

ŽIVINOVÉ SLOŽENÍ RYBNÍČNÍCH SEDIMENTŮ

KOPP R., MUSILOVÁ B., RADOJIČIĆ M., GRMELA J.

*Mendelova univerzita v Brně, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství,
Zemědělská 1, 613 00 Brno*

fcela@seznam.cz

Úvod

Rybníky jsou nejběžnějším typem stojatých vod v ČR sloužící k chovu ryb. V posledních letech nabývají na významu další funkce rybníků (vodohospodářská, rekreační, ekologická aj.), což vede ke zvýšení požadavků společnosti na kvalitu rybníčních vod a tím často k omezení produkce ryb. Jednou z příčin zhoršující se kvality vody v rybnících je i zvyšující se eroze půdy spojená se zanášením rybníků a zvyšováním vrstev sedimentů. Tyto sedimenty jsou převážně tvořeny nejcennějšími díly svrchních vrstev půdy, která je „nenahraditelná“ a tvoří se tisíce let. Logicky přemýšlející člověk by očekával výraznou snahu zemědělců, potažmo státní správy o návrat spláchnuté ornice zpět, na v poslední době stále více degradovanou zemědělskou půdu. Bohužel realita je taková, že více než 80% zemědělské půdy leží v pronájmech u velkopodnikatelů, vlastnický vztah k půdě tak prakticky zanikl a většina zemědělců nejeví o rybníční sediment žádný zájem. Navíc legislativa klasifikuje sediment jako odpad a řešíme spíše jeho likvidaci místo opětovné aplikace na zemědělské půdy.

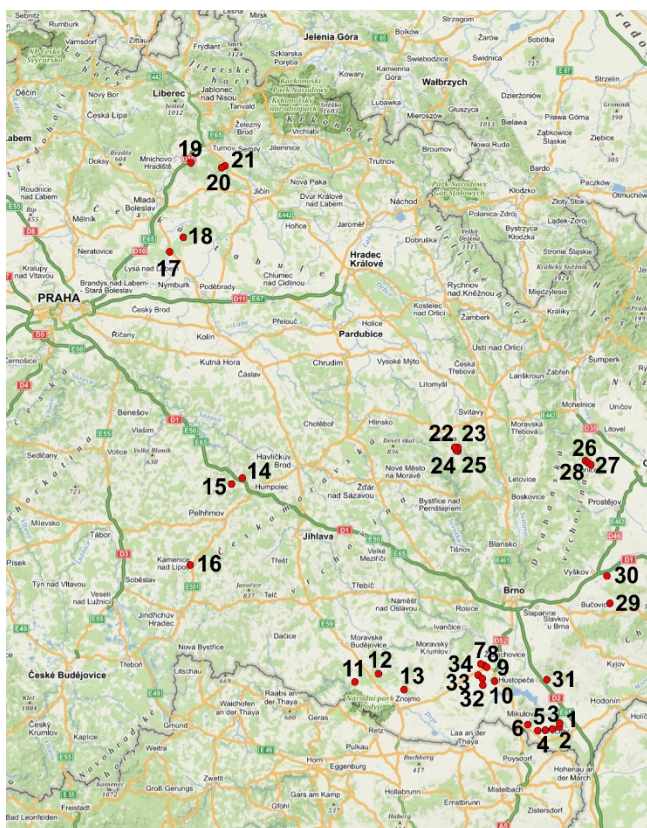
Materiál a metodika

Všechny sledované rybníky patří k typickým mělkým nádržím s bahnitým výjimečně částečně písčitém sedimentem, trofický stupeň od mezotrofie až po hypertrofii (obr č. 1).

Sedimenty rybníků byly odebírány na plné vodě z lodi pomocí Ekmanova drapáku (0-15 cm) a rovněž při výlovu rybníků za využití kovové lžíce (0-15 cm). Každý vzorek byl tvořen ze směsi minimálně tří dílčích vzorků sedimentu a ihned na lokalitě byly odděleny větší částice protlačením vzorku přes kovové síto o průměru ok 2 mm. Takto upravený vzorek byl důkladným promícháním v nádobě homogenizován a uložen do plastových vzorkovnic pro další analýzy.

