

# 8

## Diurnální změny hodnot rozpuštěného kyslíku a pH v intenzivně obhospodařovaných rybnících.

*Kopp R., Hadašová L., Lang Š., Brabec T., Mareš J.*

*Mendelova univerzita v Brně*

*Oddělení rybářství a hydrobiologie*

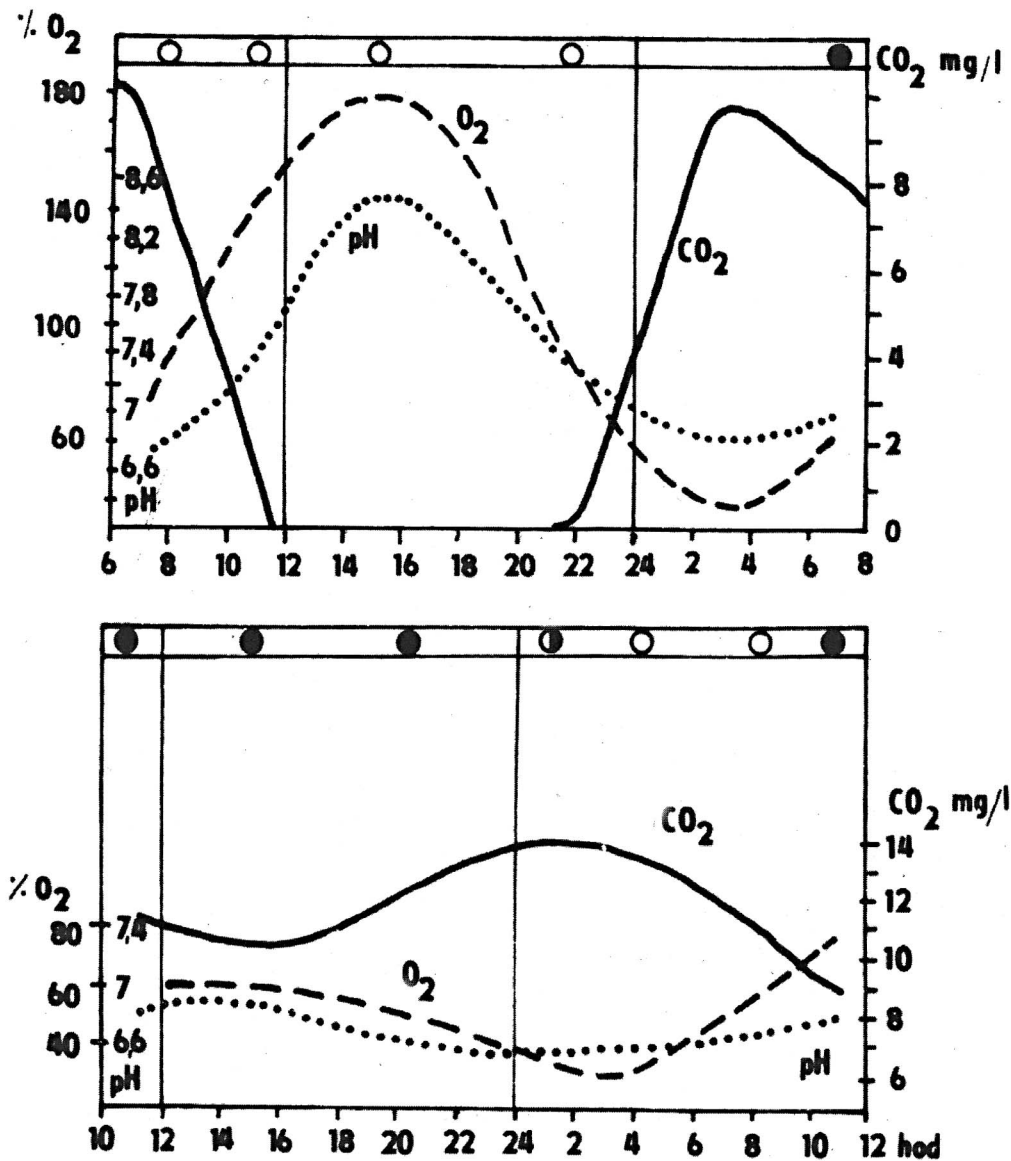
*Zemědělská 1, 613 00, Brno*

Rybníky jsou umělé mělké vodní nádrže, jejichž primárním účelem byl chov ryb. V současnosti je řada rybníků zařazena do režimu hospodaření v souladu s ochranou přírody a krajiny, kdy je vlastní produkce ryb výrazně redukována. Rybníky bez těchto omezení jsou pak často s použitím intenzifikačních opatření (přikrmování, hnojení apod.) obhospodařovány na hranici únosnosti a rybníční ekosystém je pak velmi nestabilní.

