

Změny v chemismu a biologii mezotrofní nádrže po mimořádném snížení hladiny

RODAN GERIŠ, DUŠAN KOSOUR

Klíčová slova: pitná voda – snížení hladiny – vodní květ – počet buněk fytoplanktonu – mangan – hypolimnetická anoxie

SOUHRN

Vodárenská nádrž Opatovice je významným zdrojem pitné vody pro okresní město Vyškov na jižní Moravě severovýchodně od Brna. Po částečném snížení hladiny v roce 2012 a po významném snížení v roce 2017 byly zaznamenány znatelné změny v chemismu i v biologii nádrže. Došlo ke zhoršení kyslíkového režimu, zvýšení koncentrace některých látek a hlavně k tvorbě poměrně intenzivního vodního květu v pozdně letním období. Zvláště nepříjemný je rozvoj problematického rodu *Microcystis*.

ÚVOD

Nádrž Opatovice zatím patřila k poměrně kvalitním jihomoravským zdrojům pitné vody. Podle projevů eutrofizace ji bylo možno označit jako mezotrofní až slabě eutrofní. Masový sinicový vodní květ se sporadicky několikrát vyskytl počátkem 90. let, posledních minimálně 10 let tvořily sinice pouze menší část biomasy fytoplanktonu a hodnoty chlorofylu *a* většinou nepřesahovaly 20 µg/l.

Do roku 2012 se výška hladiny pohybovala kolem kóty 333 m n. m. Po zjištění skutečnosti, že jílové jádro hráze sesychá a klesá, byla v roce 2012 z bezpečnostních důvodů snížena hladina zhruba o dva metry pod kótu 331 m n. m. Na jaře 2017 byla hladina snížena ještě více kvůli rekonstrukci hráze až na kótu 319 m n. m., což je o 14 metrů proti původnímu stavu. Celkový objem zadržené vody poklesl z přibližně 9 mil. m³ na hodnoty kolem 300 000 m³!

Poněvadž jsou takovéto zásahy provázány většinou negativními změnami v chemismu i biologii, byly vyhodnoceny změny v oksyfici, teplotě, složení živin i některých kovů a také změny biologické, u kterých jsme se zaměřili mimo změn kvantitativních zvláště na složení fytoplanktonu a přítomnost nebo absenci a případný rozsah vodního sinicového květu.

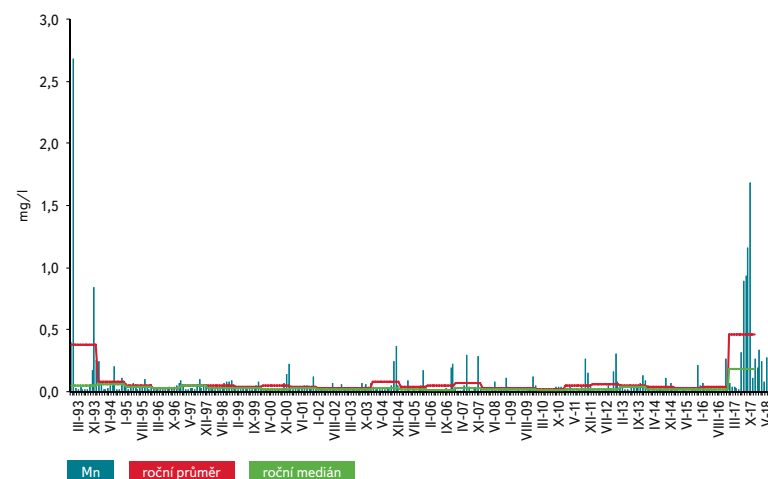
PARAMETRY A CHARAKTERISTIKA NÁDRŽE

Nádrž se nachází na říčce Malá Haná v blízkosti okresního města Vyškov v Jihomoravském kraji. Jejím hlavním účelem je akumulace vody pro skupinový vodovod Vyškov a Bučovice, dále zajištění minimálního průtoku a snížení průtoků povodňových. Vodní nádrž Opatovice má celkovou délku 2,3 km, maximální hloubku 33 m, zásobní objem 7784 mil. m³ a celkový objem 9,867 mil. m³. Zatopená plocha je 70,51 ha a plocha nevelkého a poměrně zalesněného povodí je 43,24 km². V povodí jsou významně zastoupeny listnaté dřeviny. Průměrný roční průtok je 0,190 m³·s⁻¹. Jedná se o vodárenskou přehradu s nejvíce dendritickým charakterem (tzn. vnější členitostí) v celém povodí Moravy. Nádrž byla uvedena do provozu v roce 1972.

