

# Vhodnost sedimentů pro zemědělství

Sediment z vodního toku, vodní nádrže a z rybníku vzniká usazováním erodovaných pevných částic, které přirozeně unáší voda. Při poklesu rychlosti proudění, a to rozšířením profilu, poklesem spádu toku nebo zvětšením hloubky vodoteče, unášené částice přirozeně sedimentují. Vzniklý materiál může mít povahu od štěrkopísku a písků sedimentovaných v proudných úsecích toků, až po jílovitohlinitý či jílovitý substrát v rybnících. Jde o přirozený proces, který urychlují antropogenní zásahy do krajiny. Surový sediment vykazuje značný podíl zvodnění až do osmdesáti procent a může obsahovat látky různého složení i cizorodé předměty v závislosti na struktuře zemědělské a průmyslové výroby v povodí.

Důvodem kumulace sedimentů a zanášení dna jsou nadále přetrvávající splachy zemědělské půdy z okolí rybníků, vodních děl a toků. Nevhodné hospodaření v povodí způsobuje nadměrnou erozi půdy a pronikání a usazování rizikových prvků a látek v rybnících a tocích. V České republice vykazuje třetina rybníků nadměrné zatížení sedimenty. Sedimenty jsou ve velkých objemech do rybníků transportovány podle charakteru a stavu říční sítě a hospodářské činnosti v povodí a způsobují velmi rychlé zanášení méně

proudných úseků povrchových vod.

Důsledkem ukládání sedimentů je postupné omezení až znemožnění vodohospodářských, biologických a ekologických funkcí vodních nádrží a toků. Celkové množství sedimentů je ve vodních nádržích ČR odhadováno na 197 mil. m<sup>3</sup>, v drobných vodních tocích a závlahových kanálech na 5 mil. m<sup>3</sup> a v odvodňovacích kanálech 0,8 mil. m<sup>3</sup>. Tato množství značně zmenšují prostor pro akumulaci vody a snižují i míru ochrany krajiny proti povodním.

## Legislativa a využití sedimentů v zemědělství

Na vytěžené sedimenty z rybníků, vodních nádrží a vodních toků již není třeba pohlížet jako na odpad, pokud kvalita vytěženého sedimentu bude vyhovovat požadavkům uvedeným v příloze č. 9 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech v platném znění (po vydání novely č. 9/2009 Sb.).

Přímé použití sedimentů na zemědělském půdním fondu se řídí podle zvláštních právních předpisů zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu a ustanoveními vyhlášky č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě.

Rozhodujícím ukazatelem pro možnost využití sedimentů je míra kontaminace rizikovými prvky a organickými polutanty ve vztahu k vyhláše číslo 257/2009 Sb. Pro využití sedimentů k aplikaci na zemědělskou půdu je důležitá i „hnojivá“ hodnota sedimentů, to znamená zrnitostní složení, podíl organické hmoty, pH a obsah živin. Zrnitostní složení sedimentů může být značně rozdílné, což vyplývá ze zákonitostí sedimentačních procesů. S variabilitou zrnitostního složení sedimentů do



Mocnost sedimentů může dosahovat i několika metrů, jak je vidět na rybníku Bor Foto Pavel Kuttelvascher

značné míry koreluje i jejich chemické složení. Látky organické i anorganické povahy jsou poutány především na povrchu nejjemnějších půdních částic splavených z orníční vrstvy zemědělské půdy. Jako vhodný ukazatel pro hodnocení jejich přínosu k zúrodnění půdy se jeví přístupný obsah živin, který se používá pro hodnocení úrodnosti v rámci agrochemického zkoušení zemědělských půd. Proto byla ve vzorcích sedimentů zjišťována reakce sedimentů (pH/CaCl) a obsah základních živin P, K, Ca a Mg podle Mehlicha III.

