

HYDRICKÁ REKULTIVACE NA MOSTECKU EKOSYSTÉM JEZERA

Říhová Ambrožová Jana 1,2), Martin Neruda 2)

1) *VŠCHT FTOP ÚTVP Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6,
tel: +420 220 445 123, e-mail: jana.ambrozova@vscht.cz*

2) *Univerzita J.E.Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, Katedra přírodních věd,
Králova Výchina 3132/7, 400 96 Ústí nad Labem, martin.neruda@ujep.cz*

Souhrn

V praxi méně aplikovanou cestou rekultivace je hydrická rekultivace řešená postupným zatápěním jam vzniklých po těžbě. Od začátku roku 2011, za soustavného napouštění budoucího jezera Most, probíhá monitoring stavu lokality s cílem zachycení postupu utváření a charakteru biocenózy a případné zhodnocení ekologického potenciálu lokality na základě prvků biologické kvality. Projektem bylo umožněno sledování jakosti vody a skladby vodních společenstev v době napouštění budoucího jezera. Z dostupných míst na tvořící se litorální zóně jsou odebírány vzorky pro potřeby hydrobiologického rozboru, zjišťována je případná dominance bioindikátorů, stupeň trofie, biologický index saprobity. Zonální odběry zachycují vertikální stratifikaci fytoplanktonu a koncentraci chlorofylu-a. Dosavadní výsledky z hydrobiologických rozborů poukazují na velmi dobrý stav lokality, nízkou trofii vody zřejmě způsobenou nedostupností fosforu a z toho vyplývající prozatímní absencí závadných mikroorganismů (např. taxonů toxických sinic).

Klíčová slova: hydrická rekultivace krajiny; jezero Most; rekreace; biologické rozborů; směrnice 2000/60/ES - ekosystém jezera; ekosystém litorální zóny

Summary

Hydric recultivation solved by gradual flooded mining holes is less applied the way of recultivation. From the start of the year 2011, during continual flooding of future Most Lake, has proceeded monitoring of the locality conditions state with a target to catch formation and character of biocenosis and appropriate estimation of ecological potential of locality on basis of the elements of biological quality. In this case, it is just quite sporadic, the possibility of monitoring of water quality and composition of water association in time of filling the future lake. Samples assessed for hydrobiological analyses are sampled from accessible places on forming lakeshores, appropriate dominance of bio-indicators, state of trophy and biological index of saprobity are determined. Character of vertical zonation, showed by deepwater samples, specifies degree of volume biomass and chlorophyll-a concentration. Present results of hydrobiological analysis show very good locality conditions, low water trophic rate obviously thanks to phosphorus non-availability and resulting temporary absence of unhealthy microorganisms.

Keywords: hydric recultivation of landscape; the Most Lake; recreation; biological analyses; Directive 2000/60/EC; ecosystem of lake; ecosystem of littoral zone of lake

Oblast zájmu

Vlastní vývoj kvality vody v nádržích zbytkových jam je ovlivňován působením velkého množství vnitřních i vnějších faktorů, jejichž závažnost je odlišná, proto je důležitý jejich pravidelný monitoring. Požadovaná výsledná kvalita vody v jezerech zbytkových jam bude ohrožována hlavně možnostmi jejího nadměrného zakyselení a eutrofizací, u některých menších neprůtočných jezer i možnostmi jejího zasolení. V případě zatápěných jezer v Severočeské hnědouhelné pánvi je riziko acidifikace minimální, protože k napouštění jsou z převažujících částí používány povrchové vody z říčních toků. Je možné, že se případné zhoršení biologických prvků kvality vody (ve smyslu vyššího počtu fototrofních organismů, vyšší koncentrace chlorofylu-a, snížení průhlednosti, apod.), způsobené zastavením přítoku vody do nádrže, odrazí i na výsledcích hydrobiologického monitoringu, vzhledem k ukončení napouštění a výkyvům v povětrnostních podmínkách a počasí (delší/kratší zima, výkyvy teplot, zvýšený/snížený podíl srážek, přívalové deště, apod.).