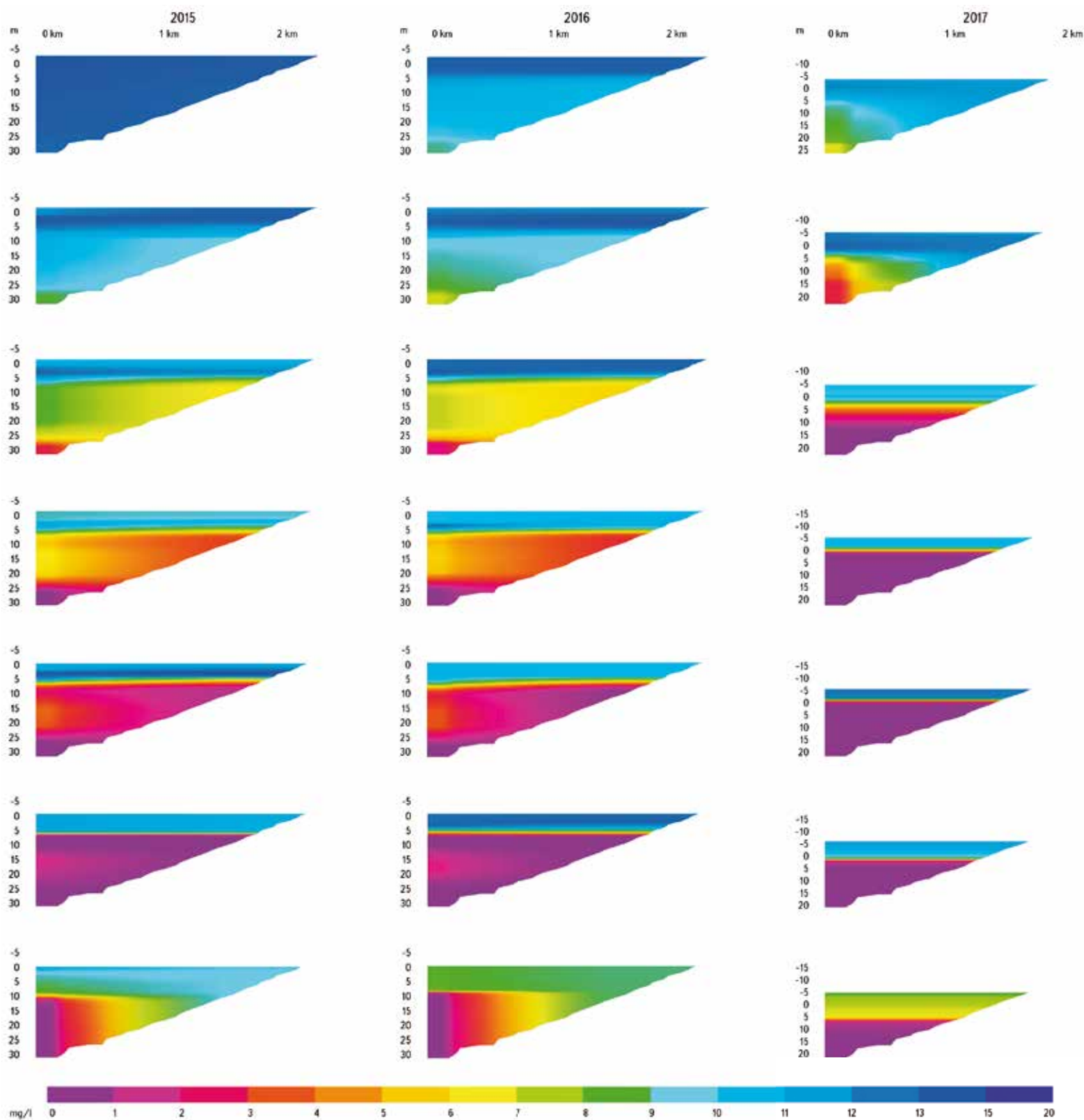
METODIKA

Biologické i chemické odběry v nádrži jsou dlouhodobě prováděny na nejhlubší svislici v přehradě naproti vodárenskému odběru 7x ročně v průběhu etační sezony, chemické odběry také na přítoku v ústí říčky Malá Haná. Pomocí multiparametrické sondy YSI byly *in situ* proměřovány následující parametry: teplota, pH, vodivost a koncentrace O₂. Průhlednost je dlouhodobě měřena hrázným 1–2x týdně. Chemické analýzy provedla laboratoř Povodí Moravy. Celkový fosfor byl stanovován metodou