Ve vzorku sedimentu byla stanovena sušina vysušením části vzorku při 105 °C do konstantní hmotnosti. Na základě sušiny vzorku byl proveden vodný výluh dle ČSN EN 12457–4. Pro následné oddělení kapalné a tuhé fáze byly použity membránové filtry s velikostí pórů 0,45 µm. Ve výluhu byly stanoveny vybrané parametry (P, N) standardně dle postupů pro analýzy vod (Horáková, 2007).

Další část vzorku byla upravena lyofilizací, ve vzorcích byl stanoven obsah uhličitánů, obsah tzv. využitelných/přístupných živin (P, Mg, Ca, K), stanovených ve výluhu (Mehlich III), obsah organických látek spálením vzorku při 550 °C a obsah fosforu ve výluhu lučavkou královskou. Analýzy byly prováděny dle jednotných pracovních postupů (Zbíral a kol. 2011, 2016).



SEZNAM SLEDOVANÝCH RYBNÍKŮ:

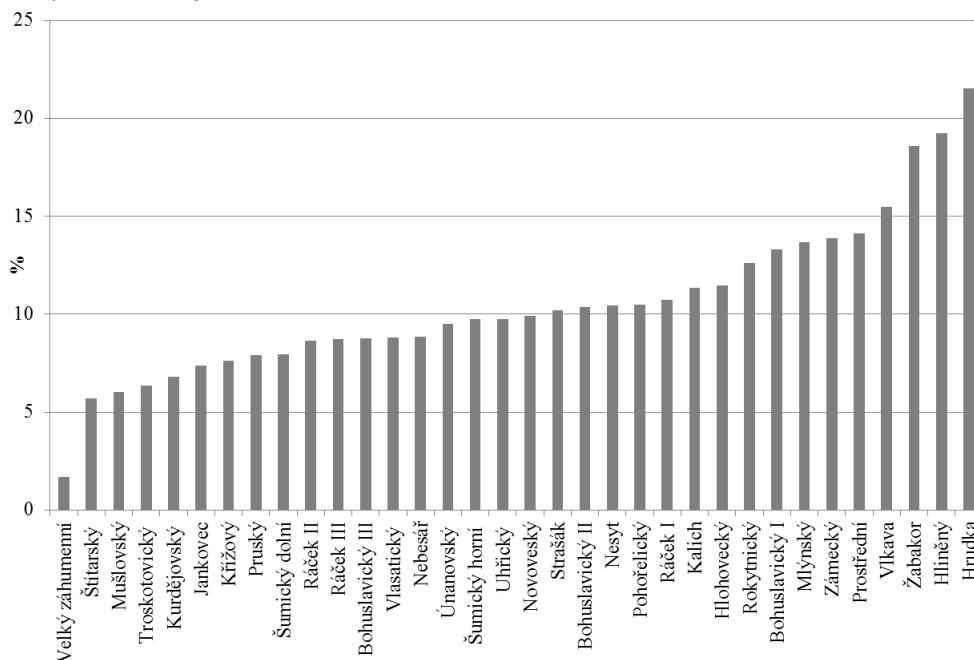
- 1 Zámecký
- 2 Nesyt
- 3 Hlohovecký
- 4 Prostřední
- 5 Mlýnský
- 6 Mušovský dolní
- 7 Šumický horní
- 8 Šumický dolní
- 9 Pohofelický
- 10 Novoveský
- 11 Štítarský
- 12 Jankovec
- 13 Únanovský
- 14 Hliněný
- 15 Strašák
- 16 Kalich
- 17 Vlka
- 18 Záhumenní velký
- 19 Žabakor
- 20 Hrudka
- 21 Rokytický
- 22 Nebesář
- 23 Ráček I
- 24 Ráček II
- 25 Ráček III
- 26 Bohuslavický I
- 27 Bohuslavický II
- 28 Bohuslavický III
- 29 Uhřický
- 30 Pruský
- 31 Kurdějovský
- 32 Troskotovický
- 33 Křížový
- 34 Vlasatický

Obr 1 Mapa zájmového území s vyznačením sledovaných rybníků.

