

RYBNÍČNÍ SEDIMENT – ODPAD NEBO HNOJIVO?

FISHPOND SEDIMENT – WASTE OR FERTILIZER

Radovan KOPP^{1,✉}, Barbora Musilová¹, Marija Radojčić¹, Jan Grmela¹

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

✉fcela@seznam.cz

Abstract

Nutrient parameters of the sediments from 34 fishponds (224 samples) in the Czech Republic were analysed during the period 2016-2018. Dry matter, organic matter and carbonates were determined. Water extractions, according to Mehlich 3 and using aqua regia were also included. Phosphorus content and other selected parameters were determined in the extracts. The obtained values are compared with the nutrient contents of agricultural lands in the Czech Republic and assessed in terms of the possibility for improving soil quality.

Keywords: phosphorus, chemism of mud, organic matter, soil

1 ÚVOD

Rybníky patří k nejběžnějším typům stojatých vod v ČR a mají důležitou hydrologickou funkci v ekosystému celé krajiny. Eroze půdy je přirozenou součástí přírodních procesů, jimž nelze zcela zabránit a tak postupně dochází k zanášení vodních ploch včetně rybníků. V posledních přibližně 35. letech došlo k výraznému zvýšení eroze zejména orné půdy a to z různých příčin.

Za hlavní příčinu degradace půd v ČR lze považovat změnu vztahu člověka k půdě. Za prvopočátkem deformace vztahu lze vidět „dobrovolnou“ kolektivizaci venkova po roce 1948 a dále „neschopnost“ vrátit půdu původním vlastníkům po roce 1989. Současná realita je taková, že více než 80 % zemědělské půdy leží v pronájmech u velkopodnikatelů a vlastnický vztah k půdě tak prakticky zanikl [1].

Hlavní filozofií hospodaření v ČR jsou co nejvyšší výnosy bez ohledu na budoucnost, mizející organická složka je nahrazována hnojením a chemií. Výrazně se snižuje schopnost půdy zadržet vodu, a co nezničí vodní eroze, skončí pod betonem logistických center a supermarketů. To vše za „podpory“ státní

správy, kdy dotace na hektar obhospodařované půdy nebo finanční kompenzace za ztráty výnosu v důsledku sucha rozhodně jsou spíše podporou současného nevhodného stavu hospodaření na zemědělské půdě, než snahou o opravdové zlepšení nefunkční krajiny a snižující se kvality „nenahraditelné“ půdy [1, 2].

Ke zlepšení současného stavu nevede žádná „jednoduchá“ cesta a bez razantní změny systému českého zemědělství se neobejdeme. Debaty nad stavbou údolních nádrží, propojení vodovodů nebo program „dešťovka“ nejsou řešením globálního problému s vodou [1].

Vodní erozi je podle odborníků postiženo již více než 50% zemědělské půdy v ČR a riziko snižování její kvality bude narůstat. Značná část nevhodnější půdy pak skončí jako sediment v nádržích a rybnících a dle české legislativy se stane odpadem. Odhaduje se, že jen v rybnících ČR je deponováno cca 200 mil. m³ sedimentů [3, 4].

Negativním důsledkem ukládání sedimentů je postupné snižování až znemožňování vodohospodářského, rybářského, ekologického, rekreačního aj. využití nádrží a rybníků. Pro využití sedimentů k aplikaci zpět na zemědělskou půdu je mimo ukazatelů kontaminace polutanty dle platné legislativy důležitá i „hnojivá“ hodnota sedimentů, především podíl organické hmoty a obsah živin [5].

Cílem našeho monitoringu uvedených rybníků je hledání hlavních faktorů ovlivňujících stabilitu jejich ekosystému v kontextu výskytu deficitů kyslíku. Znalost složení a biodostupnosti hlavních živin rybníčních sedimentů je tak důležitou součástí pro jejich komplexní zhodnocení.