ICP-MS, chlorofyl *a* metodou YSI 10260 (etanolovou extrakcí), řasy a sinice byly počítány v sedimentačních komůrkách v mikroskopu Leica DM-IL, přesnější determinace byla prováděna na mikroskopu Olympus BX-60 [1–3]. Byly proměřeny hlavní dominanty fytoplanktonu a pro výpočet objemové biomasy byl použit program FYTO-HBU.

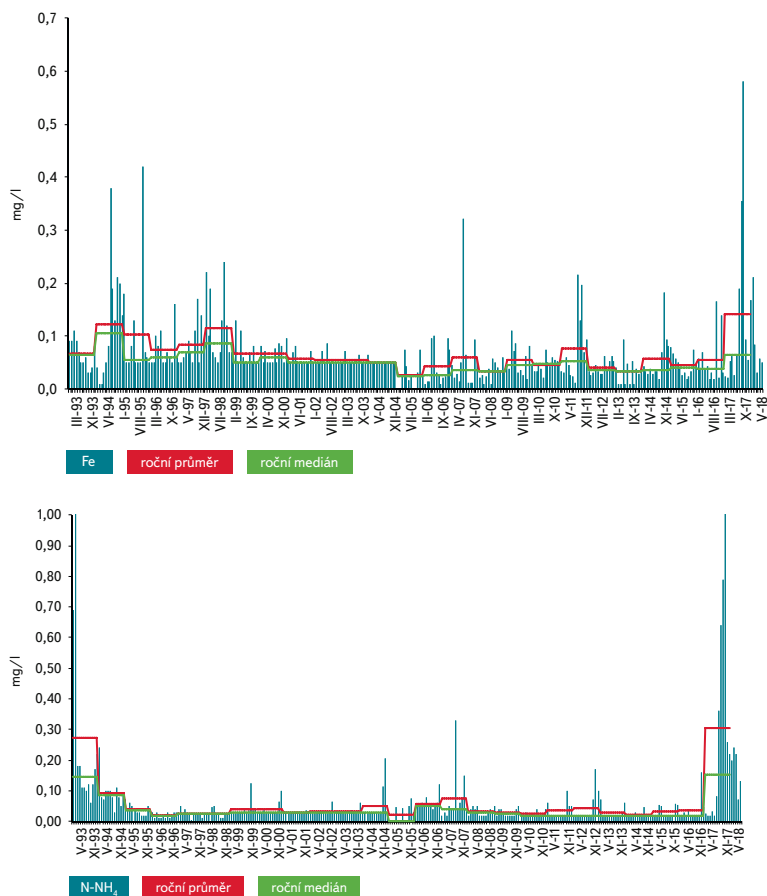
Odběr směšného vzorku byl prováděn smícháním vzorků vody v hloubkách 0–4 m po 0,5 m. Odběr surové vody byl prováděn z kohoutu odběrného potrubí, které přivádí vodu na úpravnu vody.