Z hlediska chovu ryb, je základním parametrem, který je nezbytně nutno v rybnících sledovat a udržovat v optimálním rozpětí, obsah rozpuštěného kyslíku. Hlavním dodavatelem kyslíku do vody rybníků jsou vodní rostliny, především fytoplankton. Současná situace v celé řadě rybníčních ekosystémů je charakteristická vysokou biomasou fytoplanktonu. Tato situace nastává často již v předjarním období a kulminuje v nejteplejších měsících roku. Vysoká biologická aktivita biomasy fytoplanktonu je pak často příčinou destabilizace ekosystému, spojená se značným rozkolísáním klíčových parametrů vodního prostředí (rozpuštěný kyslík, pH, toxický amoniak). Výrazně se tak zvyšuje pravděpodobnost vzniku situací, kdy některé parametry překročí kritické hodnoty často s fatálními důsledky pro rybníční ekosystém. Tyto fluktuace jsou přirozenou reakcí na vysokou a nerovnovážnou živinovou zátěž a chování celého ekosystému se stává obtížně předpověditelné (Adámek a kol., 2010).

Rozpuštěný kyslík v rybnících během dne a noci výrazně kolísá především v závislosti na intenzitě fotosyntézy. Obdobím s nejnižším obsahem rozpuštěného kyslíku jsou brzké ranní hodiny, než se rozběhne fotosyntéza, která má přibližně hodinové zpoždění za začátkem světla. Nejkritičtějšími obdobími v průběhu roku bývá konec srpna a měsíc září, kdy v důsledku intenzivní respirace planktonu a sedimentů při přetrvávajících vyšších teplotách vody a snížení intenzity fotosyntézy kvůli markantnímu zkrácení světelné periody, může v noci dojít k poklesu koncentrace kyslíku až na hodnoty kritické pro přežití rybí obsádky (Pechar a kol., 2002). Z hlediska vertikálního gradientu je přes malou hloubku rybníků patrné při vyšší úrovni trofie výrazné přesycení povrchových vrstev kyslíkem ve světlé části dnu v důsledku intenzivní asimilační činnosti fytoplanktonu. U dna naopak bývá kyslíku nedostatek, protože je zde nedostatek světla a zvýšený obsah organické hmoty v bahně podléhá bakteriálnímu rozkladu, spojenému s kontinuálním odčerpáváním kyslíku (Adámek a kol., 2010).

Tak jak je produkce kyslíku při fotosyntéze vodních rostlin jednou stránkou tohoto procesu, je jeho druhou stránkou spotřebovávání oxidu uhličitého, rozpuštěného ve vodě. Potřebné množství uhlíku nemůže být zdaleka pokryto množstvím volného oxidu uhličitého a tak při intenzivní fotosyntéze dochází k odbourávání hydrogenuhlíčanů a po jejich vyčerpání i normálních uhličitánů. Tímto způsobem dochází nejen k rozbourání ústojného systému rybníka, ale i k silné alkalizaci vody, kdy pH vody dosahuje hodnot nad 10. Takto vysoké hodnoty pH mohou při dlouhodobém působení vyvolat poleptání žaber a v závislosti na obsahu amonných solí intoxikaci nebo autointoxikaci ryb (Heteša a Sukop, 1985).