Výsledky a Diskuse

Výsledky monitoringu živinového složení sedimentů rybníků jsou uvedeny v grafech 1, 2 a tabulce 1. Složení základních živin se mezi rybníky výrazně liší, rovněž jednotlivé partie rybníka mohou mít rozdílné složení. Nejvyšší koncentrace živin jsou ve většině případů soustředěny v oblasti loviště popř. krmiště rybníka. Pro důkladné zmapování obsahu živin v sedimentech je nutné zmapování rozložení sedimentů nejlépe při výlovu rybníka a odběry více vzorků z různých částí rybníka. Získaná data o živinovém složení sedimentů rybníků jsou porovnávána s hodnotami uváděnými pro zemědělskou převážně ornou půdu v ČR. Jedním z nejdůležitějších ukazatelů vypovídající o kvalitě zemědělských půd je obsah organické hmoty, u které především v posledním období dochází k výraznému úbytku. Podíl organické hmoty v půdách se nejčastěji vyjadřuje v % organického uhlíku. Dlouhodobé sledování zemědělských půd v ČR ukazuje široké rozpětí obsahu organického uhlíku od 0,6 do 3,2 % (Kubát a kol. 2008). K orientačnímu zjištění obsahu organické hmoty se dá využít i stanovení spalitelného podílu (550 °C) ze sušiny sedimentu. Ke srovnání hodnot pak lze obsah organického uhlíku vynásobit koeficientem 1,72. Množství organické hmoty (vyjádřené jako spalitelný podíl) je v sedimentech rybníků vysoké (obr. č. 2). V rybnících, které jsme sledovali, kolísá spalitelný podíl

od 1,7 do 21,5 % s průměrnou hodnotou přes 10 %. Literární údaje udávají obdobné hodnoty z různých typů rybníků (polní 8,43 %, návesní 9,52 %, lesní 10,43 %) Kubík (2011) a především z jihočeských rybníků udává průměrnou hodnotu 15,6 % Baxa a kol. (2019). Přes značné rozdíly mezi jednotlivými rybníky je zřejmý vysoký podíl organické hmoty ve srovnání se zemědělskou půdou, kde se obsah organické hmoty stále snižuje.



Graf 1 Obsah organické hmoty vyjádřený jako spalitelný podíl ze sušiny sedimentu.

Z hlediska živinového složení jsou jedním z nejdůležitějších sledovaných prvků dusík a fosfor. Hodnoty fosforu i dusíku ve vodném výluhu kolísají v širokém rozmezí s průměrnou hodnotou 5,36 mg fosforu resp. 40,07 mg dusíku v 1 kg sušiny sedimentu (Graf 2). Vzhledem k metodice stanovení je možné předpokládat, že hodnoty parametrů stanovené vodným výluhem odpovídají hodnotám, které můžou bentofágní ryby během roku uvolnit do okolní vody svým melioračním vlivem na dno rybníka při shánění potravy.

Stanovení běžně využívané k vyhodnocení živinového složení půd je výluh dle Mehlich III. Zemědělci takto stanovují především čtyři základní živiny (P, Ca, Mg, K). Hodnoty těchto prvků v sedimentech rybníků jsou uvedeny v tabulce 1. Hodnoty fosforu v sedimentech rybníků dle Mehlich III se různí, což jen dokládá velké rozdíly v živinovém složení sedimentů (průměrná hodnota 25,1 mg.kg⁻¹). Udávaná průměrná hodnota fosforu v sedimentech především jihočeských rybníků z let 2011-2017 byla 7,2 mg.kg⁻¹ (Baxa a kol. 2019), monitoring rybníčních sedimentů z let 1995-2010 udává průměrné hodnoty přístupného fosforu od 30,9 do 46,0 mg.kg⁻¹ v závislosti na typu rybníka (Kubík, 2011). Nejvyšší hodnota 300 mg.kg⁻¹ přístupného fosforu je udávána z rybníka Posměch (Potužák a Duras, 2015).