Hydrobiologický průzkum jezera Most

Při hodnocení nově vznikajícího biotopu je nutné postupovat podle Rámcové směrnice v oblasti vodní politiky 2000/60/ES. Jezero Most je umělý vodní útvar, jehož charakterizace by měla být provedena podle popisných charakteristik kategorie povrchových vod, která je nejbližší příslušnému vodnímu

útvary. Dle Rámcové směrnice 2000/60/ES by měl být u umělého vodního útvaru definován ekologický potenciál - maximální, dobrý a střední. Vyjádřením kvality struktury a funkce vodních ekosystémů jsou složky biologické kvality, jako je například fytoplankton, makrofyta a bentos, fauna bezobratlých bentických organismů, fauna ryb. K hydromorfologickým ukazatelům hodnocení ekologického potenciálu útvarů patří hydrologický režim a morfologické podmínky. Ke složkám fyzikálně chemické jakosti patří, kromě všeobecných podmínek (pH, kyslíková bilance, kyselinová neutralizační kapacita, průhlednost a teplota vody, stupeň slanosti), zjištění přítomnosti specifických syntetických a nesyntetických znečišťujících látek.

Vlastní sledování v rámci řešeného projektu

Při výběru vzorkovacích míst v roce 2011 bylo přihlédnuto k charakteru náročného terénu, litorální zóny a charakteru povrchu terénu/cesty. V průběhu napouštění a postupného zpřístupňování okolí jezera byla soustavně doplňována další monitorovací místa. V současné době jsou monitorovací místa rozložena podél celé litorální zóny jezera (14 míst, rozmístění nerovnoměrné). Charakter a stav vzorkovacích míst je v době jednotlivého aktuálního odběru fotograficky dokumentován. Terénní hodnocení a laboratorní výsledky se týkají provedení hydrobiologických rozborů vzorků vody (případně nárostů) odebíraných z jezera Most, speciálně se zaměřují na přítomné vodní mikroorganismy (zjm. pak fytoplankton) zachycené danou metodikou odběru (vzorkovnicí). Pro odběr vody z břehové linie je používána vzorkovnice umístěná na laně. Každý měsíc jsou prováděny hlubinné odběry vzorků vody odběrákem Van Dorna (SIG-ENT) z lodi, současně je Secchiho deskou měřena průhlednost a barva vody, u odebraných vzorků je *in situ* zjišťována hodnota pH a konduktivita. Odebrané vzorky volné vody (hlubinné, litorální) jsou mikroskopicky posuzovány (kvalitativní a kvantitativní rozbor), stanovení se doplňuje hodnotou saprobního indexu, u hlubinných odběrů se stanovuje navíc koncentrace chlorofylu-a (předpokládá se rovněž doplnění o údaje objemové biomasy, která je zásadní informací).

Výsledky hydrobiologického průzkumu

Odběry vzorků vody z litorální zóny, postupující směrem k budoucím profilům sypaných hrází, poukazují na postupnou sukcesi společenstev. Mikroskopickými rozborů nebyly zjištěny hygienicky závadné organismy, zástupci fytoplanktonu nedosahují významně vysokých počtů. Tato informace nebyla potvrzena ani zónačními odběry, které probíhají na lokalitě každý měsíc.

