



Obr. 1. MVN Želeč
Fig. 1. Small water reservoir (SWR) Želeč

Posouzení vztahu mezi kvalitou vody a funkcemi malých vodních nádrží

**MILOŠ ROZKOŠNÝ, ZDENĚK ADÁMEK, HANA HUDCOVÁ, PAVEL SEDLÁČEK,
RENATA PAVELKOVÁ, VÁCLAV DAVID, MIRIAM DZURÁKOVÁ**

Klíčová slova: kvalita vody – malé vodní nádrže – rybníky – zaniklé rybníky – využití půdy

SOUHRN

Malé vodní nádrže (MVN) jsou ve středoevropském prostoru jedním ze základních elementů zemědělské krajiny. V letech 2013 až 2015 bylo průběžně prováděno sledování kvality vodního prostředí vybraných rybníků a malých vodních nádrží (MVN) v oblastech jižní a střední Moravy a Vysočiny. Záměrem je věnovat pozornost vzájemnému ovlivnění jakosti povrchových tekoucích vod a jakosti vody rybníků a MVN při zohlednění jejich hospodářského využití, provést terénní šetření aktuální situace na vybraných vzorkových lokalitách a monitorovat stav jejich vodního prostředí a působících vlivů. Ekosystémy

sledovaných nádrží významně redukovaly silné znečištění přinášené přítoky, jak dokladují především výsledky z MVN Želeč. Sledované nádrže měly pozitivní dopad na zadržení dusíku a fosforu původem ze znečištěných povrchových vod a naředěných odpadních vod produkovaných osídleními v povodí. Významná byla také redukce mikrobiálního znečištění vody. Výsledky získané z lokalit ukazují, že je nutné přesně stanovit primární účel a formulovat i konkrétní požadované funkce nádrží (rybníků i ostatních malých vodních nádrží). S těmito cíli je třeba stanovit základní principy managementu jednotlivých rybníků a MVN.

ÚVOD

Malé vodní nádrže jsou ve středoevropském prostoru jedním ze základních elementů zemědělské krajiny [1]. Představují jednu z nejhodnotnějších přírodě blízkých složek kulturní krajiny, jinak zcela transformované intenzivní lidskou činností [2]. Rybníky, jako jeden z typů malých vodních nádrží, jsou významným typem biotopů vybudovaných jako umělé stavby v místech s příznivou konfigurací terénu. Postupem doby se staly organickou součástí krajiny a nahradily tak jezera, která se u nás prakticky nevyskytují. Osídleny byly pestrým společenstvem vodních a bažinných organismů. Je známo, že kvalita vody se v rybnících často zásadně mění, podle míry znečištění dochází v kvalitě vody ke změnám, a to buď pozitivním, v případě silného organického zatížení přítoku – např. [3–6], nebo negativním, v případě neznečištěného přítoku – např. [7]. V důsledku přísunu živin z povodí i vstupů ve formě krmiv a hnojiv aplikovaných v rámci rybářského hospodaření lze většinu českých rybníků považovat za eutrofní až hypertrofní vodní ekosystémy. Také další typy malých vodních nádrží mohou plnit více funkcí v krajině, včetně redukce (až eliminace) znečištění transportovaného říční sítí. Z ekologického hlediska jsou významným lokálním biocentrem zvyšujícím biodiverzitu v krajině [8]. Vodohospodářsky zadržují vodu v povodí a ovlivňují její další distribuci, mají nezanedbatelný vliv na hladinu podzemní vody a půdní vláhu, při správné manipulaci s retenčním prostorem jsou schopné transformovat povodňové vlny [9, 10]. Přes svoji nezastupitelnost v krajině tvoří malé vodní nádrže také jeden z ohrožených ekosystémů v Evropě, který je pod neustálým antropogenním tlakem. Nejvíce náchylné jsou malé vodní nádrže v blízkosti velkých sídel nebo v zemědělsky intenzivně obhospodařované krajině. Zde čelí riziku znečištění vod splašky, eutrofizace vlivem používání umělých hnojiv, splachů půdy ze zemědělských ploch, drenáže mokřadních litorálních zón [2] atd.

LOKALITY A METODIKA

V letech 2013 až 2015 bylo průběžně prováděno sledování kvality vodního prostředí vybraných rybníků a malých vodních nádrží (MVN) v oblastech jižní a střední Moravy a Vysočiny. Záměrem je věnovat pozornost vzájemnému ovlivnění jakosti povrchových tekoucích vod a jakosti vody rybníků a MVN při zohlednění jejich hospodářského využití, provést terénní šetření aktuální situace na vybraných vzorkových lokalitách a monitorovat stav jejich vodního prostředí a působících vlivů. Při řešení je využívána databáze výsledků z let 2000 až 2010, získaných v rámci řešení předchozích výzkumných projektů, např. [10, 11]. Nově byly sledovány následující malé vodní nádrže:

- 1. MVN – obec Dražovice – 49.1990025N, 16.9417000E / hlavní funkce – rekreační rybolov, rekreace (obr. 2)
- 2. MVN – obec Želeč – 49.3472344N, 17.1273514E / hlavní funkce – retence vody, podpora biodiverzity v zemědělsky obhospodařovaném povodí (prakticky 90 % půdy využíváno jako orná v povodí) (obr. 1)
- 3. MVN – obec Němčice – 49.4342464N, 16.7091728E / hlavní funkce – protipovodňová ochrana, retence vody v krajině, podpora biodiverzity (obr. 3)
- 4. MVN – obec Velký Rybník – 49.4860272N, 15.3088683E / hlavní funkce – protipovodňová ochrana, retence vody v krajině, podpora biodiverzity (obr. 4)