V orných půdách jsou ve srovnání s hodnotami ze sedimentů rybníků hodnoty dostupného fosforu vyšší. Průměrný obsah přístupného fosforu v orné půdě ČR se udává kolem 90 mg.kg^{-1} (Klement a kol. 2012, Smatanová a Sušil, 2015, Prášková a Němec, 2016). Dle vyhlášky MZe č. 275/1998 Sb. je u orných půd za dobrý stav považován obsah dostupného fosforu v rozmezí od 81 do 115 mg.kg^{-1} .

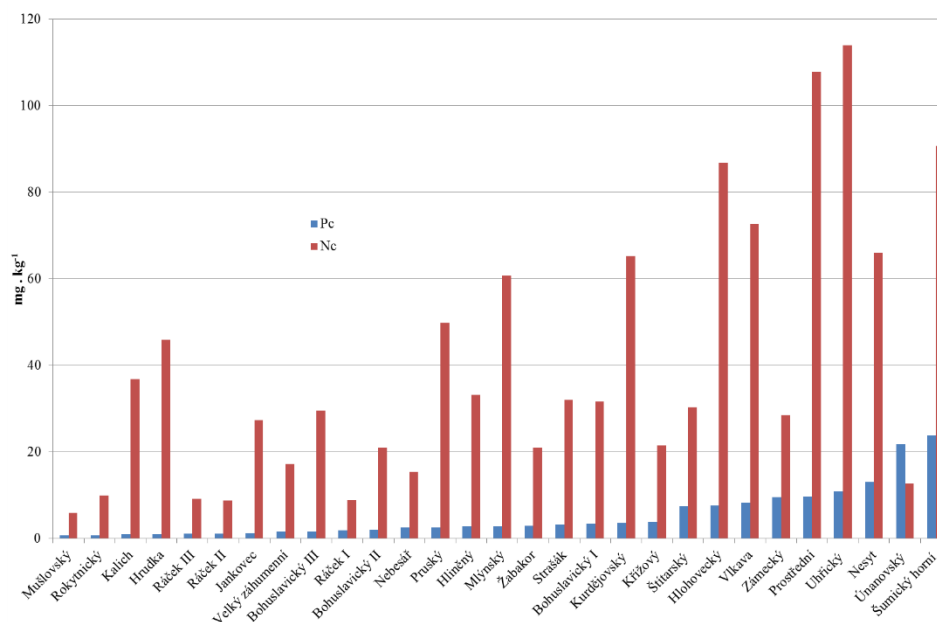
V případě stanovení celkového obsahu fosforu ve výluhu lučavkou královskou jsou ale hodnoty fosforu vyšší než v orných půdách. Průměrná hodnota fosforu ze sledovaného souboru rybníků byla $935,6 \text{ mg.kg}^{-1}$. Průměrný celkový obsah fosforu v roce 2013 byl v orných půdách ČR 726 mg.kg^{-1} s tendencí setrvalého poklesu hodnot (Prášková a Němec, 2016).

prvek	jednotka	Bohuslavický I	Bohuslavický II	Bohuslavický III	Hliněný	Hlohovecký	Hrudka	Jankovec	Kaňch	Křižový	Kurdějovský	Mlýnský	Muškovský
fosfor	mg.kg^{-1}	26,14	39,00	51,80	11,20	42,01	9,16	12,75	17,15	19,96	2,63	21,84	9,60
vápník	g.kg^{-1}	3,82	4,13	2,65	3,76	44,65	8,04	3,63	1,90	34,20	40,30	49,45	44,51
hořečík	mg.kg^{-1}	298	220	179	689	2230	409	477	250	1685	1830	2589	1492
draslík	mg.kg^{-1}	131	120	83	285	447	248	113	100	408	267	372	175

prvek	jednotka	Nebesář	Nesyt	Novoveský	Pohořelický	Prostřední	Pruský	Ráček I	Ráček II	Ráček III	Rokytnický	Strašák	Štítarský
fosfor	mg.kg^{-1}	13,21	44,41	65,50	28,43	29,03	10,03	14,49	11,57	11,06	8,49	42,85	21,33
vápník	g.kg^{-1}	4,33	53,62	26,56	14,16	46,99	21,95	4,05	4,07	3,28	8,90	2,42	7,05
hořečík	mg.kg^{-1}	168	2787	1463	1436	2335	1078	241	185	141	352	276	459
draslík	mg.kg^{-1}	170	551	332	533	384	242	170	152	114	270	106	192