Hodnoty saprobního indexu se pohybují v rozpětí stupně beta-mezosaprobity, a to v roce 2011 od 1,59 do 2,03 (15 odběrů na přítoku a dalších 8 vzorkovacích místech litorálu), v roce 2012 od 1,66 do 2,04 (9 odběrů na přítoku a dalších 13 vzorkovacích místech litorálu), v roce 2013 od 1,52 do 1,92 (3 odběry na přítoku – toto místo už nebude zřejmě vzorkováno - a 5 odběrů na dalších 13 vzorkovacích místech litorálu). Abundantní jsou oportunistické druhy obrněnek (*Peridinium*, *Ceratium*, *Woloszynskia*, *Gymnodinium*, *Peridiniopsis*, *Katodinium*, *Amphidinium*), známé z jezer a nádrží oligotrofního typu. V planktonu jezera Most se vyskytují další indikátory oligosaprobního stupně, např. rozsivky (*Bacillariophyceae*) *Tabellaria flocculosa*, zlativky (*Chrysophyceae*) rod *Dinobryon*, apod. Dalšími organismy jsou typické indikátory beta-mezosaprobního stupně, kterými jsou rozsivky *Synedra acus*, zelené řasy rodů *Eudorina*, *Monoraphidium*, *Pandorina*, nálevníci rodu *Vorticella*, vířníci, korýši (*Cladocera*, *Copepoda*). Na lokalitě se vyskytují indikátory vyšší koncentrace vápníku, tzv. kalcifilní organismy, kterými jsou rozsivky z rodů *Aulacoseira*, *Asterionella*, *Cyclotella* a *Diatoma*, zelené řasy rodů *Cosmarium*, *Staurastrum*, *Closterium*, *Haematococcus* a *Vaucheria*. Zvláštní je i občasné zastoupení halofilními druhy, kterými jsou např. vířníci rodů *Brachionus* a *Keratella*, rozsivky rodů *Navicula*, *Nitzschia* a *Synedra*. Na nádrži byl zaznamenán masový výskyt zástupců zlativek (*Chrysophyceae*), které v červnu 2011 způsobily náhlé snížení průhlednosti vody doprovázené zákalem žlutozelené barvy a kořenitým až rybím zápachem vody (*Mallomonopsis akromos*, *Synura uvella*). V roce 2013 byl zaznamenán výskyt zlativky *Bitrichia chodati*. Současně byly zaznamenány indikátory vyšší koncentrace železa, zjm. železité bakterie *Leptothrix echinata*, *Planctomyces bekefii* a některé druhy barevných a bezbarvých bičíkoviců. Výskyt sinic na lokalitě byl v průběhu roku 2011 minimální, v druhé polovině roku 2012 se začaly objevovat sporadicky kolonie rodů *Microcystis*, *Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Chroococcus* a *Snowella*. Zatím lze konstatovat, že nebyly zjištěny hygienicky závadné organismy (ve smyslu stanovení na základě mikroskopického

obrazu), zástupci fytoplanktonu nedosahují významně vysokých počtů. Tato informace nebyla potvrzena ani zonačními odběry, které probíhají na lokalitě každý měsíc.

Hodnoty pH v roce 2011 byly v rozmezí od 6,83 do 8,65, v roce 2012 od 5,02 do 9,54, v roce 2013 od 5,46 do 8,44. **Konduktivita** v roce 2011 byla v rozmezí od 402 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ do 803 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, v roce 2012 od 350 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ do 571 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, v roce 2013 od 351 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ do 714 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Pomocí Secchiho desky je měřena **průhlednost vody** a dále pak i její **barva** (většinou světle zelená, žlutozelená, apod.). V roce 2011 byla zaznamenána minimální průhlednost vody v červnu (1,32 m), maximální průhlednost vody v září (6,5 m). V roce 2012 byla zaznamenána minimální průhlednost vody v květnu (2,0 m), maximální průhlednost vody v srpnu (5,5 m). V roce 2013 byla zjištěna maximální průhlednost vody v srpnu, kdy bylo naměřeno 8 m.