Hodnocení změn v míře znečištění vodního prostředí bylo zaměřeno na nutrienty, ukazatele kyslíkového režimu a biologické ukazatele. Odběry vzorků vody byly prováděny několikrát ročně (4–6x) v typických obdobích vývoje ekosystému nádrží, tedy v období brzkého jara, přelomu jara a léta (květen), v letním období s nejvyššími teplotami prostředí a vody, přelomu léta a podzimu a období nízkých teplot na podzim, případně i období se zámrzem vodní hladiny. V terénu byly přímo měřeny fyzikálně-chemické parametry vodního

prostředí (teplota vody, rozpuštěný kyslík, nasycení kyslíkem, pH, elektrická konduktivita), a to přístrojem HACH Lange HQ40d. Měření byla prováděna při hladině a v různých hloubkách v případě nádrží a bodově v případě přítoků a odtoků. V laboratoři byly stanovovány ukazatele jakosti vod reprezentující organické znečištění, jednotlivé formy dusíku, fosforu a uhlíku, mikrobiologické ukazatele znečištění vod a obsah nerozpuštěných (suspendovaných) látek. Hodnocení potenciálu retence nutrientů na sledovaných lokalitách bylo založeno na metodických doporučeních komise pro ochranu Dunaje [12, 13]. Tyto metody jsou založeny na srovnání vstupních a odtokových hodnot látkových zatížení (koncentrací) jednotlivých ukazatelů kvality vody.



Obr. 2. MVN Dražovice

Fig. 2. SWR Dražovice



Obr. 3. MVN Němčice

Fig. 3. SWR Němčice



Obr. 4. MVN Velký Rybník

Fig. 4. SWR Velký Rybník

VÝSLEDKY A DISKUSE

Nádrže Dražovice a Želeč jsou využívány pro rekreační aktivity, zejména rybaření, a vodohospodářské potřeby. Tyto lokality se nacházejí v povodích s převahou orné půdy. V *tabulkách 1 a 3* jsou uvedena vybraná měření popisující vodní prostředí obou nádrží a jeho vývoj v průběhu roku 2014. V následujících *tabulkách 2 a 4* jsou uvedeny průměrné hodnoty parametrů kvality vody analyzovaných ze vzorků odebraných v přítokovém (obvykle nad začátkem vzdutí do hlavního přítoku) a odtokovém (pod odtokovým objektem) profilu umístěných na retenčních nádržích.

V případě lokality Dražovice byla výstavba nádrže dokončena v roce 2012, před začátkem monitoringu, což je zřejmé i z jejího oživení. Přitékající voda je odtokem z nádrže situované o cca 400 m výše, tudíž nedocházelo k její degradaci zdržením v akumulaci. Povodí nádrže je tvořeno takřka výlučně polními plochami. Slabá vrstva sedimentů (4 cm) je tvořena převážně jemnými jílovitými částicemi. Do nádrže byly na podzim 2013 a na jaře 2014 vysazeny ryby, což vedlo k eliminaci velkých perlooček rodu *Daphnia* (*D. magna*, *D. longispina*).

Tabulka 1. Abiotické parametry prostředí nádrže Dražovice zjištěné při odběrech in situ

Table 1. Abiotic parameters of the SWR Dražovice environment, determined during monitoring in-situ

Ukazatel/Datum	III. 2014	V. 2014	VIII. 2014	X. 2014
Hloubka – cm	110	120	120	100
Teplota hladina – °C	6,6	23,5	24,6	13,6
Teplota dno – °C	6,3	23,2	22,6	13,6
O ₂ hladina – mg/l	13,19	8,64	8,27	9,61
O ₂ dno – mg/l	13,84	8,41	5,12	9,59
Nasycení O ₂ hladina – %	107,9	102,3	99,4	92,7
Nasycení O ₂ dno – %	111,4	98,9	58,7	92,5
Průhlednost – cm	110 (dno)	66	27	16
Sedimenty – cm	4	4	5	4

Nasycení vody kyslíkem během roku 2014 odpovídalo především teplotním poměrům v nádrži a nepředstavovalo problém pro plnění funkcí nádrže, i s ohledem na její nízké zatížení organickými látkami na přítoku (*tabulka 2*). Průhlednost nádrže se postupně snížila v důsledku nasazení ryb a víření sedimentů dna, i když celkový obsah sedimentů je nízký (*tabulka 1*).

V *tabulce 2* jsou výsledky monitoringu nádrže Dražovice rozděleny na dvě období, před nasazením první rybí obsádky (období A) a po nasazení rybí obsádky, zahrnující i její doplňování (období B). Výsledné hodnoty dlouhodobé účinnosti čištění jsou ovlivněny tím, že se jedná o výpočty z poměrně malých koncentrací. Celkově je zatížení organickými látkami velmi nízké (ukazatele BSK₅, TOC). To platí i pro nutrienty (ukazatele celkový dusík – N_{celk} a celkový fosfor – P_{celk}). V případě fosforu se účinnost zadržení snížila v období s rybí obsádkou, což je ale spíše souvislost s vířením sedimentů a materiálu dna (původní místní zemina), na nějž je fosfor vázán, a jeho odnosem.