Graf č. 1: Změny v obsahu rozpuštěného kyslíku, oxidu uhličitého a pH vody rybníka během 24 hodin v závislosti na světelných podmínkách (Heteša a Sukop, 1985)

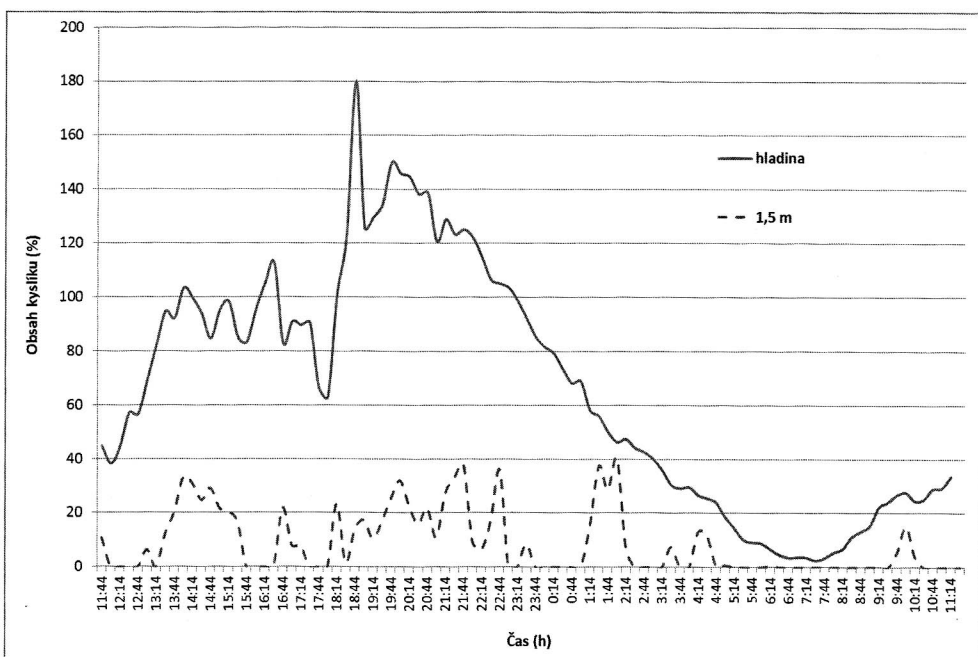
V rámci řešení výzkumného záměru a diplomových prací jsme v průběhu roku 2011 monitorovali diurnální změny rozpuštěného kyslíku, pH vody a její teplotu v intenzivně obhospodařovaných rybnících Rybářství Hodonín s.r.o. K sledování jsme využili dva přístroje HACH Hq 40d (Hach-Lange, Colorado, USA), které automaticky po 24 hodin v 15 minutových intervalech zaznamenávaly obsah rozpuštěného kyslíku, pH vody a její teplotu. Měřicí sondy jednoho přístroje byly umístěny těsně pod hladinu (hloubka cca 20 cm), sondy druhého přístroje byly v hloubce přibližně 150 cm. Všechny sledované rybníky byly obhospodařovány s vysokou intenzitou, jako hlavní chovaná ryba by kapr obecný, produkce z 1 ha přesahovala 1000 kg, ryby byly přikrmovány obilninami. Dominantními zástupci fytoplanktonu byly především vláknité druhy sinic ve vysoké biomase, průhlednost vody byla nízká a pohybovala

se v intervalu 20-40 cm. Sledování probíhalo v termínu 23-26.8. 2011, kdy celou dobu sledování bylo slunečno, bez srážek, s teplotami dosahujícími až 35 °C ve stínu. Druhý termín sledování byl od 6. do 10.10. 2011, kdy maximální denní teploty nepřesahovaly 15 °C ve stínu, po většinu sledovaného období bylo zataženo s dešťovými přeháňkami.

