<b>0,352</b>	<b>0,540</b>	<b>90</b>
	<b>V. jemnický</b>	1/6/17	0,6	15	< 0,20	0,04	1,8	0,026	0,14
30/7/17		0,60	15	< 0,20	< 0,03	2,1	0,089	0,22	55
7/9/17		0,60	19	< 0,20	< 0,03	2,1	0,016	0,18	58
25/4/18		4,00	2,9	< 0,20	0,05	0,9	0,13	0,17	< 1,0
<b>AVG 2017</b>		<b>0,60</b>	<b>16</b>	<b>&lt; 0,20</b>		<b>2,0</b>	<b>0,044</b>	<b>0,180</b>	<b>53</b>
<b>Vřesk pod</b>	7/9/17		38	< 0,20	< 0,03	1,7	0,007	0,17	
	25/4/18		22	< 0,20	0,21	1,0	0,053	0,10	

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky terénních měření a z pohledu eutrofizace i nejdůležitějších parametrů jakosti vody jsou soustředěny do *tabulek 1–4*. Kde byly zjištěny hodnoty pod mezí stanovitelnosti, nebyla počítána průměrná hodnota, protože počet měření byl malý a koncentrace v některých případech kolísaly v širokém rozsahu. Následující odstavce jsou věnovány stručné charakteristice rybníků soustředěných v *tabulce 1* a získaných výsledků:

- Regent (57 ha) se vyznačuje dlouhodobě poměrně dobrou jakostí vody se slabou tendencí ke tvorbě sinicových vodních květů. Využíván je pro produkční rybníkářství, v roce 2017 první horko s výraznou fází velkých daňů. Bez významnějších zdrojů znečištění v povodí, bez hnojení. Odtok hladinou, ale v suchých letech prakticky žádná voda neodtékala.
- Chotěnov (9 ha) je boční rybník na Hamerském potoce, přijímá vyčištěné odpadní vody z ČOV Mariánské Lázně, ale také nečištěné odlehčované odpadní vody z jednotné kanalizace a ředící vodu z Hamerského potoka. Je tedy výrazně hypertrofní, přetížený živinami i organickými látkami s těžkými sinicovými vodními květy. Rybník je mělký, poměrně průtočný (teoretická doba zdržení vody kolem 10 dní), v letních měsících s rizikem výrazných kyslíkových deficitů. Hustá přikrmovaná obsádka kapra je zcela adekvátní vysokému zatížení rybníka odpadními vodami. Potenciál k biodegradaci organických mikrokontaminantů je zde značný. Odtok hlavně požerákem, ale jakost odtékající vody byla v zásadě shodná s vodou v povrchové vrstvě rybníka (mělký a průtočný!). Pro zlepšení situace je především nezbytné snížit zatížení rybníka znečištěním z odpadních vod, včetně odlehčovaných.
- Dlouhý rybník (28 ha) je pod silným vlivem odpadních vod z městyse Stráž (~ 810 obyvatel včetně části obce Souměř), které sice procházejí v průběhu bezdeštného období dobře pracující ČOV, ovšem za deště dochází s vysokou pravděpodobností k velkým vstupům znečištění s odpadními vodami, které jsou

odlehčované z jednotné kanalizace. Přímá data zatím nejsou, ale lze vycházet jak z výsledků získaných v jiných lokalitách [2], tak z makroskopických pozorování v korytě Úhlavky pod městysem – vlhčené ubrousky na okolní vegetaci a také z absence dešťových retencí na kanalizační městyse. Rybník je obhospodařován ČRS jakožto sportovní, tedy bez hnojení i krmení ryb. Ve velmi suchých letech (2018 a 2019) měl hladinu zakleslou s občasným odtokem vody přes sádky pod rybníkem, koncentrace P celkového byly zjištěny do 0,59 mg/l. Dlouhý rybník je tedy hypertrofní a jeho dřívější cílé rekreační využití je minulostí. Klíč ke zlepšení vidíme především v omezení vstupu fosforu z povodí, přičemž toto opatření bude muset být zřejmě kombinováno s odstraněním sedimentů, kde lze předpokládat obrovskou zásobu fosforu.