Významný rozdíl, dokladovaný i daty v první tabulce (průhlednost), nastal v odtokových koncentracích nerozpuštěných látek (NL), ve druhém období B jsou tyto koncentrace vyšší.

Tabulka 2. Průměrné hodnoty ukazatelů kvality vody na přítoku (In) a odtoku (Out) z nádrže Dražovice během dvou období (A, B)

Table 2. Average values of water quality parameters in the inflow (In) and the outflow (Out) of the SWR Dražovice during two periods (A, B)

Profil / Ukazatel	BSK ₅	TOC	NL	N _{celk}	P _{celk}
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DR-A-In	1,5	7,0	6,6	0,8	0,06
DR-A-Out	1,7	6,9	7,3	0,6	0
DR-B-In	4,1	12,9	20,9	4,3	0,11
DR-B-Out	3,8	12,9	44,3	3,3	0,07
Účinnost čištění (období A)	- 13 %	2 %	- 12 %	22 %	100 %
Účinnost čištění (období B)	8 %	0 %	- 112 %	24 %	37 %

Legenda: NL – nerozpuštěné látky sušené; N_{celk} – celkový dusík, P_{celk} – celkový fosfor
 Legend: NL – total suspended solids, N_{celk} – total nitrogen, P_{celk} – total phosphorus, BSK – BOD

Nádrž na Želečském potoce (5,29 ha) slouží jako víceúčelová s cílem řízení odtokových poměrů v povodí. Svým charakterem představuje nádrž retenční s protipovodňovou funkcí a slouží i k rekreaci. V době minimálních průtoků zajišťuje požadovaný minimální průtok 1 l/s. Skutečností však je, že slouží více-méně jako stabilizační rybník pro eliminaci komunálního znečištění z obce s minimální možností rekreačního využití z důvodu velmi nízké kvality vody a extrémně silného výskytu vodních květů sinic. Je situována mezi polními plochami v otevřené krajině. Vrstva sedimentů na dně dosahuje u hráze setrvalě přibližně 10 cm a je tvořena černým anaerobním bahnem. V podzimním období bylo registrováno razantní zvýšení mocnosti sedimentů na 20 cm. V důsledku anaerobie dna se v nádrži v létě 2014 nevyskytoval zoobentos, ojedinělé oživení dna bylo registrováno až v podzimním termínu (7. 10. 2014), kdy se v zoobentosu objevily tolerantní larvy pakomárů *Chironomus plumosus* (222 ind a 0,44 g na m²).

Silné organické zatížení se projevilo značnou rozkolísaností kyslíkových poměrů na konci jarního období, kdy bylo na hladině naměřeno stoprocentní nasycení (9,90 mg/l O₂ a 102,6% nasycení), zatímco u dna v hloubce pouhých 140 cm byla registrována hluboká hypoxie (v podstatě anoxie 0,16 mg/l O₂ a 1,9% nasycení).

Expozice nádrže působení větrů v otevřené krajině vede často k promíchání vrstev vody a její intenzivní aeraci, takže například za větrného počasí v srpnu 2014 byly rozdíly mezi hladinou a dnem výrazně menší než v období stratifikace (hladina 10,07 mg/l O₂, resp. 116,4 % a dno 5,39 mg/l O₂, resp. 62,1 %). V období podzimní cirkulace pak byla stratifikace zcela eliminována a kyslíku bylo v celém vodním sloupci dostatek (7. 10. 2014, hladina 14,51 mg/l O₂, resp. 145,3 % a dno 15,70 mg/l O₂, resp. 152,0 %). Podobně teplota vody u dna byla v těchto obdobích prakticky shodná s teplotou u hladiny (*tabulka 3*).

Tabulka 3. Abiotické parametry prostředí nádrže Želeč zjištěné při odběrech in situ
Table 3. Abiotic parameters of the SWR Želeč environment, determined during monitoring in-situ

Ukazatel/Datum	III. 2014	V. 2014	VIII. 2014	X. 2014
Hloubka – cm	160	160	160	160
Teplota hladina – °C	6,6	22,3	22,4	14,0
Teplota dno – °C	5,8	17,9	22,1	13,8
O ₂ hladina – mg/l	30,42	9,99	10,07	14,51
O ₂ dno – mg/l	18,14	0,47	5,39	15,70
Nasycení O ₂ hladina – %	249,8	114,0	116,4	145,3
Nasycení O ₂ dno – %	143,1	4,9	62,1	152,0
Průhlednost – cm	39	30	21	30
Sedimenty – cm	10	9	9	20

V případě monitoringu nádrže Želeč je nutné zohlednit vliv znečištění přítokajících kanalizačním systémem obce Želeč. V obci je Želečský potok zatrubněn a na profilu výusti je voda poměrně značně znečištěná. Bakteriální znečištění odpovídá 5. třídě čistoty vod, organické znečištění 3. až 5. třídě, koncentrace amoniakálního dusíku 4. až 5. třídě, nerozpuštěné látky 2. až 3. třídě a celkový fosfor 4. až 5. třídě. Vzdálenost od tohoto profilu do konce vzduť retenční nádrže je přibližně 1300 m. Délka retenční nádrže je přibližně 650 m, z toho přibližně polovinu délky protéká voda rozsáhlým litorálním pásmem rákosin (převážná většina porostu je tvořena rákosem obecným *Phragmites australis*). Na konci vzduť MVN, tedy na přítoku do litorální zóny, je míra znečištění potoka nižší.