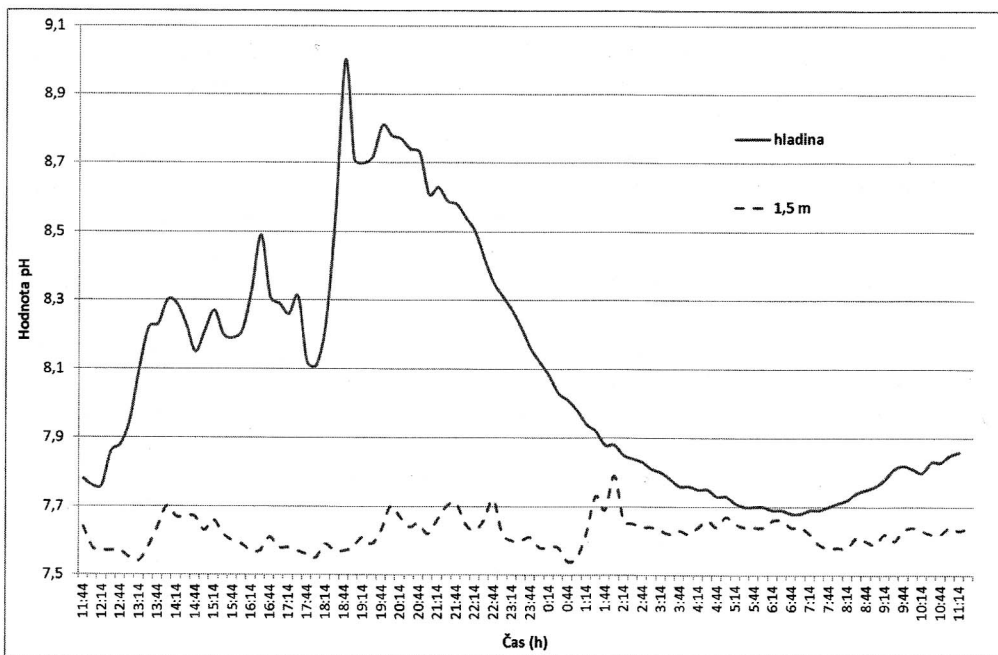
Standardní křivka kyslíku a pH v průběhu 24 hodin na rybnících, která je prezentována v hydrobiologické literatuře (Graf č.1), je znázorněna jako plynulá sinusoida s výraznými rozdíly v závislosti na světelných podmínkách. V době realizace těchto výzkumů nebyly k dispozici moderní přístroje ke stanovení rozpuštěného kyslíku pomocí membránové nebo optické sondy a obsah kyslíku byl stanovován pomocí Winklerovy metody v časových intervalech 1-2 hodiny, což neumožňovalo zaznamenat krátkodobé výkyvy sledovaných hodnot. Rovněž intenzita rybářské produkce byla na nižší úrovni než v současnosti.

Naše sledování (Grafy č. 2-9) ukázalo výrazné rozdíly v hodnotách kyslíku a pH u hladiny ve srovnání s hodnotami naměřenými v hloubce 1,5 m, především u sledování prováděném v srpnu. Křivka obsahu rozpuštěného kyslíku a hodnoty pH v jednotlivých rybnících je téměř totožná, je zřejmé, že jednoznačně základním faktorem ovlivňující uvedené parametry je fotosyntéza fytoplanktonu. Z grafů 2 a 3 je patrné, že změny v hodnotách obsahu kyslíku a pH mohou výrazně kolísat i v rámci krátkého časového intervalu. Hodnoty rozpuštěného kyslíku v ranních hodinách jsou extrémně nízké kolem 10%, v hloubce 1,5 m pod hranici měřitelnosti.