- Mezholeský rybník (38 ha) je pod významným vlivem nečištěných a špatně čištěných komunálních odpadních vod (obec Mezholesy, 142 obyvatel), které přispívají k jeho hypertrofnímu charakteru. V Mezholeském rybníce, který je využíván jako produkční, byl v roce 2017 (první horko) zastižen stav s průhlednou vodou a typickým, makroskopicky poměrně hustým vodním květem *Aphanizomenon flos-aquae* za extrémně vysokých koncentrací fosforu (P celk = 1,4 mg/l). Taková situace (ale za nižších koncentrací P) bývala na našich rybnících typická před desítkami let a dnes je spíše vzácností. Je otázka, jestli takový stav může způsobit „pouze“ vliv odpadních vod od 142 obyvatel, či zda přistoupily i další vlivy (hnojení hospodáři kategoricky vylučují). Pozorování v roce 2019 potvrdila stav zjištěný v roce 2017. Dříve využívaný rekreační potenciál lokality zmizel před cca 10–15 lety kvůli zhoršení kvality vody. Během suchých let sice z rybníka žádná voda neodtéká, ovšem během výlovu dojde k emisí P zhruba ve výši 400–1 000 kg, podle aktuální koncentrace P ve vodě, a to bez započtení P vázaného na částice unikajícího sedimentu. Cestou ke zlepšení je primárně snížení zatížení z odpadních vod, k diskusi je i otázka, zda a nakolik by mohlo přispět opatření v akvakultuře.

Tabulka 2. Výsledky monitoringu průtočného rybníka Kumpolec na Sedlišťském potoce v povodí VN Hracholusky

Table 2. Results of water quality monitoring of the fishpond Kumpolec on Sedlišťský stream in the watershed of Hracholusky Reservoir

		Průhl.	NL 105	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N celk	PO <sub>4</sub> -P	P celk	Chl a
		m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l
Kumpolec hladina (odtok)	1/6/17	1,1	13	0,60	0,06	1,5	0,024	0,17	47
	30/7/17	0,50	19	< 0,20	< 0,03	1,3	0,003	0,13	110
	7/9/17	0,70	20	< 0,20	0,04	1,3	0,015	0,13	130
	<b>AVG 2017</b>	<b>0,60</b>	<b>17</b>		<b>0,04</b>	<b>1,4</b>	<b>0,014</b>	<b>0,143</b>	<b>96</b>
	25/4/18	0,50	24	0,74	0,05	1,3	0,025	0,081	140
	6/6/19	0,65	14	0,51	0,09	1,4	0,025	0,150	69
	15/7/19	0,45	21	< 0,20	< 0,03	1,0	0,018	0,190	120
	13/8/19	0,80	11	< 0,20	1,20	2,1	0,085	0,290	13
	<b>AVG 2019</b>	<b>0,63</b>	<b>15</b>		<b>0,44</b>	<b>1,5</b>	<b>0,043</b>	<b>0,210</b>	<b>67</b>
	Kumpolec přítok	6/6/19		12	1,10	0,11	1,9	0,140	0,280
15/7/19			9	0,89	0,13	1,7	0,085	0,300	15
13/8/19			10	0,95	0,11	1,7	0,100	0,340	12
<b>AVG 2019</b>			<b>10</b>		<b>0,12</b>	<b>1,8</b>	<b>0,108</b>	<b>0,307</b>	<b>11</b>