2 MATERIÁL A METODIKA

2.1 Stanovení sledovaných parametrů

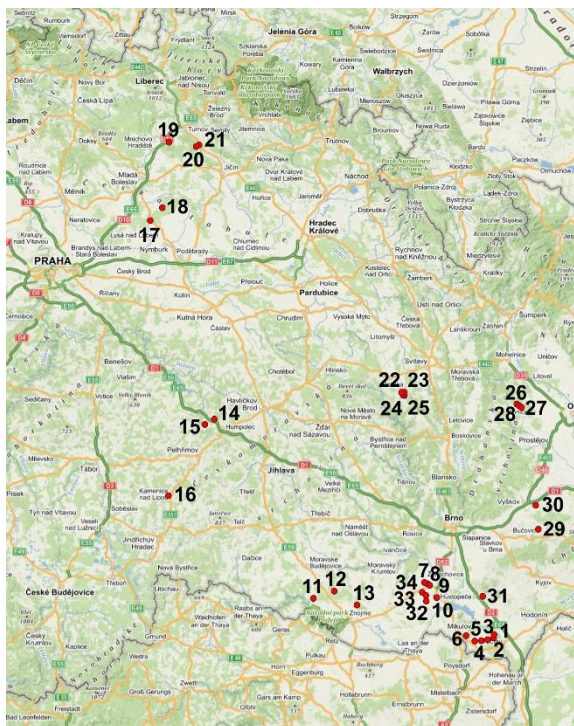
Všechny sledované rybníky patří k typickým mělkým nádržím s bahnitým výjimečně částečně písčitým sedimentem, trofický stupeň od mezotrofie až po hypertrofii (obr 1).

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 [6]. Pro následné oddělení kapalně a tuhé fáze byly použity membránové filtry

s velikostí pórů 0,45 μm . Ve výluhu byly stanoveny vybrané parametry (P, Ca) standardně dle postupů pro analýzy vod [7].

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, vápníku a železa ve výluhu lučavkou královskou. Analýzy byly prováděny dle jednotných pracovních postupů [8, 9].



SEZNAM SLEDOVANÝCH RYBNÍKŮ:

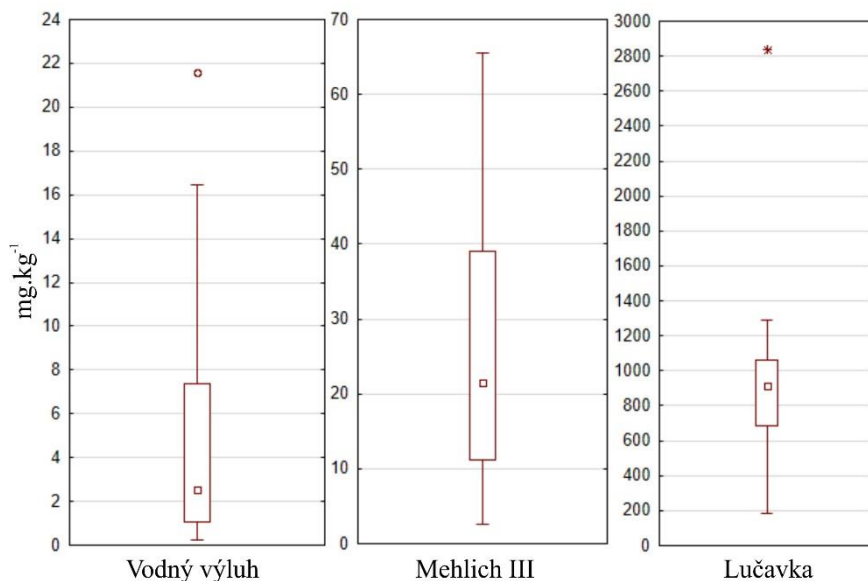
- 1 Zámecký
- 2 Nesyt
- 3 Hlohovecký
- 4 Prostřední
- 5 Mlýnský
- 6 Mušovský dolní
- 7 Šumický horní
- 8 Šumický dolní
- 9 Pohořelický
- 10 Novoveský
- 11 Štítarský
- 12 Jankovec
- 13 Únanovský
- 14 Hliněný
- 15 Strašák
- 16 Kalich
- 17 Víkava
- 18 Záhumenní velký
- 19 Žabakor
- 20 Hrudka
- 21 Rokytnický
- 22 Nebesář
- 23 Račec I
- 24 Račec II
- 25 Račec 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.