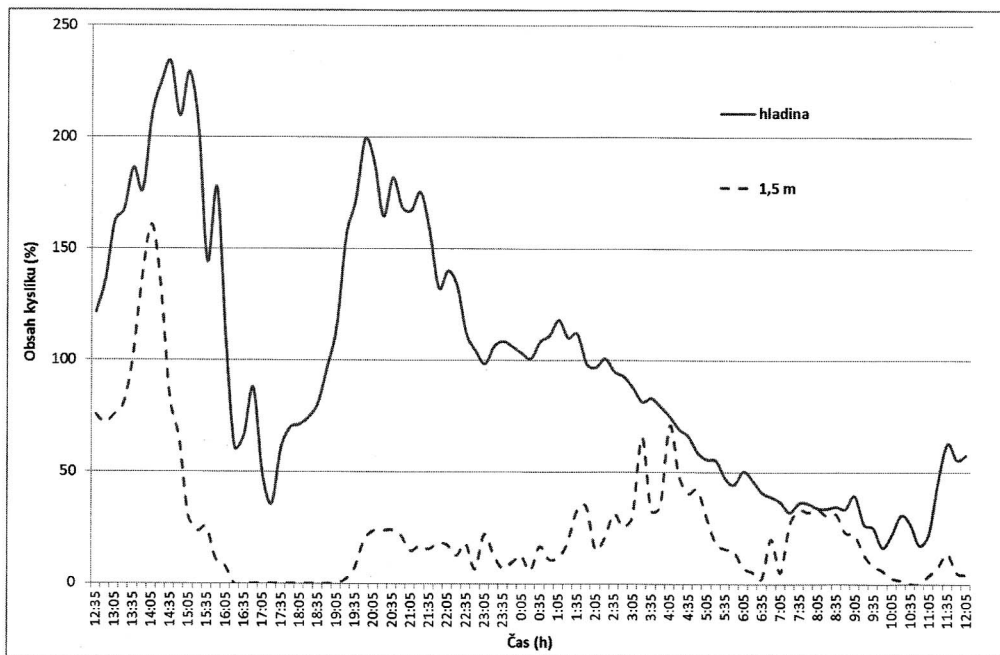
Druhý sledovaný rybník (Grafy č. 4 a 5) měl sledované hodnoty rovněž značně rozkolísané, výrazné rozdíly byly dány promícháním vody rybníka. Teplejší voda s vysokým obsahem kyslíku a vysokou hodnotou pH se dostala do spodních vrstev, kde způsobila krátkodobé skokové zvýšení hodnot a pak díky nižší teplotě a hlavně výrazně nižší intenzitě světla došlo k depresi fotosyntézy a poklesu hodnot. Naopak studenější a na kyslík chudá voda se dostala do povrchové vrstvy, kde byla rovněž mnohem vyšší intenzita světelného záření. Hodnoty kyslíku a pH tak prudce klesly a začaly stoupat až po adaptaci primárních producentů na změnu podmínek. Nasycení vody kyslíkem se tak v rybníce u hladiny během dvou hodin snížilo z hodnot nad 200% pod 50% nasycení. Hodnota pH se za stejný čas snížila o jednotku.



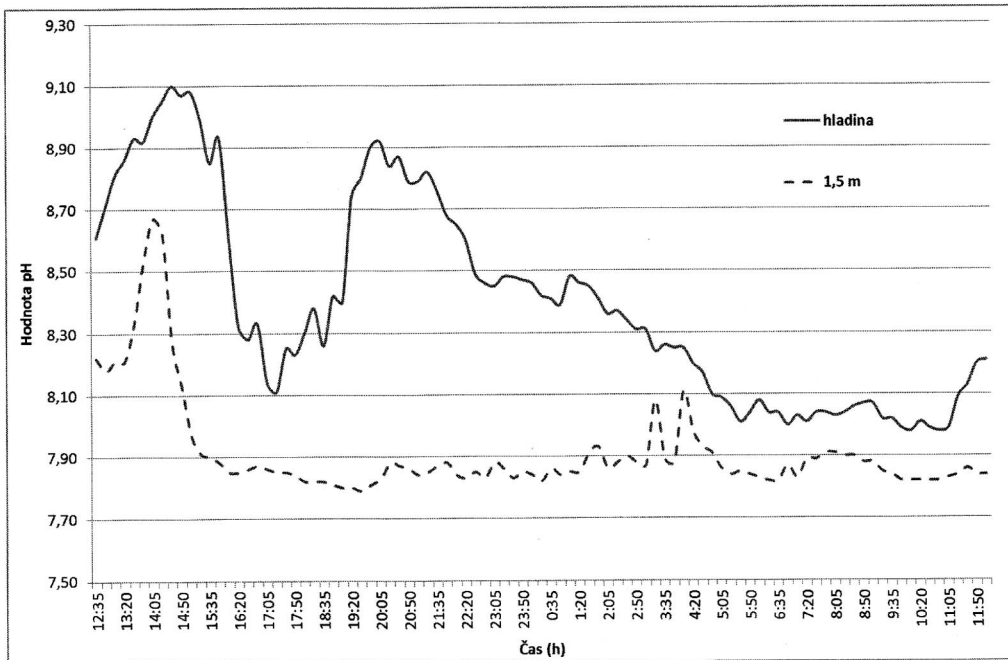
Graf č. 2: Obsah rozpuštěného kyslíku na rybníce č. 1 v období 24-25. 8. 2011