Obr. 1. Obsah celkového manganu v surové vodě odebrané z VN Opatovice na úpravnu vody
Fig. 1. The content of total manganese in raw water taken from the Opatovice Water Reservoir on the water treatment plant



Obr. 2. Dlouhodobá stratifikace rozpuštěného kyslíku ve VN Opatovice
 Fig. 2. Long-term stratification of dissolved oxygen in the Opatovice Water Reservoir



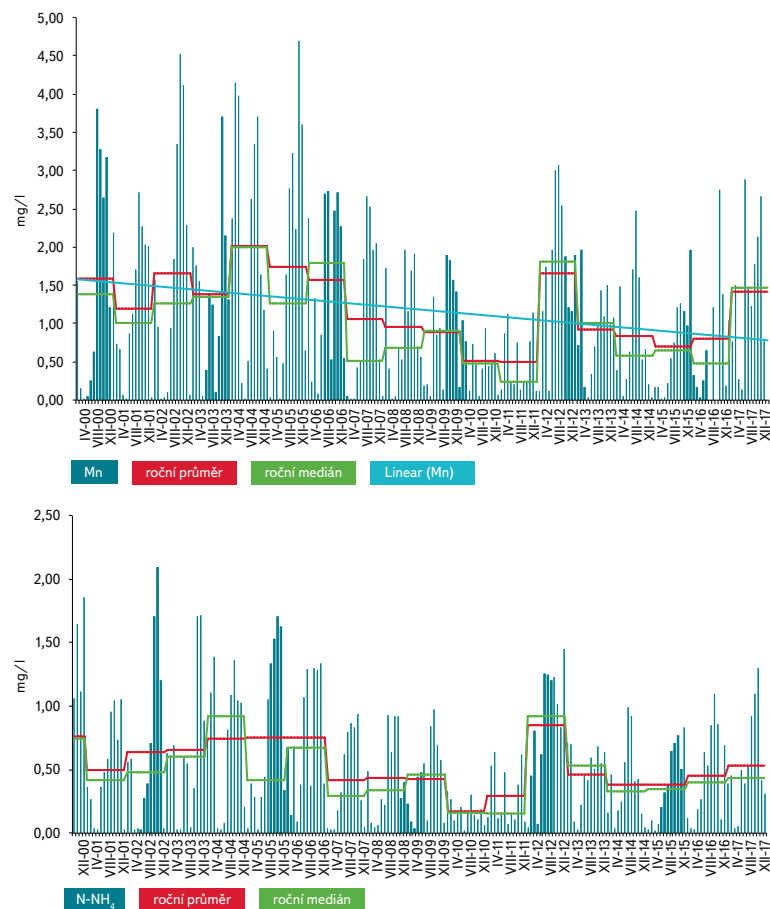
Obr. 3. Obsah celkového železa (nahore) a N-NH_4 (dole) v surové vodě
Fig. 3. Total iron content (above) and N-NH_4 (down) in raw water

VÝSLEDKY

Vývoj fyzikálně-chemických podmínek v nádrži

V teplotních a kyslíkových zonacích se projevil výrazněji až rok 2017, kdy se objevila velmi brzy výrazná anoxie u dna v profilu u hráze. Ve vodním sloupci redukováném na výšku 22 metrů z původních 33 m byl už v červnu obsah rozpuštěného kyslíku pod 1 mg/l ve vrstvě 10 m nade dnem. Takto silný pokles kyslíku v hypolimniu nebyl dosud na nádrži zachycen (obr. 2). V důsledku toho výrazně vzrostly koncentrace manganu v celém vodním sloupci, zejména však v odebírané surové vodě (obr. 1). Spolu s manganem v surové vodě výrazně vzrostla i koncentrace železa a amoniaku (obr. 3).

Z grafů je patrné, že uvedené parametry naměřené v surové nebyly výrazně ovlivněny poklesem v roce 2012, ale pozorovatelné změny nastaly až v roce 2017. Na odtoku z nádrže (obr. 4) však už jsou patrné, ne však průkazné (na rozdíl od koncentrací v surové vodě), i změny tohoto prvního upuštění o cca 2 metry. Odběrný objekt je totiž situovaný výše než objekt výpustní, ve vodě odtékající spodní výpustí se tedy projevuje anoxie v nádrži silněji a dříve. V parametru N-NH_4 byl dokonce nárůst v roce 2012 větší než v roce 2017. Na rozdíl od surové vody jsou ve vodě odtékající spodní výpustí vidět i předchozí výkyvy, které byly způsobeny zřejmě po snížení hladiny v letech 2002 a 2003. Nádrž reaguje velmi citlivě na období s výrazněji sníženou hladinou.