3 VÝSLEDKY A DISKUZE

Výsledky dlouhodobého monitoringu „živinového“ složení sedimentů rybníků jsou uvedeny v grafech na obr. 2 až 4. Zaznamenali jsme výrazné rozdíly sledovaných parametrů nejen mezi jednotlivými rybníky, ale i v různých částech rybníka. K celkovému obrazu o obsahu živin v sedimentech je tak nutno odebrat více vzorků z různých částí rybníka. Nejvyšší koncentrace živin jsou ve většině případů soustředěny v oblasti loviště rybníka.

Sušina sedimentu se u většiny rybníků pohybovala v rozmezí 25 až 45 % (průměrná hodnota sušiny všech sledovaných rybníků byla 37,2 %). Nejvyšší hodnoty sušiny byly zaznamenány u rybníků s vysokým podílem písčitého substrátu (max. 74,6 %), nejnižší u rybníků s vyšším podílem organické hmoty (min. 12,6 %).



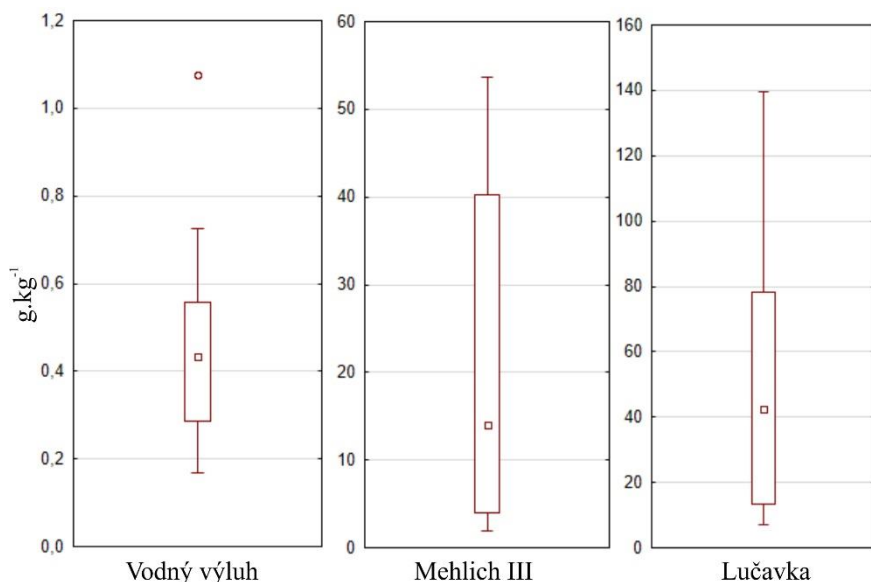
Obr. 2 Graf rozsahu průměrných hodnot celkového fosforu (mg.kg^{-1}) sedimentu rybníků v různých typech výluhu. Obdélník zobrazuje rozsah hodnot 25-75%, □ - zobrazuje medián, ○ - odlehlé hodnoty, * - extrémní hodnoty.

Stěžejním sledovaným prvkem z hlediska živinového složení a vlivu na eutrofizaci je fosfor (Obr. 2). Hodnoty fosforu ve vodném výluhu sedimentů kolísají v širokém rozmezí s průměrnou hodnotou $5,36 \text{ mg.kg}^{-1}$. Pro tento typ výluhu není v dostupné literatuře srovnání. Obsah fosforu stanovený ve výluhu dle Mehlich III, tedy stanovení běžně využívané k vyhodnocení živinového složení půd, se v sušině sedimentu rybníků pohyboval v rozmezí od 2,2 do $104,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ s průměrnou hodnotou $25,1 \text{ mg.kg}^{-1}$. Hodnoty fosforu v sedimentech rybníků dle Mehlich III se různí, což jen dokládá velké rozdíly v živinovém složení sedimentů. Udávaná průměrná hodnota fosforu v sedimentech z let 2011-2017 byla $7,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ [10], monitoring rybníčních sedimentů z let 1995-2010 udává průměrné hodnoty přístupného fosforu od 30,9 do $46,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ v závislosti na typu

rybníka [5]. Nejvyšší hodnota 300 mg.kg^{-1} přístupného fosforu je udávána z rybníka Posměch [11].