prvek	jednotka	Šumický dolní	Šumický horní	Troskotovický	Uhřetický	Únanovský	Velký	Vlasatický	Vlkava	Zámecký	Žabokor
fosfor	mg.kg^{-1}	24,18	53,31	3,72	11,03	33,34	24,55	24,67	49,66	49,69	14,09
vápník	g.kg^{-1}	33,47	45,76	40,78	42,37	33,66	3,23	22,55	27,10	11,44	13,85
hořečík	mg.kg^{-1}	1178	1272	1863	1829	1467	88	1464	708	926	611
draslík	mg.kg^{-1}	352	355	466	444	449	60	525	315	244	238

Tabulka 1 Obsah P, Ca, Mg a K sedimentů rybníků ve výluhu dle Mehlich III



Graf 2 Obsah celkového P a N ve vodném výluhu sedimentů rybníků

Při srovnání rybníčních sedimentů a zemědělských půd z hlediska obsahu vápníku je situace zcela jiná. Obsah vápníku je v sedimentech rybníků velmi variabilní, většinou ve vyšších hodnotách než na zemědělských půdách. Mimo podloží jsou velké rozdíly v hodnotách vápníku dány hlavně vlivem rybářského hospodaření a realizaci vápnění rybníků. Námi naměřené hodnoty vápníku se ve výluhu dle

Mehlich III pohybovaly v rozmezí od 1,9 do 53,6 g.kg⁻¹. Baxa a kol., (2019) a Kubík, (2011) udávají průměrné hodnoty dostupného vápníku v různých typech rybníků v rozsahu od 2,2 až 11,8 g.kg⁻¹. Průměrný obsah přístupného vápníku v zemědělské půdě ČR činí podle výsledků z let 2005 - 2014 2,8 g.kg⁻¹, v orných půdách 3,0 g.kg⁻¹ (Klement a kol. 2012, Smatanová a Sušil, 2015).

Další sledovanou živinou je hořčík, jehož obsah v rybníčních sedimentech je v dostupné formě vysoký. Námi naměřená průměrná hodnota dostupného hořčíku byla 1020 mg.kg⁻¹. Průměrné hodnoty dostupného hořčíku v polních, návesních a lesních rybnících se pohybují v rozmezí od 257 do 343 mg.kg⁻¹ (Kubík, 2011). Průměrný obsah přístupného hořčíku na zemědělské půdě je 189 mg.kg⁻¹ (Klement a kol. 2012, Smatanová a Sušil, 2015).

Hodnoty draslíku v sedimentech rybníků jsou srovnatelné s obsahem v zemědělských půdách. Námi naměřená průměrná hodnota dostupného draslíku byla 277 mg.kg⁻¹. Průměrné hodnoty dostupného draslíku v různých typech rybníků se pohybují v rozmezí 173 až 265 mg.kg⁻¹ (Kubík, 2011). Udávaný průměrný obsah přístupného draslíku na zemědělské půdě (2009-2014) je 247 mg.kg⁻¹. V roce 2013 byl na orné půdě průměrný obsah dostupného draslíku 199 mg.kg⁻¹ (Klement a kol. 2012, Smatanová a Sušil, 2015).

Závěr

K celkovému zhodnocení kvality sedimentů rybníků bude potřeba další důkladné vzorkování a sledování co největšího počtu rybníků z různých oblastí ČR. Živinné složení rybníčních sedimentů je velmi vhodné k aplikaci na zemědělské půdy i přes výrazné rozdíly hodnot mezi rybníky i rozdíly v jednotlivých částech rybníka.

Sedimenty rybníků mají ve srovnání se zemědělskou půdou vysoký podíl organické hmoty a vápníku. Naopak podíl dostupného fosforu dosahuje ve srovnání s půdou nižších hodnot. Rovněž obsah dostupného hořčíku a celkového fosforu je vyšší v sedimentech rybníků oproti zemědělské půdě. Srovnatelný je obsah draslíku a celkového hořčíku.