Obr. 4. Obsah celkového manganu (nahore) a N-NH_4 (dole) v odtoku z VN Opatovice
Fig. 4. The content of total manganese (above) and N-NH_4 (down) in the outflow from the Opatovice Water Reservoir

V surové vodě i ve vodě odtékající spodní výpustí byly roky 2003, 2012 a 2017 extrémně nízkými koncentracemi dusičnanů (obr. 5). Zejména rok 2017 byl v tomto ohledu mimořádný, došlo prakticky k vyčerpání veškerých dusičnanů v hypolimniu.

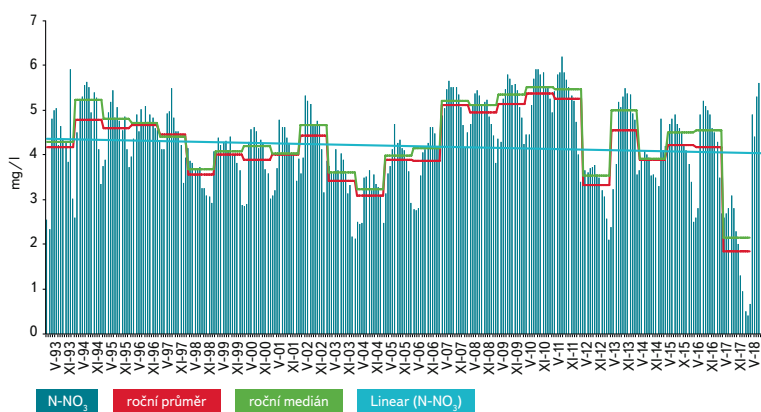
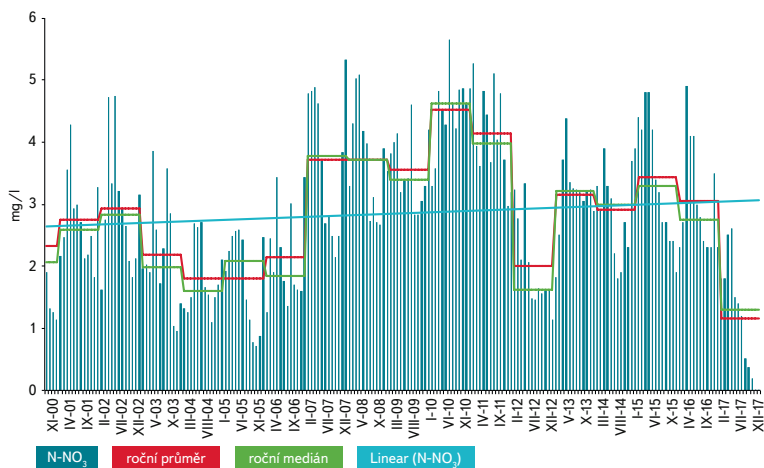
Jak předchází mírné snížení v roce 2012 (a pravděpodobně i v roce 2002), tak zejména odpuštění nádrže v roce 2017 mělo tedy výrazný vliv na fyzikální parametry a chemismus nádrže. Toto pozorování je v souladu s podobnými jevy na nádrži Landštejn [4] a Karolinka [5].

Vývoj fytoplanktonu

Vývoj fytoplanktonu zde hodnotíme ve třech rozdílných obdobích: I. období před snížením hladiny na jaře 2012, II. období 2012–jaro 2016 a III. období – vegetační sezona 2017.

I. OBDOBÍ

V jarních měsících nebyly mezi jednotlivými obdobími výraznější rozdíly, v dubnu obvykle převažovaly drobné cetrické rozsivky (*Stephanodiscus parvus*), různé skrytěnky nebo penátní rozsivka *Asterionella formosa*. V květnu téměř výhradně dominovala pro tuto přehradu typická cetrická rozsivka *Cyclotella balatonis*, ve dřívějších determinačních klíčích označována jako *Cyclotella radios*. V červnu se v období „clear water“ objevují první vláknité sinice rodů *Dolichospermum* a *Aphanizomenon*, schopné vázat vzdušný dusík. V létě a na podzim dominovaly fytoplanktonu hlavně sinice, nevytvářely však vysokou biomasu a rod *Microcystis* byl zastoupen pouze přidatně.