Počty fototrofních mikroorganismů dosahují většinou 4 tisíc organismů v 1 ml, nicméně v červenci 2011 byl v hloubce 1 m zjištěn počet 17 tisíc organismů v 1 ml. Vyšší hodnoty koncentrace **chlorofylu-a** byly naměřeny v červenci 2011 v hloubce 12 m (36,7 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), kde dominovaly obrněnky (*Gymnodinium palustre*, *Gymnodinium helveticum*, *Peridinium willei*, *Peridinium bipes*) a skrytěnky. V roce 2012 byla zjištěna vysoká koncentrace chlorofylu-a v březnu v hloubce 5 m (14,95 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), kdy v planktonu převládaly rozsivky druhů *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria capucina*, *Synedra affinis*, *Asterionella formosa*. Na nádrži se v roce 2013 začaly sporadicky objevovat velmi drobné pikoplanktonní centrické rozsivky, které se významně podílely na zvýšeném počtu zjištěných fototrofních organismů. Tyto rozsivky dosahovaly až 20 tisíc jedinců v 1 ml. Vzhledem k tomu, že se jedná o pikoplanktonní zástupce, je jejich podíl na výsledné koncentraci chlorofylu-a nevýznamný. V roce 2013 byly zaznamenávány nízké koncentrace chlorofylu-a, maximální hodnota 13,96 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ve 2 m v srpnovém odběru, což významně souvisí s horšími klimatickými poměry, které se v tomto roce objevují.

Diskuse

Pro popis biotopu a jeho specifikaci jsou v rámci projektu sledovány tyto složky ekosystému jezera: **(a) zonační odběry vzorků vody** (hydrobiologický rozbor, zjištění kvalitativního a kvantitativního zastoupení, koncentrace chlorofylu-a, in-situ pH a konduktivita), z lodi je měřena průhlednost vodního sloupce a barva vody, zaznamenávána je informace o počasí (teplota vzduchu, povětrnostní podmínky); **(b) odběry vzorků vody z litorální zóny** (hydrobiologický rozbor, zjištění kvalitativního a kvantitativního zastoupení, saprobní index). Vzhledem k tomu, že se předpokládala nestálost litorální zóny, nejsou zatím do hodnocení zahrnuty odběry vzorků nárostů. Ty by měly být hodnoceny obdobným způsobem.

Na biotop byly vysazeny ryby, které budou vyžíráním tlakem ovlivňovat trofii vody (popř. zákal nebo naopak „čirost“), velikostní skladbu dominujícího fytoplanktonu a zooplanktonu. Při dalším sledování je potřeba zohlednit i tento faktor. **Predační tlak** – není bohužel v rámci projektu významně sledován. Tento aspekt by měl být zohledněn z důvodu případných manipulací v trofické pyramidě a do budoucna i ovlivnění výsledného stavu kvality vody (oligotrofní nebo eutrofní). Negativní vliv spočívá v tlaku zooplanktonofágních ryb na filtrující zooplankton, v důsledku kterého dochází k nárůstu početnosti fytoplanktonu, projevujícího se silným vegetačním zákalem vody a tedy výrazným poklesem průhlednosti. Pozitivní vliv rybií obsádky je představován tlakem piscivorních ryb na společenstvo ryb planktonofágních, které pak nedecimují filtrující zooplankton a ten může účinně omezovat společenstvo fytoplanktonu a průhlednost vody a estetická kvalita vody zůstává vysoká. V nově vzniklých vodních tělesech probíhá sukcese rybií obsádky s postupným nárůstem úživnosti v zákonitě řadě – od převahy lososovitých ryb, přes dominanci ryb okounovitých často s výrazným podílem štiky, až po převahu ryb kaprovitých.

Co dále nebylo zatím v rámci projektu pracovišti sledováno, je **chemismus vody**. Toto by mohlo být klíčové pro sledování případných chemokliny či změn, které lze u podobných hydriky rekultivovaných biotopů očekávat. Z důvodů dostupnosti nutrientů by bylo vhodné zajistit sledování koncentrace fosforečnanů a dusičnanů a dále přítomných kovů. (Od roku 2014 se budou pracovištěm u zonačních odběrů analyzovat i významné chemické ukazatele.)