- Velký jemnický rybník (16 ha) je aktuálně součástí přírodní rezervace Tisovské rybníky. Rybník je pod dlouhodobým vlivem odpadních vod z obce Tisová a Jemnice s pravidelným dopadem na kyslíkový režim v rybníce (akutní riziko úhynu rybí obsádky po vyčerpání kyslíku). V roce 2017 zde byl zaznamenán bohatý výskyt ponořené vegetace, která přetrvala i přes poměrně silnou rybí obsádku (~ 830 kg/ha). Přestože rybník má dispozice k silné eutrofii až hypertrofii, v makrofytovém roce 2017 (druhé horko) byla pozorována trvale zvýšená průhlednost vody (0,6 m) a nejnižší koncentrace Chl a ze všech sledovaných rybníků (průměrně 53 µg/l). Rybník byl tedy zastížen v netypických poměrech, které demonstrují zejména vliv ponořené vegetace. Z rybníka v suchém období žádná voda neodtékala, v dalších letech monitorován nebyl.
- Lokalita Vřesk byla situována nikoli přímo na rybníce, ale až pod dvěma malými spíše extenzivně využívanými rybníčky pod hrází Vřesku. Cílem bylo zachytit vliv tohoto seskupení jako celku. Zatímco na rybníce Vřesk byly sinicové vodní květy pozorovány, rybníčky pod ním nic takového neměly – byla zjištěna tendence ke „hnědé“ vodě s rozsivkami, přičemž koncentrace fosforu na odtoku nebyly vysoké.
- Rybníky typu „přehrada“, tedy vodní nádrže v úzkém a hlubokém údolí, kterými protéká poměrně vodný potok. Doba obměny vody je relativně krátká a jakost vody tady do značné míry záleží především na vstupech látek z povodí. Předpokládáme zde značný potenciál pro retenci sloučenin fosforu, tedy uplatnění pozitivního vlivu na vstup fosforu do VN Hracholusky.

Tabulka 3. Výsledky monitoringu průtočných rybníků na Výrovském potoce v povodí VN Hracholusky

Table 3. Results of water quality monitoring of through-flow fishponds on Výrovský stream in the watershed of Hracholusky Reservoir

		Průhl.	NL 105	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N celk	PO <sub>4</sub> -P	P celk	Chl a
		m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l
D. Skviřín hladina	7/9/17	0,30	53	< 0,20	< 0,03	2,5	0,013	0,33	280
	25/4/18	0,50	40	0,84	0,05	2,1	0,043	0,26	170
	6/6/19	0,50	24	< 0,20	0,04	1,3	0,030	0,19	170
	15/7/19	0,40	39	< 0,20	< 0,03	1,4	0,015	0,33	200
	13/8/19	0,18	55	< 0,20	0,14	2,3	0,015	0,45	340
	<b>AVG 2019</b>	<b>0,36</b>	<b>39</b>	<b>&lt; 0,20</b>		<b>1,7</b>	<b>0,020</b>	<b>0,323</b>	<b>237</b>
D. Skviřín odtok	6/6/19		22	< 0,20	0,17	1,5	0,059	0,21	190
	15/7/19		44	< 0,20	< 0,03	1,6	0,021	0,36	240
	13/8/19		43	< 0,20	0,92	2,7	0,033	0,41	220
	<b>AVG 2019</b>		<b>36</b>	<b>&lt; 0,20</b>		<b>1,9</b>	<b>0,038</b>	<b>0,327</b>	<b>217</b>
Výrovský přítok	6/6/19		16	0,65	0,06	1,7	0,093	0,21	43
	15/7/19		7,4	0,82	< 0,03	1,5	0,075	0,18	18
	13/8/19		4,0	0,49	0,05	1,0	0,068	0,16	1,2
	<b>AVG 2019</b>		<b>9</b>	<b>0,65</b>		<b>1,4</b>	<b>0,079</b>	<b>0,183</b>	<b>21</b>
Výrovský hladina	7/9/17	0,90	14	< 0,20	< 0,03	1,1	0,014	0,080	70
	25/4/18	0,40	37	1,6	0,06	2,2	0,033	0,12	150
	6/6/19	0,90	13	0,78	0,05	1,7	0,006	0,066	61
	15/7/19	0,80	11	< 0,20	< 0,03	0,8	0,012	0,11	35
	13/8/19	0,60	25	< 0,20	0,05	0,8	0,008	0,12	75
	<b>AVG 2019</b>	<b>0,77</b>	<b>16</b>			<b>1,1</b>	<b>0,009</b>	<b>0,099</b>	<b>57</b>
Výrovský odtok	6/6/19		46	0,87	0,57	2,4	0,045	0,27	120
	15/7/19		90	< 0,20	0,03	1,1	0,018	0,28	57
	13/8/19		37	0,26	1,6	2,1	0,024	0,58	27
	<b>AVG 2019</b>		<b>58</b>		<b>0,73</b>	<b>1,9</b>	<b>0,029</b>	<b>0,377</b>	<b>68</b>