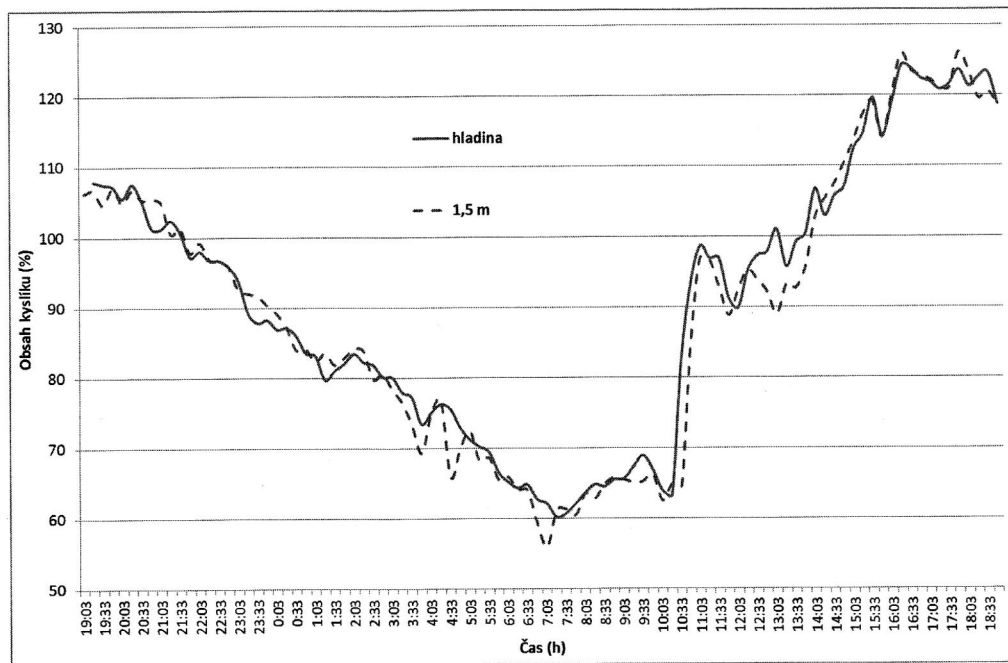
Graf č. 3: Hodnota pH na rybníce č. 1 v období 24-25. 8. 2011



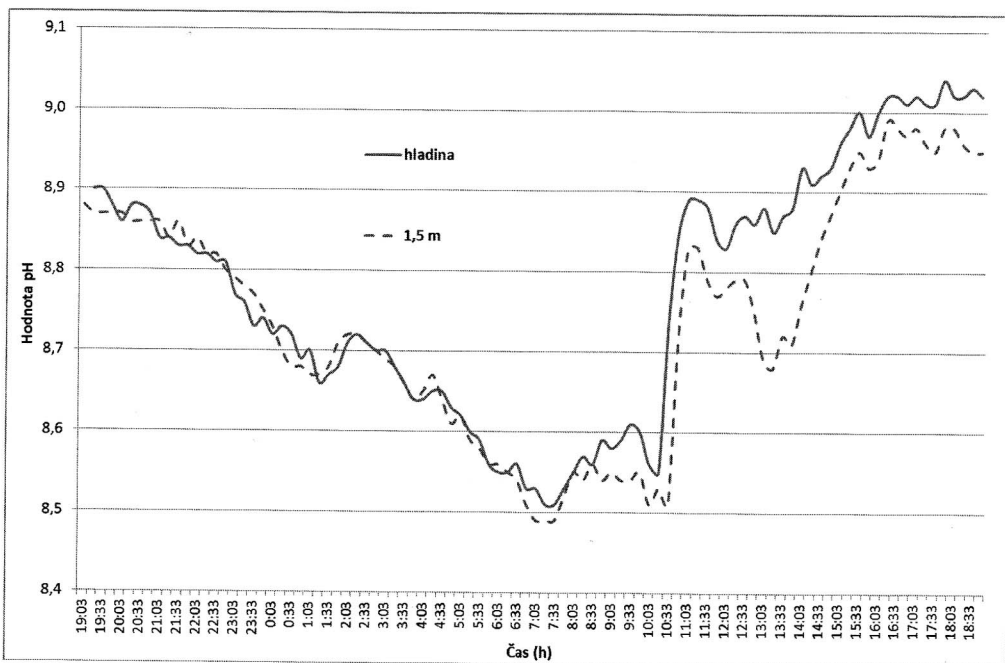
Graf č. 4: Obsah rozpuštěného kyslíku na rybníce č. 2 v období 25-26. 8. 2011