Hodnoty dostupného fosforu v orných půdách jsou ve srovnání s hodnotami ze sedimentů rybníků vyšší. Průměrný obsah přístupného fosforu v orné půdě ČR je cca 90 mg.kg^{-1} [12, 13, 14]. Výrazně vyšší hodnoty fosforu lze ale nalézt např. na chmelnicích, kde dosahují v průměru 282 mg.kg^{-1} [12]. Dle vyhlášky MZe [15] je u orných půd za dobrý stav považován obsah dostupného fosforu v rozmezí od 81 do 115 mg.kg^{-1} .

Stanovení celkového obsahu fosforu ve výluhu lučavkou královskou ukázalo velké rozdíly mezi jednotlivými rybníky. Průměrná hodnota fosforu ze sledovaného souboru rybníků byla $935,6 \text{ mg.kg}^{-1}$. Vyšší hodnoty fosforu $1113,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ ze souboru 28 lokalit udávají Baxa a kol. [10] a ze souboru 8 rybníků $2087,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ Potužák a Duras [11]. Průměrný celkový obsah fosforu v roce 2013 byl v orných půdách ČR 726 mg.kg^{-1} . Ve srovnání s lety předešlými došlo od roku 1995 k poklesu obsahu fosforu v půdách o cca 100 mg.kg^{-1} [13].



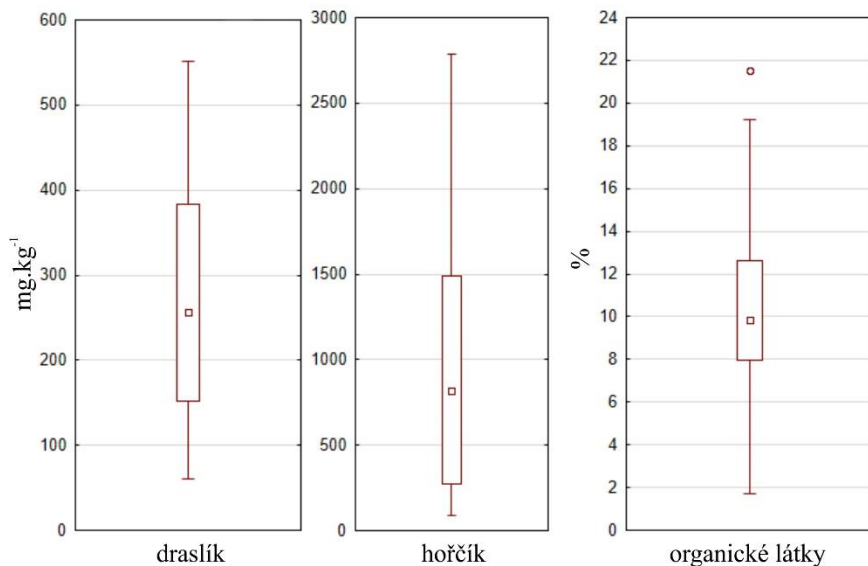
Obr. 3 Graf rozsahu průměrných hodnot vápníku (g.kg^{-1}) sedimentu rybníků v různých typech výluhu. Obdélník zobrazuje rozsah hodnot 25-75%, □ - zobrazuje medián, ○ - odlehlé hodnoty, * - extrémní hodnoty.