Účinnost čištění MVN Želeč je vysoká pro ukazatele mikrobiálního znečištění (enterokoky a fekální koliformní bakterie – indikátory používané pro hodnocení tzv. koupacích lokalit), formy dusíku a celkový fosfor (tabulka 4). Podobně jako v případě nádrže Dražovice, průměrné účinnosti odstranění pro BSK, TOC a nerozpuštěné látky byly negativní, což je ovlivněno biologickými procesy probíhajícími ve vodním útvaru v průběhu vegetačních období. Organické znečištění pocházející z kanalizačního systému obce Želeč je vysoce redukováno, avšak s výsledkem nárůstu primární produkce fytoplanktonu ukazatelů, která vede až ke vzniku silných vodních květů s převahou sinic rodu *Microcystis*.

Tabulka 4. Průměrné hodnoty ukazatelů kvality vody na přítoku (In) a odtoku (Out) z nádrže na Želečském potoce
Table 4. Average values of water quality parameters in the inflow (In) and the outflow (Out) of the SWR Želeč

Profil / Ukazatel	BSK ₅	TOC	NL	Entero- koky	Fekální koliformní bakterie	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N-NO ₂ ⁻	N _{celk}	P _{celk}
	mg/l	mg/l	mg/l	KTJ/1 ml	KTJ/1 ml	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
ZEL In	6,9	7,6	10,1	29	50	3,7	4,0	0,4	8,7	0,81
ZEL Out	14,9	24,8	60,0	2	1	0,5	1,1	0,1	5,1	0,46
Účinnost čištění	- 133 %	- 225 %	- 494 %	92 %	98 %	87 %	72 %	79 %	42 %	43 %

Druhou skupinu hodnocených nádrží tvoří MVN Němčice a Velký Rybník. Hlavním účelem jejich výstavby bylo zajištění protipovodňové ochrany území ležící pod nimi, retence vody a podpora biodiverzity. K druhému účelu slouží realizované litorální zóny, mokřady v zátopě a doprovodné výsadby. V tabulkách 5 a 7 jsou uvedena vybraná měření popisující vodní prostředí obou nádrží a jeho vývoj v průběhu roku 2014.

Tabulka 5. Abiotické parametry prostředí nádrže Němčice zjištěné při odběrech in situ
Table 5. Abiotic parameters of the SWR Němčice environment, determined during monitoring in-situ

Ukazatel/Datum	III. 2014	V. 2014	VIII. 2014	X. 2014
Hloubka – cm	110	100	100	120
Teplota hladina – °C	4,4	19,1	23,1	11,6
Teplota dno – °C	4,2	15,8	20,2	11,6
O ₂ hladina – mg/l	15,47	9,90	22,27	8,98
O ₂ dno – mg/l	16,17	2,90	4,80	8,95
Nasycení O ₂ hladina – %	121,3	102,6	254,2	82,7
Nasycení O ₂ dno – %	123,9	29,4	53,0	82,7
Průhlednost – cm	110 (dno)	25	11	77
Sedimenty – cm	10	12	12	13

Nádrž Němčice je situována v polní a luční krajině a je dotována živinami z výše položené obce a polních ploch v povodí. Eutrofizace nádrže se proto projevuje především ve vývoji kyslíkových poměrů, jejichž hodnoty v obdobích jarní a podzimní cirkulace podpořené prouděním vzduchu v otevřené krajině jsou vyrovnané v celém vertikálním profilu. To potvrzují i minimální rozdíly v teplotě vody u hladiny a u dna v těchto termínech. Od pozdního jara dochází přes celé letní období k výrazné stagnaci, která vede k extrémním rozdílům v koncentraci kyslíku mezi hladinovou vrstvou (22,27 mg/l) a dnem v hloubce pouze 1 m (4,80 mg/l). Průhlednost klesá v důsledku rozvoje fytoplanktonu i zákalu způsobeného vířením sedimentů divokými kachnami a rybí obsadkou z jarních vysokých hodnot (110 cm) až na 11 cm v srpnu (tabulka 5). Vrstva sedimentů na dně se v porovnání s rokem 2013 (14 cm) nijak významně nezměnila (10–13 cm). Stejně tak i dno bylo i nadále mozaikovitě zarostlé porosty rdestu (*Potamogeton pectinatus*) s vynořenými ostrůvky rdesna obojživelného (*Persicaria amphibia*) a hojně shluky šroubatky (*Spirogyra* sp.) při březích.

Zoobentos nádrže je v důsledku nepříznivých podmínek prostředí velmi chudý a jeho abundance a biomasa v roce 2014 činila pouze maximálně stovky jedinců a desetiny gramu na m². Výjimkou byl pouze početný výskyt nitěnek *Tubifex tubifex* v květnu, později však vymizely (pravděpodobně predace rybami) a v létě byla nádrž zcela bez zoobentosu.

Na nádrži přetrvávají problémy způsobené početnou populací invazní kaprovité ryby střevličky východní (*Pseudorasbora parva* – obr. 5). Její abundance sice v průběhu roku klesla z průměrné CPUE 1 hod. (n = 3) 93 ± 21 ks (356 ± 89 g) v březnu na 29 ± 17 ks (49 ± 27 g) srpnu a 63 ± 5 ks (200 ± 3 g) v říjnu.