Obr. 5. Koncentrace dusičnanového dusíku v surové vodě (dole) a v odtoku z nádrže (nahore)

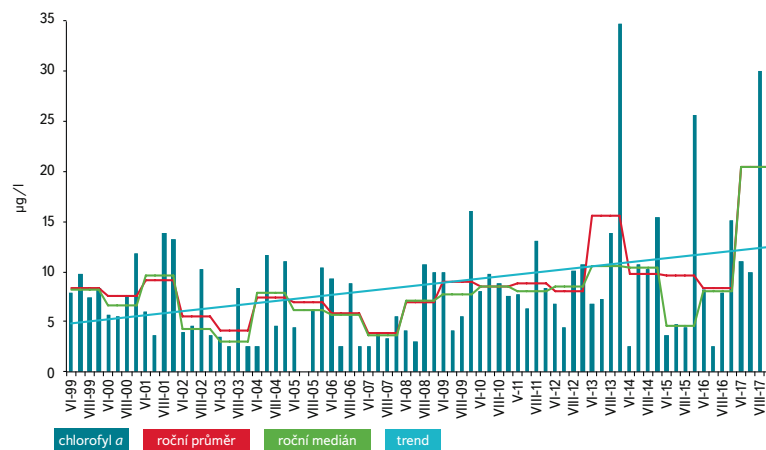
Fig. 5. Concentration of nitrate nitrogen in raw water (down) and outflow from tank (above)

II. OBDOBÍ

První rozdíl se projevil již v červenci, kdy se v období II. objevuje fytoplankton s převažujícími sinicemi rodu *Microcystis*. Tento rod preferuje vyšší teplotu a vysokou stabilitu epilimnia [6, 7]. V I. období dříve zpravidla v červenci následoval rozvoj dusík fixujících sinic, které ovšem nedosahovaly vyšší biomasy. V srpnu ve všech třech uvedených obdobích tyto sinice zpravidla dominovaly, ovšem v posledních dvou obdobích docházelo k výraznému zvýšení sinicové biomasy, např. druhu *Aphanizomenon flos aquae* v roce 2014 nebo *Limnococcus limneticus* v roce 2016. V letech 2012 se v srpnu rovněž rozvinula populace planktonní rozsivky *Fragilaria crotonensis*. V září již v tomto období dochází k pravidelnému silnému rozvoji sinic. Výrazný vodní květ byl pozorován zvláště v letech 2013 a 2017 a odpovídal již eutrofní nádrži.

III. OBDOBÍ

V roce 2017 byla zjištěna vysoká biomasa sinic rodu *Microcystis* a současně nejvyšší koncentrace chlorofylu *a* v pozdně letním období (srpen, září). V srpnu došlo k silnému rozvoji rozsivky *Fragilaria crotonensis*. Změny v tomto období byly tedy pouze kvantitativní.



Obr. 6. Koncentrace chlorofylu *a* ve směsném vzorku u hráze VN Opatovice

Fig. 6. Concentration of chlorophyll *a* in mixed sample at the dam of Opatovice Water Reservoir

SHRNUTÍ A ZÁVĚR

Snížení hladiny vody v údolních nádržích vede obecně ke změnám chemismu i biologie vody. Tyto změny jsou většinou nepříznivé pro její kvalitu a často vedou k intenzivnějšímu projevu eutrofizace, případně dokonce ke změně trofického statusu nádrže. V povodí Moravy jsou důsledky takových změn pozorovány zvláště silně a negativně, např. v nádržích Landštejn a Vír. V některých velmi specifických případech může naopak snížení vodní hladiny přispět k uskutečnění opatření, která napomáhají biologickou i chemickou kvalitou vody zvyšovat.