- Kumpolec (6 ha) na Sedlišťském potoce (*tabulka 2*) je sice eutrofní, ale má tendenci k nesinicovému fytoplanktonu. Rybník je využíván ke sportovnímu rybolovu, takže se neloví, odtok vody je hladinou. Eutrofní stav tohoto rybníka je způsoben vlivem několika menších obcí v povodí: největší z nich, Staré Sedliště, má ~ 1250 obyvatel. Obsah P v odtékající vodě nebyl v roce 2017 vysoký a sledování v roce 2019 doložilo retenci více než třetiny fosforu vstupujícího sem přítokem (~ 30–50%), což za nízkých letních průtoků znamenalo denní retenci v průměru 0,41 kg P a 1,5 kg N. Pokud uvážíme, že nízké letní průtoky trvaly asi čtyři měsíce, mohlo se zachytit velmi zhruba 50 kg P. Pokud ovšem epizodické letní srážky vnesly do rybníka také odlehčené odpadní vody ze sídel, pak by reálná retence P byla podstatně vyšší, tedy významnější.
- Dolní Skviřín (7 ha) na Výrovském potoce (*tabulka 3*) je pod vlivem jak odpadních vod (včetně odlehčovaných) z města Bor (~ 3 900 obyv.), tak pod vlivem početných silně eutrofních (kachních) rybníků v povodí. Ty jsou sice v suchých letech průtočné jen nepatrně, ale lze předpokládat významný transport látek při výlovehách či za větších srážkoodtokových událostí. Jeho role je tedy důležitá, protože uzavírá povodí s četnými a obtížně řešitelnými zdroji fosforu, který může zachycovat. Dolní Skviřín je ale navíc využíván k chovu tzv. polodivokých kachen, které jeho živinovou bilanci zhoršují (viz dále). Silně eutrofní stav rybníka je tedy logický a nevyhnutelný. Jakost vody na odtoku z rybníka byla v roce 2019 zjištěna obdobná jako v povrchové vrstvě rybníka.
- Výrovský rybník leží na Výrovském potoce o ~ 6,9 ř. km níže pod Dolním Skviřínem (*tabulka 3*). Hospodář na něm sice sportovní rybáři (ČRS), ale využívají ho k odchovu zejména kapra. Rybník je každé druhé horko loven. Stav rybníka lze charakterizovat jako dobrou eutrofií a lze uvažovat i o jistém rekreačním potenciálu.

Oba rybníky (Dolní Skviřín a Výrovský) s potokem, který je propojuje, jsou výtečnou příležitostí k rozvinutí samočisticích procesů s retencí (a retardací) nutrientů, které mohou významně zmírňovat vlivy ve svém povodí, a tím přispět ke snížení přísunu fosforu do VN Hracholusky. Ve Výrovském potoce mezi oběma rybníky, který má v mezipovodí ještě potenciální zdroj P v podobě obce Holostřevy, se zdá, že samočisticí procesy v suchém roce 2019 výrazně snižovaly koncentrace i procházející látkové množství fosforu (0–55 %), což představovalo retenci (retardaci) 0–0,41 kg P za den. Získané výsledky vykazují velký rozptyl, což je při práci s bodovými vzorky a měřeními na poměrně dlouhém úseku toku pochopitelné. Upřesnění by vyžadovalo další podrobný monitoring.

Ve Výrovském rybníce byla retence P sice očekávaná, ale nerealizovaná (*tabulka 3*). Z rybníka v roce 2019 odtékalo (ve dnech měření) o 20–70 % P více, než kolik do něho přitékalo (zhruba o 0,2 kg denně). Příčinou byl odtok spodní vody, která se vyznačovala v létě podstatně horší jakostí než voda u hladiny. Pokud bychom provedli propočty pro odtok vody z povrchové vrstvy rybníka, zjistili bychom retenci P v úrovni zhruba 30–60 %, což by odpovídalo zadržení zhruba 0,2 kg P denně. To je významný rozdíl – za čtyři letní měsíce zhruba 50 kg. Jednoduchým opatřením ke zlepšení situace může být tedy změna způsobu vypouštění vody ze spodní na horní. Je třeba ještě zmínit, že po výlovu rybníka (významné emise P) pak při jeho napouštění netekla ve Výrovském potoce níže žádná voda, což je pro ekologický stav vodního toku zásadně negativní jev, byť je v tomto období retence P sto procentní. V managementu Výrovského – hospodářsky využívaného – rybníka se tedy zdají být ještě rezervy.