Hloubka vody na většině plochy nádrže Němčice nepřesahuje 30 cm a místo s hloubkou okolo 1 m je situováno pouze u betonového (výpustního) objektu na ploše pouze několika desítek m². Ekosystém poldru je tak v důsledku malého objemu vody a dlouhé době retence velmi zranitelný i relativně nevýznamnými zásahy, jako je např. podpora výskytu divokých kachen, které nepochybně přispívají ke zhoršení podmínek prostředí.



Obr. 5. Odlovná past s úlovkem střevličky východní (*Pseudorasbora parva*), nahoře samice, dole samec, Němčice 27. 5. 2014

Fig. 5. Fish catching trap with the draught of *Pseudorasbora parva*, female above, male below; Němčice 27. 5. 2014

Účinnosti čištění a odtokové koncentrace MVN Němčice (tabulka 7) jsou ovlivněny také tím, že v určitých částech roku je množství vody v nádrži minimální, související s její primární funkcí, a to je retence vody při povodních. Je otázkou, zda by účinnost čištění a celkové podmínky nebyly lepší, kdyby v nádržích s touto funkcí byla zátopa představována pouze mokřadem, bez trvalé vodní hladiny, nebo by poměr mokřad – voda byl výrazně vyšší ve prospěch mokřadu.

Tabulka 6. Průměrné hodnoty ukazatelů kvality vody na přítoku (In) a odtoku (Out) z nádrže Němčice

Table 6. Average values of water quality parameters in the inflow (In) and the outflow (Out) of the SWR Němčice

Profil / Ukazatel	BSK ₅	TOC	NL	Entero-koky	Fekální koliformní bakterie	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N-NO ₂ ⁻	N _{celk}	P _{celk}
	mg/l	mg/l	mg/l	KTJ/1 ml	KTJ/1 ml	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
ZEL In	1,4	7,0	4	3	4	0,5	11	0,03	11,4	0,35
ZEL Out	6,8	12,8	17	2	1	0,3	8,9	0,10	10,2	0,29
Účinnost čištění	-390	-85	-394	30	77	17	19	-178	10	16

Tabulka 7. Abiotické parametry prostředí nádrže Velký Rybník zjištěné při odběrech in situ
Table 7. Abiotic parameters of the SWR Velký Rybník environment, determined during monitoring in-situ

Ukazatel/Datum	III. 2014	V. 2014	VIII. 2014	X. 2014
Hloubka – cm	110	90	90	80
Teplota hladina – °C	5,3	14,8	16,6	10,8
Teplota dno – °C	5,2	13,9	16,6	10,8
O ₂ hladina – mg/l	14,46	11,85	6,55	9,65
O ₂ dno – mg/l	16,74	12,31	6,08	9,38
Nasycení O ₂ hladina – %	114,1	117,3	67,5	86,0
Nasycení O ₂ dno – %	131,7	118,3	62,6	84,7
Průhlednost – cm	110 (dno)	69	74	59
Sedimenty – cm	14	6	5	6

Nádrž nad obcí Velký Rybník, vybudovaná v roce 2012, je napájena Kopaninským potokem, jehož povodí je přibližně rovnoměrně tvořeno lesními, lučními a polními plochami. Vrstva sedimentů, která dosahovala na podzim 2013 pouze 2 cm, se zvýšila v jarním období až na 14 cm (tabulka 6). V období extrémních letních srážkových epizod došlo k odplavení části sedimentů na výšku 5–6 cm. Nádrž je chladná s maximálními letními teplotami do 18 °C a plní funkci eliminace povodňových průtoků a ochrany níže položené obce před povodňovými jevy. Kvalita vody a s ní související průhlednost se udržuje na velmi dobré úrovni a v jejím důsledku je velká část plochy dna pokryta porosty šroubatky (*Spirogyra* sp.) a vláknitých sinic rodu *Oscillatoria*, což vede k disproporcím v koncentracích a nasycení vody kyslíkem, které bylo v jarním období paradoxně vyšší u dna než u hladiny. Submerzní makrovegetace se zde nevyskytuje. Účinnosti čištění jsou uvedené v tabulce 8.

Makrozoobentos nádrže byl stejně jako v předešlém roce sledování rozvinut poměrně bohatě (2356 ind.m⁻²) s výraznou převahou larev pakomárů (*Chironomidae*), mezi nimiž dominovaly především rody *Einfeldia*, *Procladius* (*Holotanypus*), *Chironomus* a *Orthocladius*, jejichž rozvoj souvisí s porosty šroubatky na dně. Od května se početněji vyskytovaly rovněž nitěnky rodu *Limnodrilus*. V zoobentosu byl zjištěn i výskyt fytofilních larev jepic *Cloeon dipterum*, který souvisí rovněž s bohatými porosty šroubatky.

V případě MVN Velký Rybník je kvalita vody velmi dobrá jak v přítoku, tak i v odtoku. S nízkými koncentracemi souvisí i to, že účinnost odstranění znečištění počítaná z průměrných hodnot je prakticky u všech ukazatelů záporná.