Zcela jiná je situace s obsahem vápníku při srovnání rybníčních sedimentů a zemědělských půd. Obsah vápníku v různých typech výluhu je zobrazen na obr. 3. Námi naměřené průměrné hodnoty vápníku byly ve výluhu dle Mehlich III

21,0 g.kg⁻¹ a ve výluhu lučavkou královskou 48,9 g.kg⁻¹. Kubík [5] udává obsah dostupného vápníku v různých typech rybníků v rozsahu 2,2 až 4,8 g.kg⁻¹, Baxa a kol. [10] udávají celkový průměrný obsah vápníku v sedimentech rybníků 11,8 g.kg⁻¹. Velké rozdíly v hodnotách vápníku v sedimentech rybníků jsou mimo podloží dány hlavně vlivem rybářského hospodaření a realizaci vápnění rybníků.

Obsahy Ca v zemědělských půdách jsou nižší a rovněž velmi variabilní. 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 [12, 14]. Celkový obsah vápníku v orných půdách činí 4,6 g.kg⁻¹. Od roku 1995 obsah přístupného i celkového vápníku v zemědělských půdách vykazuje setrvalý pokles [13].

V rybníčních sedimentech je i vysoký podíl CaCO₃, námi naměřená průměrná hodnota byla 10,6 %. Vyskytují se i lokality s mnohem vyšším procentem např. rybník Nesyt 29,0 %. Dle kritérií pro hodnocení obsahu uhličitánů v půdách je obsah CaCO₃ nad 5 % považován za velmi vysoký [14, 15].



Obr. 3 Graf rozsahu průměrných hodnot draslíku a hořčíku ve výluhu dle Mehlich III (mg.kg⁻¹) a hodnot organických látek (%), sedimentu sledovaných rybníků. Obdélník zobrazuje rozsah hodnot 25-75%, □ - zobrazuje medián, ○ - odlehle hodnoty, * - extrémní hodnoty.

Další ze sledovaných živin je hořčík (obr. 4), jehož obsah v rybníčních sedimentech je především 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 257 až 343 mg.kg⁻¹ [5]. Celkový průměrný obsah hořčíku v sedimentech rybníků je 4484 mg.kg⁻¹ [10]. Průměrný obsah přístupného hořčíku na zemědělské půdě je 189 mg.kg⁻¹ a na orné půdě 187 mg.kg⁻¹ [12, 14]. Celkový průměrný obsah hořčíku v orných půdách ČR je 4115 mg.kg⁻¹ [13].

Poslední z běžně sledovaných prvků ve výluhu dle Mehlich III je draslík (obr. č. 4). Jeho hodnoty v sedimentech rybníků jsou srovnatelné s obsahem v zemědělských půdách. Námi naměřená průměrná hodnota dostupného draslíku byla 277 mg.kg⁻¹. Průměrná hodnoty dostupného draslíku v různých typech rybníků se pohybují v rozmezí 173 až 265 mg.kg⁻¹ [5]. Celkový průměrný obsah draslíku v sedimentech rybníků je 3665 mg.kg⁻¹ [10]. Průměrný obsah přístupného draslíku na zemědělské půdě (2009-2014) je 247 mg.kg⁻¹ a na orné půdě 250 mg.kg⁻¹. V roce 2013 byl na orné půdě průměrný obsah dostupného draslíku 199 mg.kg⁻¹ [12, 14]. Celkový průměrný obsah draslíku v orných půdách ČR je 3357 mg.kg⁻¹. Obsah dostupného draslíku ve všech typech zemědělských půd vykazuje setrvalý pokles [13].

Jedním z nejdůležitějších ukazatelů vypovídající o kvalitě zemědělských půd je obsah organické hmoty. Podíl organické hmoty v půdách se nejčastěji vyjadřuje v % organického uhlíku. Dlouhodobé sledování ukazuje široké rozpětí obsahu organického uhlíku zemědělských půd od 0,6 do 3,2 % [16]. 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. 4). V rybnících, které jsme sledovali, byl průměrný obsah organických látek 10,52 %. Průměrnou hodnotu 15,6 % především z jihočeských rybníků udává Baxa a kol. [10] a z různých typů rybníků (polní 8,43 %, návesní 9,52 %, lesní 10,43 %) Kubík [5]. Přes značné rozdíly mezi jednotlivými rybníky je zřejmý vysoký podíl organické hmoty ve srovnání se zemědělskou půdou, kde se navíc obsah organické hmoty stále snižuje.