Podle prvních výsledků se zdá, že systém dvou rybníků (Dolní Skviřín a Výrovský) s 6,9 ř. km dlouhým úsekem Výrovského potoka může po relativně drobných úpravách (eliminace chovu kachen a změna vypouštění vody) přispět k retenci fosforu v dané části povodí VN Hracholusky.

Skupina „kachních“ rybníků (*tabulka 4*) se vyznačuje tím, že ačkoli jejich povodí je bez zdrojů znečištění, kvalita vody je v nich přesto špatná: vysoký obsah P a husté sinicové květy. Vzorkovány byly rybníky Březový (10 ha), Horní hlinenský (10 ha), Sahara (8 ha), Vinný (5 ha), Ženský (8 ha), Silniční lhotský (6,9 ha) a Suchý lhotský (8,5 ha). Tyto rybníky jsou využívány k – z ekologického

pohledu – velmi intenzivní produkci tzv. polodivokých kachen (PD), jež jsou na podzim převedeny na zisk cestou prodeje různých forem odstřelu, tedy zábavy, která s tradičním lovem nemá nic společného (firemní akce, VIP klienti, ...). Protože je tento způsob hospodářského využívání rybníků velmi lukrativní, je i velmi rozšířený.

Pro PD kachnu ve výkrmu byla odhadnuta [1] denní produkce fosforu na zhruba 0,58 g P (minimální odhad). Podle informace Klatovského rybářství, a. s., je průměrná hustota kachen asi 250 ks/ha, na 1 kachnu se spotřebuje 7 kg obilnin a kachny se na rybníce zdrží 3–4 měsíce v roce. Podle informací o odstřelu kachen v podzimním období, jak byly publikovány na webových stránkách téže firmy, lze zhruba odhadnout celkový počet kachen na rybnících v povodí VN Hracholusky na 25–30 tis. kusů. Pokud získané údaje zpracujeme, můžeme odhadnout, že do desetihektarového rybníka (např. Březový) vnesou kachny trusem asi 43,5 kg P měsíčně. Pokud by výkrm kachen trval v průměru 3,5 měsíce, je to 152 kg, z čehož asi 58 kg P je vnášeno se zrním (při obsahu P zhruba 3,3 g/kg a za předpokladu, že veškeré zrní je kachnami zkonzumováno). Při celkovém počtu 25–30 tis. ks PD kachen a při výkrmu po dobu 3,5 měsíce se jedná asi o 1,5–1,8 t P. Jakkoli se jedná o velmi hrubé odhady, je zřejmé, že se touto cestou do vodního prostředí dostává velmi významné množství fosforu.

Co do jakosti vody musíme všechny monitorované rybníky s chovem PD kachen považovat za jasně hypertrofní (*tabulka 4*), kde dominantní podíl na biomase fytoplanktonu mají sinicové vodní květy. Poměrně vysoké byly zjištěny i koncentrace N celkového – za absence  $\text{NO}_3\text{N}$  a při obvykle nízkých koncentracích  $\text{NH}_4\text{N}$  se tedy jedná převážně o N organicky vázaný. Nejhorší poměry byly zjištěny v Silničním lhotském rybníce, kde dochází také ke splavování exkrementů hovězího dobytka z okolních pastvin, a to zejména v zimním období, kdy je dobytek stále na týchž pozemcích, ovšem travní drn už splachům nebrání (Klatovské rybářství, a. s., ústní sdělení). O řešení těchto splachů se zatím rybníkáři nepokusili kvůli zachování dobrých vztahů se sousedními hospodářskými subjekty. Bez hledání konkrétní zodpovědnosti, a tedy bez narovnání vztahů v jednotlivých mikropovodích ovšem není možné jakost vody vůbec řešit.