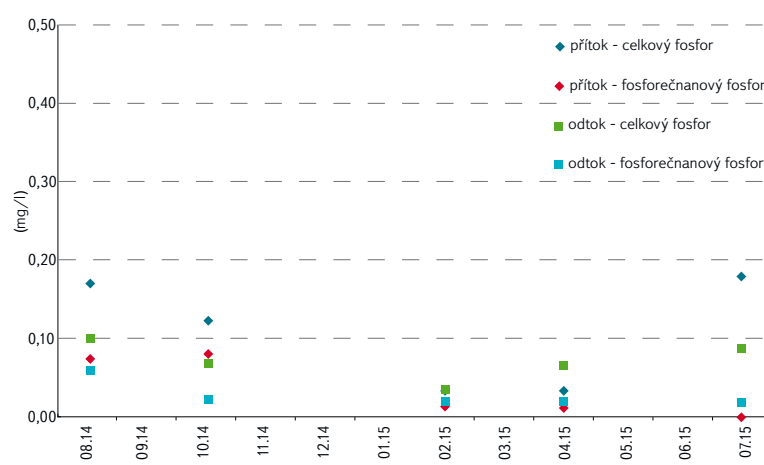
Tabulka 8. Průměrné hodnoty ukazatelů kvality vody na přítoku (In) a odtoku (Out) z nádrže Velký Rybník
 Table 8. Average values of water quality parameters in the inflow (In) and the outflow (Out) of the SWR Velký Rybník

Profil / Ukazatel	BSK ₅	TOC	NL	Entero- koky	Fekální koliformní bakterie	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N-NO ₂ ⁻	N _{celk}	P _{celk}
	mg/l	mg/l	mg/l	KTJ/1 ml	KTJ/1 ml	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
ZEL In	1,3	5,9	9	0	0	0,03	7,7	0,01	8,3	0,07
ZEL Out	1,8	6,3	11	0	0	0,04	8,7	0,02	8,9	0,08
Účinnost čištění	- 38	- 13	- 23	-	-	- 61	- 13	- 225	- 8	- 9



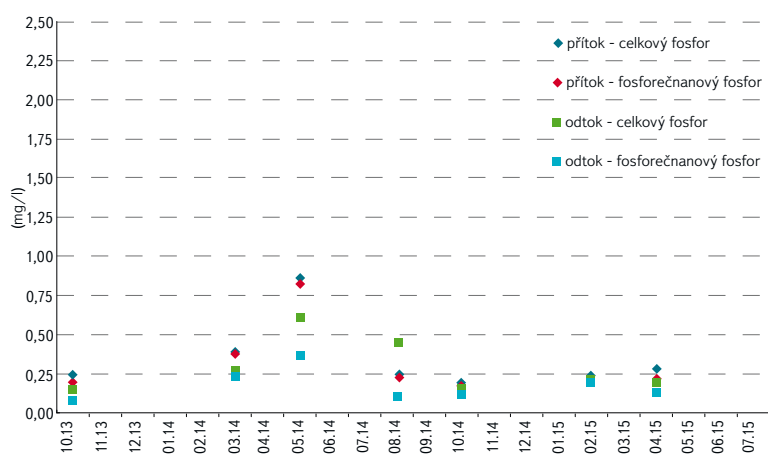
Obr. 6. Koncentrace celkového fosforu a fosforečnanového fosforu v přítoku a odtoku z MVN Želeč

Fig. 6. Total phosphorus and phosphate phosphorus concentrations in the inflow and the outflow profiles of the SWR Želeč



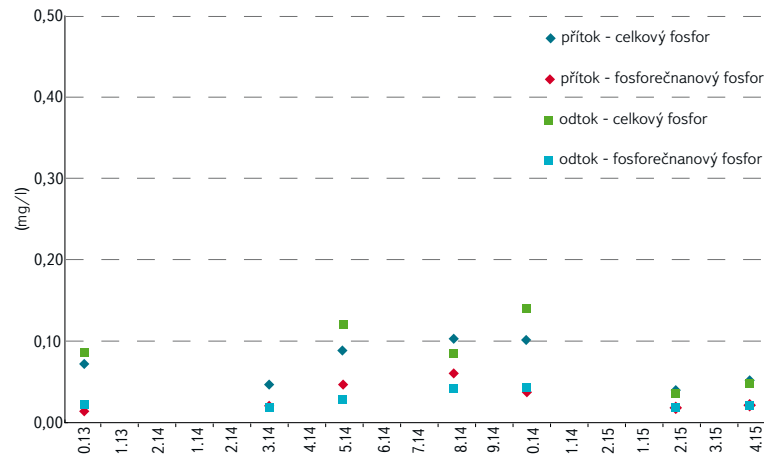
Obr. 8. Koncentrace celkového fosforu a fosforečnanového fosforu v přítoku a odtoku z MVN Dražovice

Fig. 8. Total phosphorus and phosphate phosphorus concentrations in the inflow and the outflow profiles of the SWR Dražovice



Obr. 7. Koncentrace celkového fosforu a fosforečnanového fosforu v přítoku a odtoku z MVN Němčice

Fig. 7. Total phosphorus and phosphate phosphorus concentrations in the inflow and the outflow profiles of the SWR Němčice



Obr. 9. Koncentrace celkového fosforu a fosforečnanového fosforu v přítoku a odtoku z MVN Velký Rybník

Fig. 9. Total phosphorus and phosphate phosphorus concentrations in the inflow and the outflow profiles of the SWR Velký Rybník



Stanovení vybraných ukazatelů kvality vod z malých vodních nádrží v laboratořích VÚV TGM, v. v. i.

Průměrné hodnoty jsou si velmi blízké. U mikrobiálního znečištění nebyly účinnosti zvažovány, protože nebylo v přítoku ani odtoku detekováno.