Hodnoty pH, zaznamenávané při zónačních odběrech ve vzorcích vody, byly několikrát velmi nízké pracovištěm (v kyselé oblasti). Toto by mohlo být i varovným signálem přítomnosti síranů či sulfidů, pokud dochází k jejich vylouhování z podloží (pyritů apod.) činností mikroorganismů nebo díky podmínkám prostředí. Uvolňované sloučeniny mohou být toxické na vodní organismy a mohou decimovat ekosystémy (úmrtnost, menší biomasa, snížená produktivita apod.)

Poděkování: Publikace vznikla za finanční podpory TA ČR při řešení projektu č. TA 01020592 „Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných lomů“ (2011-2014).

Použitá literatura

- [1] DVOŘÁK, P., ŠVEC, J.: 2009: Napouštění zbytkové jámy lomu Most-Ležáky. Vesmír 88, 46
- [2] HAVEL, L., PŘIKRYL, I., VLASÁK, P., KOHUŠOVÁ, K.: 2010: Hydrická rekultivace zbytkových jam po těžbě hnědého uhlí I. Limnologické noviny, Limnological News, Česká limnol. společnost, č.3, říjen 2010, 1-4.
- [3] KUBEČKA, J., PETERKA, J.: 2009: Návrh zarybnění jezera Most – Ležáky – přehled možných řešení. Biologické Centrum AV ČR, Hydrobiologický ústav, České Budějovice, 17 s.
- [4] LARONDELLE, L.; HAASE, D., 2012. Valuing post – mining landscapes using an ecosystem services approach – An example from Germany. Ecological Indicators 2012, 18, 567 - 574
- [5] PETERKA, J., KUBEČKA, J.: 2011: Komplexní průzkum rybí obsádky jezera Most v roce 2011. Biologické Centrum AV ČR, Hydrobiologický ústav, České Budějovice, 53 s.
- [6] PŘIKRYL I.: 2009: Jezero Chabařovice – hodnocení vývoje kvality vody, Zpráva ENKI o.p.s. Třeboň
- [7] PŘIKRYL, I., HAVEL, L.: 2010: Hydrická rekultivace zbytkových jam po těžbě hnědého uhlí II – Barbora a Chabařovice. Limnologické noviny, Limnological News, Česká limnol. společnost, č.4, prosinec 2010, 1-6.
- [8] ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ J., NERUDA, M.: 2012: Hydrobiologický průzkum hydrickou cestou rekultivovaného území na Mostecku, Studia Oecologica, č. 1, roč. VI, s. 19-27, ISSN 1802-21 2X
- [9] ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, J., ŘÍHA J., IVANOVÁ P.: 2012: Budoucnost a perspektiva hydrické rekultivace na Mostecku. Sbor. konf. *Vodárenská biologie 2012*, Praha 1.-2.2. 2012, s. 76-83, ISBN 978-80-86832-65-4
- [10] ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, J., HOLCOVÁ D., HOLEC M.: 2013: Hydrická rekultivace v Podkrušnohoří – jezero Most. Sbor. konf. *Vodárenská biologie 2013*, Praha 6.-7.2. 2013, s. 80-86, ISBN 978-80-86832-70-8
- [11] ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ J., IVANOVÁ P.: 2013: Hydrická rekultivace na Mostecku. První výsledky hydrobiologického průzkumu hydricky rekultivovaného Mostecku.- Vodní hospodářství roč. 63, č.4, 33-37, ISSN 1211-0760
- [12] Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky
- [13] TRAXMANDLOVÁ K., POLÁČKOVÁ V., BEČKA M., HROCHOVÁ Z., POLÁČEK J., BLAŽKOVÁ H.: 2010: Technické a územní řešení rozvoje lokality Jezero Most. Pilotní lokalita projektu COBRAMAN. Draft postupové zprávy, No. 5.4.1, Most, srpen 2010
- [14] ZACHAROVÁ, J.; POKORNÝ, R.: 2010: Inventarizace hydrických rekultivací v okresech Teplice a Ústí nad Labem a jejich hodnocení metodou BVM a EVVM. Studia Oecologica, IV, 119 - 126