Je otázka, zda intenzivní chov kachen je správnou formou managementu rybníků, protože kromě přetížení ekosystému rybníka fosforem a organickou hmotou mají vysoké obsádky PD kachen ničivý vliv i na litorální porosty (sešlap, konzumace, zásobení exkrementy) a organismy v nich žijící (hmyz, obojživelníci, ...), tedy na ekologický stav lokality obecně [3]. Podle výsledků citovaných ve studii [3] bylo ze strany MZe doporučeno nepřekračovat počet kachen na rybnících v úrovni 25 ks/ha. V posudku AOPK, který byl citován Nejvyšším správním soudem v kauze týkající se Sirákovského rybníka na Havlíčkovobrodsku (čj. 2 As 6/2009 – 79) se praví, že na ekologicky cenných rybnících by početnost PD kachen neměla přesáhnout 10 ks/ha a u eutrofních až hypertrofních bez většího ekologického významu pak 20 ks/ha. V rámci této kauzy byl předložen i další posudek připouštějící až 50–70 ks/ha. Je tedy vidět, že přístupy jsou velmi různé a pro každou lokalitu bude třeba zvolit ten optimální. Každopádně každý z uvedených pohledů znamená výrazné snížení vnosu sloučenin fosforu od zhruba pětiny až čtvrtiny až po desetinu.

Tuto otázku považujeme za závažnou, ale zatím víceméně neřešenou. Je na čase začít se tématem zabývat a hledat nějaký racionální přístup.

Zásoba sloučenin fosforu v rybníční vodě je důležitý parametr pro hodnocení úlohy rybníků v povodí. Za suchého léta ze značné části rybníků žádná voda neodtéká, takže nejsou ani zdrojem eutrofizačně rizikového fosforu. Reálně ovšem hrozí riziko, že při výraznější srážkoodtokové události dojde k obměně části vody v rybnících a k odtoku zásoby P i se sinicovým vodním květem dolů po toku. Riziko vypláchnutí značného množství sloučenin fosforu za deště lze ukázat na odhadu množství fosforu obsaženého v jednotlivých rybnících. Podle jednoduchého propočtu (průměrná koncentrace P celk. za odběry v roce 2017 × objem rybníka), jak byl proveden v podrobné studii [1], má většina rybníků okamžitou zásobu P v úrovni do 50 kg. Výjimkou byl hypertrofní Silniční lhotský rybník se zásobou až 130 kg.

Tabulka 4. Výsledky monitoringu rybníků s produkcí PD kachen v povodí VN Hracholusky

Table 4. Results of water quality monitoring of fishponds with "hunters-duck" production in the watershed of Hracholusky Reservoir