Specifickou problematiku kvality vody ve vztahu k malým vodním nádržím a rybníků představuje eutrofizace vod a bilance fosforu, včetně posouzení výskytu jeho forem. Účinnosti eliminace fosforu obsaženého v přítoku do jednotlivých sledovaných nádrží uvádí *tabulky 2, 4, 6 a 8*. Na *obrázcích 6 až 9* jsou prezentovány koncentrace celkového fosforu a fosforečnanového fosforu zjištěné během jednotlivých vzorkování na všech čtyřech nádržích.

V případě nádrží Želeč a Němčice musel být zvolen pro prezentaci zjištěných koncentrací větší interval hodnot (0 až 2,5 mg/l). I z toho je patrné, že prostředí obou nádrží je zatěžováno fosforem více než v případě zbylých dvou nádrží. Zdrojem fosforu jsou hlavně obce v povodí, které jsou poměrně blízko vtokovým částem a jejichž komunální vody v různém stupni čištění se do nich dostávají.

U všech nádrží byla zachycena období, kdy koncentrace celkového fosforu v odtoku byla vyšší než na přítoku. Současně však byly zjištěny i vyšší hodnoty zákalu vody, vyšší obsah celkových i spalitelných (organických) nerozpuštěných látek, což souviselo zřejmě s rozvojem biomasy fytoplanktonu, nebo s vířením sedimentů rybami.

ZÁVĚR

Extenzivní a polointenzivní hospodaření, typické pro české rybníční akvakultury, zahrnuje komplexní produkční metody s mnoha významnými vazbami v rámci prostředí rybníku samotného, s vazbami na jiné rybníky v soustavě a na okolní ekosystémy [8]. Malá vodní nádrž může podstatně změnit hydrologický režim a ekologickou kvalitu recipientů, opět s potenciálně pozitivními nebo negativními dopady na fungování povodí [14]. Hlavními prvky kontaminujícími vodní prostředí jsou fosfor (P) a dusík (N). V podmínkách střední Evropy je zachycení a uložení P a N považováno za důležitou funkci rybníků [8, 14]. Nejvyšší hodnoty P byly obvykle nalezeny v deponovaných sedimentech, a to 100–1 000x vyšší než ve vodách.

Uvedené sledované malé vodní nádrže jsou příklady nádrží budovaných po roce 1989 v krajině České republiky. Cílem jejich sledování bylo doplnění podkladů pro metodické a rozhodovací výstupy zpracovávané v rámci projektu QJ1220233, jež mají být nástroji pro rozhodování o vhodnosti obnovy či budování rybníků

a obecně malých vodních nádrží. Kvalita vody a možnosti jejího zlepšení, nebo naopak zhoršení v důsledku realizace MVN jsou jedním z klíčových parametrů pro tato rozhodování, a to s cílem plnění požadavků Rámcové směrnice o vodách.

Ekosystémy sledovaných lokalit významně redukovaly i silné znečištění přínášené přítoky, jak tomu bylo v případě nádrže Želeč. Výrazný přínos je patrný především pro eliminaci mikrobiálního znečištění a zadržení a využití nutrientů, avšak zde je již riziko vysoké primární produkce a rozvoje sinic v prostředí nádrží. Otázkou je také správné a optimální nastavení a složení rybních obsádek nádrží.

Z výsledků získaných na sledovaných lokalitách je možné konstatovat, že je nezbytné správně stanovit primární funkci jejich účelu a provozu a tomu přizpůsobit další funkce v krajině a vodním hospodářství, zejména pokud se předpokládá zapojení rybníků a malých vodních nádrží do protipovodňové ochrany území. Na druhou stranu, pokud je jedním z hlavních účelů nádrže podpora biodiverzity nebo zvýšení samočisticí schopnosti systému povrchových vod v povodí, předpokládá se realizace funkčních litorálních porostů a úpravy opevnění tak, aby byl umožněn rozvoj těchto porostů. S tím souvisí i otázka proudění vody systémem. Zejména pro podporu samočištění je nutné, aby litorální zóny byly v maximální možné míře v přímém kontaktu s protékající vodou.

Poděkování

Výsledky byly získány za finanční podpory projektu NAZV KUS QJ1220233 Hodnocení území na bývalých rybníčních soustavách (vodních plochách) s cílem posílení udržitelného hospodaření s vodními a půdními zdroji v ČR. Část práce Fakulty rybářství a ochrany vod JČU v Českých Budějovicích byla podpořena projekty MŠMT projektu CENAKVA (CZ.1.05/2. 1. 00/01.0024) a projektu CENAKVA II (LO215 v rámci projektu NPU I).

Literatura

- [1] JUSCZAK, R. and A. KĘDZIORA. Threats to and Deterioration of Small Water Reservoirs Located within Wyskoć Catchment. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2003, vol. 12, n. 5, p. 567–573.
- [2] Waldon, B. The conservation of small water reservoirs in the Krajeńskie Lakeland (North-West Poland). *Limnologica*, vol. 42, 2012, p. 320–327.
- [3] ADÁMEK, Z. a J. JIRÁSEK. Vývoj kvality vody a produkce v organicky zatěžovaných rybnících. In: *Význam malých polnohospodářských nádrží pro rybářstvo a ochranu vodního prostředí krajiny*. Nitra, 1989, s. 85–90.