4 ZÁVĚR

K celkovému zhodnocení kvality sedimentů rybníků je potřeba další důkladné vzorkování a sledování co největšího počtu rybníků. Přes výrazné rozdíly ve složení živin sedimentů, jak v jednotlivých částech rybníka, tak mezi nimi, je živinové složení velmi vhodné k aplikaci na zemědělské půdy.

Sedimenty rybníků mají ve srovnání se zemědělskou půdou vysoký podíl organické hmoty, uhličitanu a vápníku. Rovněž obsah dostupného hořčíku a

celkového fosforu je vyšší. Srovnatelný je obsah draslíku a celkového hořčíku. Naopak podíl dostupného fosforu dosahuje ve srovnání s půdou nižších hodnot.

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. V podmínkách klimatické změny při současných problémech hospodaření s vodou, je ke zvážení, zda by nebylo vhodné tento postoj urychleně přehodnotit.

Literatura

- [1] *V prach se obrátíš. Startovní čarou pro řešení sucha je záchrana půdy.* 2018 [2019-04-29] Dostupný z: <https://www.euro.cz/udalosti/v-prach-se-obratis-1412286>
- [2] *Zákony nepomáhají. Kvalita půdy jde dolů.* 2015 [2019-04-29] Dostupný z: <https://www.denik.cz/ekonomika/svaz-kvalita-pudy-v-cr-se-stale-zhorsuje-cena-jde-ale-nahoru-20150330.html>
- [3] *Česká republika ztrácí kvalitní půdu.* 2018 [2019-04-29] Dostupný z: <https://www.nase-voda.cz/ceska-republika-ztraci-kvalitni-pudu/>
- [4] GERGEL, J., KOLÁŘ, L., ŠEDIVÝ, V., HUĎA, J. *Rybníční sedimenty, geneze, posuzování, odstraňování a další nakládání s nimi. Příloha k výzkumné zprávě.* 2002, VaV/6304/02, MSM:J06/98:1222200002.
- [5] KUBÍK, L. *Monitoring rybníčních a říčních sedimentů.* 2011, *Průběžná zpráva 1995–2010.* Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně, 2011, Brno, 24 s.
- [6] ČSN EN 12457–4 *Charakterizace odpadů – Vyluhování – Ověřovací zkouška vyluhovatelnosti zrnitých odpadů a kalů – Část 4: Jednostupňová vsádková zkouška při poměru kapalné a pevné fáze 10 l/kg pro materiály se zrnitostí menší než 10 mm (bez zmenšení velikosti částic, nebo s ním).* 2003, 24 s.
- [7] HORÁKOVÁ, M. (ed.) *Analytika vody.* Praha, VŠCHT, 2007, 335 s. ISBN 978-80-7080-520-6.
- [8] 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

- [9] ZBÍRAL, J., a kol. *Jednotné pracovní postupy – Analýzy půd II*. ÚKZÚZ Brno, 230 s. ISBN 978-80-7401-040-8
- [10] 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.
- [11] POTUŽÁK, J. DURAS, J. *Retence živin v rybnících – význam, hodnocení a možnosti jejího využití*. Vodní hospodářství, 2015, 7: 7-15.
- [12] 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
- [13] PRÁŠKOVÁ, L., NĚMEC, P. *Bazální monitoring zemědělských půd půdní reakce a obsah živin 1995 – 2013*. ÚKZÚZ Brno, 2016, 66 s.
- [14] SMATANOVÁ, M., SUŠIL, A. *Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd za období 2009 - 2014*. ÚKZÚZ Brno. 2015, 106 s. ISBN 978-80-7401-114-6
- [15] Vyhláška č. 275/1998 Sb. *Vyhláška Ministerstva zemědělství o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků*.
- [16] KUBÁT, J., CERHANOVÁ, D., MIKANOVÁ, 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

Poděkování

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