		Průhl.	NL 105	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N celk	PO <sub>4</sub> -P	P celk	Chl a
		m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l
Březový	1/6/17	1,1	7,4	< 0,20	0,16	1,9	0,015	0,13	37
	30/7/17	0,20	66	< 0,20	< 0,03	2,5	0,016	0,29	360
	7/9/17	0,25	56	< 0,20	< 0,03	2,7	0,010	0,24	230
	25/4/18	0,40	32	< 0,20	0,05	1,3	0,025	0,14	66
	<b>AVG 2017</b>	<b>0,23</b>	<b>43</b>	<b>&lt; 0,20</b>		<b>2,4</b>	<b>0,014</b>	<b>0,220</b>	<b>209</b>
H. hlinenský	1/6/17	0,2	53	< 0,20	0,09	3,1	0,031	0,43	220
	30/7/17	0,20	79	< 0,20	< 0,03	4,6	0,004	0,37	420
	7/9/17	0,10	93	< 0,20	< 0,03	7,0	0,005	0,39	370
	25/4/18	1,10	11	< 0,20	0,08	1,1	0,026	0,065	22
	<b>AVG 2017</b>	<b>0,15</b>	<b>75</b>	<b>&lt; 0,20</b>		<b>4,9</b>	<b>0,013</b>	<b>0,397</b>	<b>337</b>
Vinný	30/7/17	0,10	91	< 0,20	0,27	3,7	0,099	0,36	420
	7/9/17	0,15	84	< 0,20	< 0,03	4,7	0,070	0,38	230
	25/4/18	1,00	13	1,7	0,30	2,9	0,038	0,052	13
	6/6/19	0,30	40	< 0,20	0,04	2,7	0,16	0,44	79
	15/7/19	0,40	37	< 0,20	< 0,03	2,1	0,023	0,29	150
	13/8/19	0,18	120	< 0,20	0,10	3,9	0,020	0,62	900
	<b>AVG 2019</b>	<b>0,29</b>	<b>66</b>	<b>&lt; 0,20</b>		<b>2,9</b>	<b>0,068</b>	<b>0,450</b>	<b>376</b>
Sahara	30/7/17	0,15	80	< 0,20	< 0,03	4,8	0,009	0,37	360
	7/9/17	0,15	45	< 0,20	< 0,03	5,5	0,018	0,41	390
	25/4/18	0,25	58	< 0,20	0,05	1,8	0,022	0,21	160
	6/6/19	0,25	78	< 0,20	0,04	3,1	0,13	0,74	290
	15/7/19	0,20	69	< 0,20	0,51	3,4	0,049	0,56	230
	13/8/19	0,14	80	< 0,20	0,03	3,7	0,017	0,55	310
	<b>AVG 2019</b>	<b>0,20</b>	<b>76</b>	<b>&lt; 0,20</b>	<b>0,19</b>	<b>3,4</b>	<b>0,065</b>	<b>0,617</b>	<b>277</b>
Silniční lhotský	6/6/19	0,30	32	0,30	5,8	7,6	0,11	0,46	120
	15/7/19	0,15	140	< 0,20	< 0,03	5,1	0,57	1,9	650
	13/8/19	0,12	180	< 0,20	0,03	5,1	0,064	1,3	560
	<b>AVG 2019</b>	<b>0,19</b>	<b>117</b>	<b>&lt; 0,20</b>		<b>5,9</b>	<b>0,248</b>	<b>1,220</b>	<b>443</b>
Suchý lhotský	15/7/19	0,25	52	< 0,20	0,31	2,7	0,060	0,55	320
	13/8/19	0,14	64	< 0,20	0,80	3,6	0,055	0,51	350
Ženský	15/7/19	0,30	43	< 0,20	< 0,03	1,4	0,017	0,25	120
	13/8/19	0,15	95	< 0,20	0,04	1,7	0,010	0,35	180

Vybočují také velké rybníky (Regent – 127 kg), zejména pokud jsou silně eutrofní až hypertrofní. Dlouhý rybník v průměru 115 kg a Mezholezský dokonce 559 kg. Důležité je vědět, že s pokračováním letní sezony se v těchto rybnících koncentrace P zvyšují, takže uvedené hodnoty mohou být až dvojnásobné. To pro Mezholezský rybník ovšem znamená až 0,8 tuny!

Další silně rizikovou situací je období výlovů, kdy se kromě vody (celý objem rybníka) exportuje při samotném lovení i část usazenin a na jejich částičky vázaný fosfor. Odtok částic sedimentu je z pohledu projektu zaměřeného na zlepšení jakosti vody v údolní nádrži významný zejména proto, že částičky se usazují v horní mělké části nádrže, kde se připojují ke starším usazeninám, jež při snížení hladiny, zvýšení pH nebo poklesu redox potenciálu mohou sloužit jako prakticky nevyčerpatelná zásoba fosforu pro fytoplankton. To v praxi znamená, že pokud budou realizována nějaká nápravná opatření v povodí, bude právě tato zásoba fosforu brzdit až blokovat odezvu nádrže.

Vysoké koncentrace sloučenin fosforu v rybnících jsou zajímavé i z pohledu obecně platných limitů pro povrchové vody. Podle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je přípustné znečištění povrchových vod do 0,15 mg/l P celkového jako roční průměrná hodnota. O výjimkách citované NV nehovoří. V praxi stále ještě používaný metodický pokyn ZP03/2003, který se v otázce jakosti vody odvolává na dávno již neplatné NV, nelze již dnes, podle našeho názoru, považovat v této otázce za relevantní předpis. Hodnocení ekologického stavu/potenciálu podle aktuálně platné metodiky pro povrchové vody stojaté (typ jezero) sice v zásadě nelze provést, ale buď jak buď, s vysokými koncentracemi sloučenin fosforu a obrovskou biomasou sinicového fytoplanktonu dobrého ekologického potenciálu dosáhnout nelze.