[4] ADÁMEK, Z., J. JIRÁSEK, V. VACHTA a V. Zapletal. Chemismus a biologie škrobárenských akumulčních rybníků. In: *Intenzifikace rybářské výroby a kvalita vody. Velké Meziříčí*. 1987, s. 62–66.

[5] GERGEL, J. a M. KALENDA. Vliv rybníků na kvalitu povrchové vody. *Sborník ÚVTIZ meliorace*. č. 2, 1983, s. 93–102.

[6] HETEŠA, J., P. MARVAN a P. KUPEC. Úvalský a Šibeník – rybníky splující funkci čistíren odpadních vod. In: SPURNÝ, P. (ed.) *V. česká ichtyologická konference*, 25. 9. 2002. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2002, s. 45–51.

[7] GUZIUR, J. a Z. ADÁMEK. Změny kvality rybníční vody při intenzivním minerálním hnojení NPK. In: *Intenzifikace rybářské výroby a kvalita vody. Velké Meziříčí*, 1987, s. 100–107.

[8] PECHAR, L. Impacts of long-term changes in fishery management on the trophic level water quality in Czech fish ponds. *Fisheries Management and Ecology*. n. 7, 2007, p. 23–31.

[9] BERAN, J. *Rybníční soustavy jižních Čech*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005.

[10] ROZKOŠNÝ, M. aj. Identifikace antropogenních tlaků na kvalitativní stav vod a vodních ekosystémů v oblastech povodí Moravy a Dyje. In: Šunka, Z. *Výzkumná zpráva*, Brno: VÚV TGM, 2010.

[11] ROZKOŠNÝ, M., Z. ADÁMEK, J. HETEŠA, L. VŠETIČKOVÁ, P. MARVAN a P. SEDLÁČEK. Vliv rybníků na vodní ekosystémy recipientů jižní Moravy. *VTEI*, 2011, ř. 53, č. 1, s. 18–21, příloha *Vodního hospodářství* č. 2/2011.

[12] TICKNER, D. et al. *Monitoring and Assessment of Nutrient Removal Capacities of Riverine Wetlands*. Project Comp.4.3. UNDP/GEF Danube Regional Project. WWF, 2004.

[13] TOMSCHI, H. (ed.) *Technical studies for the Design of Wetland Restoration and Nutrient Trapping*. Final Report. Wetland Restoration and Pollution Reduction. Project GEF TF 024837. 2001.

[14] VŠETIČKOVÁ, L., Z. ADÁMEK, M. ROZKOŠNÝ, and P. SEDLÁČEK. Environmental impacts of carp pond farming on discharged water quality. *World Aquaculture*, vol. 44, n. 4, 2012, p. 46–49.

Autoři

Ing. Miloš Rozkošný, Ph.D.¹

✉ milos_rozkosny@vuv.cz

doc. RNDr. Zdeněk Adámek, CSc.²

✉ adamek@ivb.cz

Ing. Hana Hudcová^{1,5}

✉ hana_hudcova@vuv.cz

Ing. Pavel Sedláček¹

✉ pavel_sedlacek@vuv.cz

RNDr. Renata Pavelková, Ph.D.³

✉ r.pavelkova@upol.cz

Ing. Václav David, Ph.D.⁴

✉ vaclav.david@fsv.cvut.cz

Ing. Miriam Dzuráková¹

✉ miriam_dzurakova@vuv.cz

¹Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, v. v. i., pobočka Brno

²Laboratoř aplikované hydrobiologie, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

³Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie

⁴České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství

⁵Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí

Příspěvek prošel lektorským řízením.

ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP BETWEEN WATER QUALITY AND FUNCTIONS OF SMALL WATER RESERVOIRS

ROZKOŠNÝ, M.¹; ADÁMEK, Z.²; HUDCOVA, H.^{1,5}; SEDLÁČEK, P.¹; PAVELKOVA, R.³; DAVID, V.⁴; DZURAKOVA, M.¹

¹TGM Water Research Institute, p. r. i., Brno branch

²Laboratory of applied hydrobiology, Faculty of Fisheries and Protection of Waters, University of South Bohemia in České Budějovice

³Department of Geography, Faculty of Science, Palacký University in Olomouc

⁴Department of Irrigation, Drainage and Landscape Engineering, Faculty of Civil Engineering, CTU in Prague

⁵Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Environmental Sciences

Key words: water quality – small water reservoirs – ponds – abandoned ponds – land-use

Small water reservoirs are one of the principal elements of agricultural landscape in the Central European context. The monitoring of the quality of aquatic environment of selected ponds and small reservoirs (SWR) in areas of southern and central Moravia and the Vysočina Region was carried out in 2013 to 2015. The intentions were to focus on the mutual relationships between surface running and still water (ponds and SWR) quality taking into account their economic use, to carry out a field survey of the current situation at selected sampling sites and to monitor the current state of their environment as influenced by external inputs. Ecosystems of monitored sites significantly reduce the pollution brought by inlet tributaries, as was the case of the Želeč reservoir. Monitored localities have a positive impact on the nitrogen and phosphorus retention and uptake from polluted surface waters and diluted wastewaters produced by settlements. Also the reduction of microbial contamination by the monitored ponds and reservoirs was significantly apparent. It was confirmed that the character of the water quality dynamics in flow-through ponds is fundamentally influenced by the quality of inlet water. The results obtained from the monitored locations indicate that it is necessary to determine properly the primary purpose and function of the locality (ponds and other small water reservoirs).