V případě Opatovic došlo ke změnám v chemismu již po prvním menším snížení v roce 2012, k opravdu výrazným změnám však došlo až po započítání opravy hráze a zaklesnutí o dalších téměř deset metrů na jaře 2017. Naproti tomu výrazné zhoršení biologické započalo již po prvním zásahu a v roce 2017 došlo pouze k určitému zhoršení, které se projevilo vyššími koncentracemi chlorofylu *a* v pozdně letním období. Složení druhů řas a sinic se však od roku 2012 příliš nezměnilo (obr. 6).

Od roku 2012 se několikrát objevil poměrně silný vodní květ, který byl tvořen hlavně druhy *Aphanizomenon flos aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii* a *Woronichinia naegeliana*. Tyto sinice vytvářejí rozmanité toxiny a při svém přemnožení mohou navíc působit organoleptické potíže [8].

V roce 2017 došlo hlavně k prohloubení kyslíkových deficitů, zvýšení koncentrace železa, manganu i amoniaku v hypolimniu nádrže, současně ovšem k téměř kompletnímu vyčerpání dusičnanů. K výraznému vzrůstu koncentrace celkového fosforu došlo rovněž v tomto roce, nedošlo však zatím k výrazné biologické odezvě.

Poněvadž hladina přehrady bude snížena ještě minimálně dvě vegetační sezony, je nezbytné bedlivě sledovat biologii i chemismus a v tomto sledování pokračovat i po opětovném napuštění. S nejvyšší pravděpodobností můžeme očekávat další nárůst biomasy fytoplanktonu, jehož významná část bude pravděpodobně tvořena sinicemi.

Příspěvek byl publikován ve sborníku Vodárenská biologie 2018, ISBN 978-80-88238-06-5.

Literatura

- [1] HINDÁK, F. a kol. *Sladkovodné riasy*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1978.
- [2] LENZENWEGER, R. *Desmidiaceenflora von Osterreich*. Teil 1–4. Belin, Stuttgart, 1997.
- [3] KALINA, T. *Systém a vývoj sinic a řas*. Praha: Karolinum, 1994.
- [4] GERIŠ, R. a KOSOUR, D. Intenzivní rozvoj sinic v oligo – mezotrofní nádrži Landštejn. In: *Vodárenská biologie 2010*. Praha: Ekomonitor, 2010.
- [5] GERIŠ, R. a KOSOUR, D. Vliv snížení hladiny na kvalitu vody v nádrži Karolinka. In: *Vodárenská biologie 2016*. Praha: Ekomonitor, 2016.
- [6] HAPPEY-WOOD, CH.M. Ecology of freshwater planktonic green algae. In: *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton* (edited by Sandgren C.D.). Cambridge University Press, 1988, p. 175–226.
- [7] REYNOLDS, C.S. Phytoplankton designer – or how to predict compositional response to trophic state change. *Proceedings The Trophic Spektrum Revisited*, Kluwer Academic Publisher, 2000, p. 123–132.
- [8] ŠTĚPÁNEK, M. a kol. *Hygienický význam životních dějů ve vodách*. Praha: Avicenum, 1979.

Autoři

Mgr. Rodan Geriš

✉ geris@pmo.cz

Mgr. Dušan Kosour

✉ kosour@pmo.cz

Povodí Moravy, s. p.

Příspěvek prošel lektorským řízením.

CHANGES IN CHEMISTRY AND BIOLOGY OF THE MESOTROPHIC WATER RESERVOIR AFTER AN EXTRAORDINARY LEVEL DECREASE

GERIS, R.; KOSOUR, D.

Povodí Moravy, state enterprise

Keywords: drinking water — decrease of water level — algal blooms — phytoplankton cell count — manganese — hypolimnetic anoxia

Opatovice Water Reservoir is an important source of drinking water for the district town of Vyškov in South Moravia, northeast of Brno. After a partial decrease in the level in 2012 and after a significant reduction in 2017 there were marked changes in the chemistry and in the biology of the tank. There has been a deterioration of the oxygen regime, an increase in the concentration of some substances and, in particular, the formation of a relatively intense water bloom in the late summer. Particularly unpleasant is the development of the problematic *Microcystis* genus.