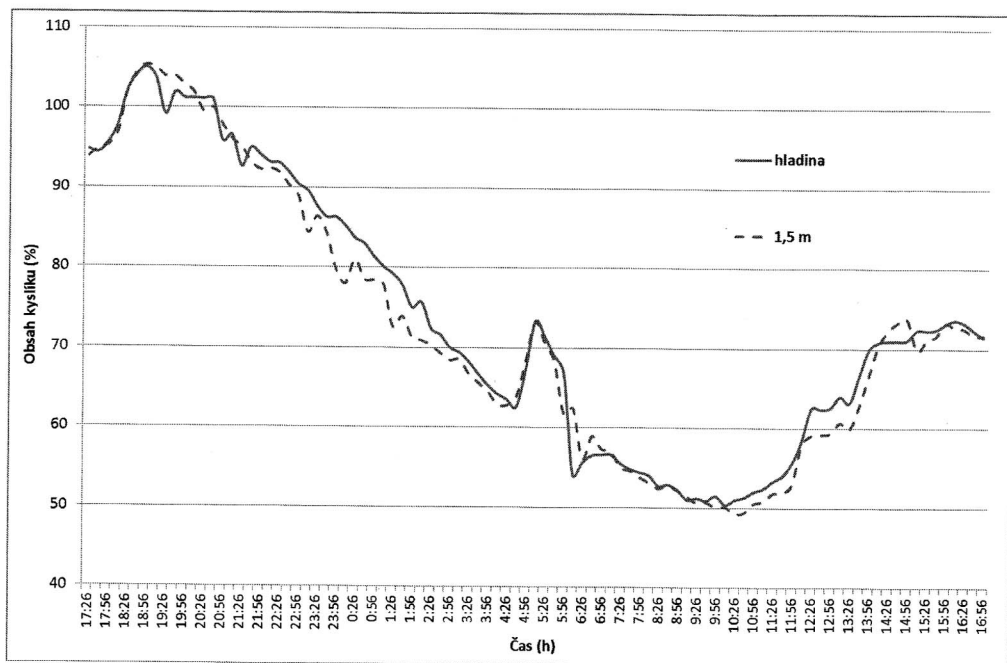
Graf č. 5: Hodnota pH na rybníce č. 2 v období 25-26. 8. 2011



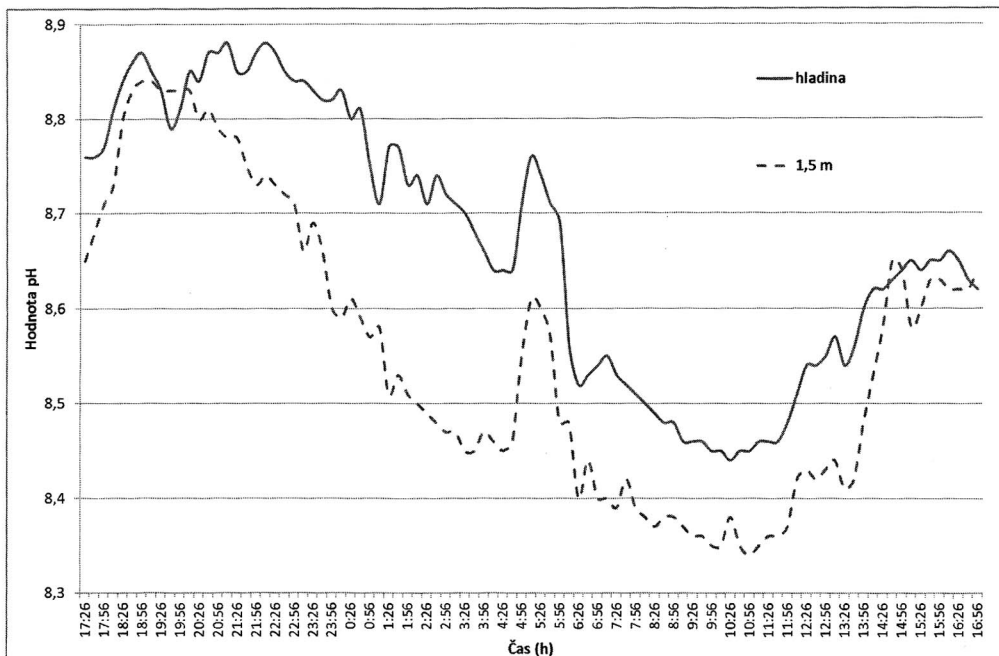
Graf č. 6: Obsah rozpuštěného kyslíku na rybníce č. 1 v období 8-9. 10. 2011