Přes pozitivní složení živin brání většímu využití sedimentů rybníků k aplikaci na zemědělské půdy především platná legislativa a minimální podpora státní správy. Přestože se v případě rybníčních sedimentů jedná o erozně spláchnutý nejcennější díl svrchních vrstev půdy, která je „nenahraditelná“ a tvoří se tisíce let, klasifikujeme sediment jako odpad a řešíme jeho likvidaci místo opětovné aplikace na zemědělské půdy. Navíc nákladné odtěžení sedimentů a jejich navrácení na zemědělskou půdu leží na majitelích a nájemcích rybníků a ne na majitelích a nájemcích pozemků, z kterých se sediment do rybníků dostal.

V podmínkách klimatické změny při současných stále se prohlubujících problémech hospodaření s vodou, je opětovná aplikace rybníčních sedimentů na zemědělskou půdu jednou z cest, jak zlepšit zadržení vody v krajině.

Poděkování

Výstupy publikace byly zpracovány v rámci projektu NAZV QK1810161 Udržitelná produkce ryb v rybnících v podmínkách klimatických změn.

Literatura

- BAXA, M., ŠULCOVÁ, J., KRÖPFELOVÁ, L., POKORNÝ, J., POTUŽÁK, J. The quality of sediment in shallow water bodies – Long-term screening of sediment in Czech Republic. A new perspective of nutrients and organic matter recycling in agricultural landscapes. *Ecological Engineering*, 2019, 127: 151-159.
- ČSN EN 12457-4 Charakterizace odpadů – Vyluhování – Ověřovací zkouška vyluhovatelnosti zrnitých odpadů a kalů – Část 4: Jednostupňová vsádková zkouška při poměru kapalně a pevně fáze 10 l/kg pro materiály se zrnitostí menší než 10 mm (bez zmenšení velikosti částic, nebo s ním). 2003, 24 s.
- HORÁKOVÁ, M. (ed.) *Analytika vody*. Praha, VŠCHT, 2007, 335 s. ISBN 978-80-7080-520-6.
- KLEMENT, V., SMATANOVÁ, M., TRÁVNÍK, K. Padesát let agrochemického zkoušení zemědělských půd v České republice. ÚKZÚZ Brno, 2012, 96 s. ISBN 978-80-7401-062-0
- KUBÁT, J., CERHANOVÁ, D., MIKANOVA, O., ŠIMON T Metodika hodnocení množství a kvality půdní organické hmoty v orných půdách. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha, 2008, 34 s. ISBN 978-80-87011-65-2
- KUBÍK, L. 2011. Monitoring rybníčních a říčních sedimentů, Průběžná zpráva 1995–2010. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně, 2011, Brno, 24 s.
- POTUŽÁK, J., DURAS, J. Retence živin v rybnících – význam, hodnocení a možnosti jejího využití. *Vodní hospodářství*, 2015, 7: 7-15.
- PRÁŠKOVÁ, L., NĚMEC, P. Bazální monitoring zemědělských půd půdní reakce a obsah živin 1995 – 2013. ÚKZÚZ Brno, 2016, 66 s.
- SMATANOVÁ, M., SUŠIL, A. Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd za období 2009 - 2014. ÚKZÚZ Brno. 2015, 106 s. ISBN 978-80-7401-114-6
- Vyhláška č. 275/1998 Sb. Vyhláška Ministerstva zemědělství o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků.
- ZBÍRAL, J., ČIŽMÁROVÁ, E., OBDRŽÁLKOVÁ, E., RYCHLÝ, M., VILAMOVÁ, V., SRNKOVÁ, J., ŽALMANOVÁ, A. Jednotné pracovní postupy – Analýzy půd I. 2016, ÚKZÚZ Brno, 350 s. ISBN 978-80-7401-123-8
- ZBÍRAL, J., a kol. Jednotné pracovní postupy – Analýzy půd II. 2011, ÚKZÚZ Brno, 230 s. ISBN 978-80-7401-040-8