## ZÁVĚR

Hodnocení úlohy rybníků je obecně obtížné a komplikované, což platí v projektech zaměřených na zlepšení jakosti vody přehradních nádrží dvojnásob. V povodí VN Hracholusky se nachází široké spektrum rybníků s různými kombinacemi vlivů. Od rozhodujícího vlivu odpadních vod, přes vliv povodí jako celku, až po vliv rybářského hospodaření. V této souvislosti byl zjištěn jako velmi důležitý vliv podporující eutrofizaci chov polodivokých mysliveckých kachen.

Podle vlivů musí být strukturována i případná zlepšující opatření, např. lepší čištění odpadních vod, omezení vstupu odlehčovaných vod z měst a obcí, úprava hospodaření na rybnících samotných či pouze změna způsobu vypouštění vody.

V suchém období sice z mnoha rybníků žádná voda neodtéká, nicméně je třeba brát v úvahu i možnost náhlého vyplavení sloučenin fosforu (+ sinicové biomasy) za srážkoodtokové události a transport látek během výlovů. V této souvislosti má zásadní význam zejména poslední (dolní) rybník v každé rybníční soustavě.

Pokud rybníky nejsou přetěžovány vstupy látek z obcí či hospodaření, představují velký potenciál k retenci živin, který může velmi přispět k řešení situace v povodích vodních nádrží s vodárenským či rekreačním využitím.

Celá oblast rybníků a hospodaření na nich, podle našeho názoru, nutně potřebuje zásadní diskusi a nastavení pravidel odpovídajících počátku třetího tisíciletí. To ostatně uložil také Vodní zákon oběma ministerstvům (MZe a MŽP) už před zhruba pěti lety. Podle vyjádření tiskové mluvčí MŽP ze dne 26. 8. 2019 (mailová korespondence) je zásadní neochota otevřít tuto nelehkou otázku na straně MZe. Uvidíme.

## Poděkování

*Monitoring a vyhodnocení rybníků bylo podpořeno z projektu Krajského úřadu Plzeňského kraje.*

## Literatura

[1] Studie na zlepšení jakosti vod na vodním díle Hracholusky. Studie pro Plzeňský kraj. Sdružení společností VRV & DHI. Praha, 2018. 255 s.

[2] DURAS, J. a MARCEL, M. *Vstupy živin odlehčenými odpadních vod – měření v povodí VN Hracholusky.* In: Sborník konference Vodárenská biologie 2019, 6.–7. února 2019, Praha. Říhová-Ambrožová J. a Pecinová A. (edit.), str. 134–143. ISBN: 978-80-88238-12-6.

[3] FISCHER, D. a FAJNA, R. *Analýza vlivů na VKP rybník.* Zpracováno pro MŽP ČR. Voltuš, 2009, 57 s.

## Autoři

**RNDr. Jindřich Duras, Ph.D.**

✉ [jindrich.duras@pvl.cz](mailto:jindrich.duras@pvl.cz)

**Ing. Michal Marcel**

✉ [michal.marcel@pvl.cz](mailto:michal.marcel@pvl.cz)

**Povodí Vltavy, s. p.**

Príspevek prošel lektorským řízením.

## FISHPONDS IN HRACHOLUSKY RESERVOIR DRAINAGE BASIN – RESULTS FROM SCREENING

**DURAS, J.; MARCEL, M.**

**Povodí Vltavy, state enterprise**

**Keywords:** fish ponds – eutrophication – phosphorus – poultry – ducks

Series of 16 fishponds was monitored as a part of a drainage basin of Hracholusky reservoir, which is subject of a recovery project. All the fishponds were eutrophic – hypertrophic due to wastewaters from villages and little cities (including overflows from sewers) and/or due to too intensive production of “hunters ducks” – the phenomenon that is rarely mentioned. All the “duck ponds” were rich in phosphorus and cyanobacterial blooms. After rough calculations we estimated input of P by all the ducks raised in studied drainage area as 1,5–1,8 t per year. Despite during dry Summers nearly no water released the ponds supply of phosphorus in ponds water was considerable – in the end of the season over 1 ton. This P could be outflowed by rainwaters and reach the reservoir or is released during fish harvest. Generally, it was found that decrease of pollution input into the fishponds will be necessary and proper measures should be proposed and discussed. Then we will get very helpful component retaining nutrients in the watershed. Fundamental discussion concerning proper fishpond management is necessary to improve the situation.