Graf č. 7: Hodnota pH na rybníce č. 1 v období 8-9, 10, 2011



Graf č. 8: Obsah rozpuštěného kyslíku na rybníce č. 2 v období 6-7, 10, 2011



Graf č. 9: Hodnota pH na rybníce č. 2 v období 6-7. 10. 2011

Z podzimního sledování prvního rybníka (Grafy č. 6 a7) je zjevné, že se stírají rozdíly mezi hodnotami hladinovými a v hloubce 1,5 m. Křivka obou parametrů kolísá až na výrazný nárůst hodnot v dopoledních hodinách dle předpokladů. Přestože již v říjnu byly mnohem horší světelné podmínky pro fotosyntézu a teplota vody kolísala mezi 10-15  $^{\circ}\text{C}$ , bylo nasycení vody kyslíkem v odpoledních hodinách stále vysoké a dosahovalo hodnot přes 120 %.

Druhý sledovaný rybník nedosahoval na podzim tak vysokých hodnot nasycení, což bylo způsobeno nepříznivým počasím s vydatnými srážkami v průběhu druhého dne sledování. Obsah kyslíku se tak zvyšoval velmi pozvolně a v odpoledních hodinách dosahoval hodnot jen mírně nad 70% nasycení. Podobně se pohybovala i křivka pH.

## Závěr

Z prezentovaných křivek kolísání obsahu rozpuštěného kyslíku a pH v průběhu dne a noci, je patrné výrazné kolísání parametrů i v relativně krátkém časovém intervalu. V letním období jsou rovněž výrazné rozdíly sledovaných hodnot ve vertikálním profilu. Tyto skutečnosti je nutno brát v potaz při kontrole těchto parametrů v rybářském provozu, kdy vlastní měření je realizováno v nepravidelných intervalech a v naprosté většině případů pouze v povrchové vrstvě vody. Díky možným výrazným rozdílům především rozpuštěného kyslíku v průběhu dne, je nutné naměřené hodnoty správně vyhodnotit a minimalizovat tak možné úhyny ryb z důsledku kyslíkových deficitů. V intenzivně obhospodařovaných rybnících s pravidelným příkrmováním ryb má své opodstatnění i monitoring rozpuštěného kyslíku ve větších hloubkách u dna, kde jak je patrné, jsou časté i nulové koncentrace. Při nízkých hodnotách kyslíku u dna lze pak vhodně zvolenou krmnou strategií maximalizovat využití předkládaných krmiv a omezit potencionální ohrožení rybí obsádky kyslíkovými deficity.

## **Poděkování**

Príspevek vznikl za finanční podpory Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

## **Seznam použité literatury**

- ADÁMEK Z., HELEŠIC J., MARŠÁLEK B., RULÍK M.** (2010): Aplikovaná hydrobiologie. JU v Českých Budějovicích, FROV, 350 s.
- HETEŠA J., SUKOP I.** (1985): Aplikovaná hydrobiologie II. Skriptum VŠZ Brno, SPN Praha, 83 s.
- PECHAR L., PŘIKRYL I., FAINA R.** (2002): Hydrobiological evaluation of Třeboň fishponds in the end of the nineteenth century. In: Květ, J., Jeník, J., Soukupová, L. (eds.): Freshwater wetlands and their sustainable future, Paris: 31-61