## Odběry a statistické hodnocení parametrů

Od roku 1995 do konce roku 2011 bylo odebráno a analyzováno celkem 411 vzorků sedimentů. Z uvedeného počtu je 227 rybníků polních a 125 rybníků návesních (toto dělení vyplývá z postupného hodnocení výsledků, kdy návesní rybníky vykazovaly častěji vyšší hodnoty zjišťovaných živin a hlavně rizikových prvků), dále je v souboru čtyřicet rybníků lesních a devatenáct sedimentů z toků.

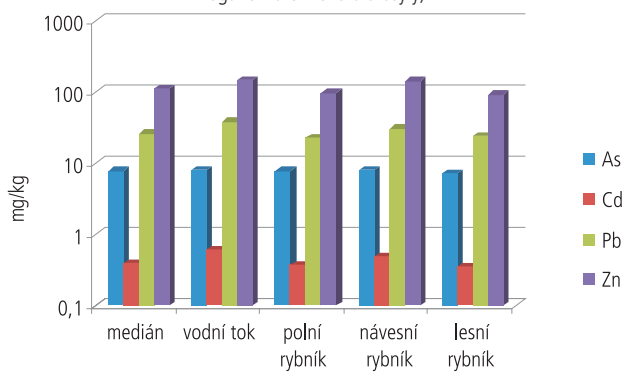
Protože převážná část rozborů se v minulosti prováděla na

základě objednávek projektantů nebo přímo vlastníků jednotlivých nádrží, byl rozsah stanovení podřizován jejich požadavkům, takže často probíhaly pouze rozborů na obsah rizikových prvků (zhruba v polovině případů nebyla zjišťována hnojivá hodnota sedimentů). Ve zprávě Kontrola a monitoring cizorodých látek v potravních řetězcích (KMCL), kterou každoročně vydává ÚKZÚZ, je uveden přesný počet jednotlivých stanovení spolu se statistickým vyhodnocením každého sledovaného parametru.

(Pokračování na str. 19)

Graf 1 – Mediány obsahů vybraných rizikových prvků (As, Cd, Pb, Zn) v sedimentech jednotlivých kategorií rybníků 1995–2011

(mg/kg sušiny, extrakce lučavkou královskou; pro větší přehlednost bylo použito logaritmické měřítko u osy y)



(Pokračování ze str. 18)

**Agrochemické charakteristiky a živiny**

Sedimenty lesních rybníků (tabulky 1 a 2) jsou zrnitostně těžší, s velkým podílem jemných částic, mají zvýšený obsah spalitelných látek a jejich pH patří k nejnižším, stejně tak i obsah přístupných živin (P, K, Mg, Ca). Z rizikových prvků v porovnání s celkovými průměry dominuje Hg, ostatní rizikové prvky vykazují nižší hodnoty.

Polní a návesní rybníky jsou převážně střední zrnitosti, s pH v oblasti kyselé až neutrální, návesní rybníky mají obecně vyšší průměrný obsah spalitelných látek než ostatní kategorie, polní rybníky se pohybují kolem celkového průměru. Obsah přístupných živin u těchto kategorií rybníků je vysoký, nejvyšších hodnot dosahují P a Ca u návesních rybníků. Sedimenty návesních rybníků mají často vyšší obsah všech rizikových prvků než ostatní kategorie. Sedimenty polních rybníků vykazují nejvyšší obsah As a Cd.

Sedimenty vodních toků jsou převážně hrubší zrnitosti s nízkým obsahem spalitelných látek a nižším obsahem přístup-

kovými průměry velmi nízké, naopak obsahy DDT a AOX vykazují vyšší hodnoty.

Polní rybníky mají obsahy PCB nejvyšší v porovnání s ostatními kategoriemi sedimentů, obsahy PAH a DDT jsou velmi nízké a nedosahují ani celkových průměrů. Naopak u návesních rybníků jsou vyšší průměrné obsahy PAH a DDT, ale průměrné obsahy PCB nedosahují celkového průměru. Průměrné hodnoty AOX se u polních i návesních rybníků pohybují kolem celkového průměru. Průměrné hodnoty HCB jsou u polních rybníků nižší, než je celkový průměr, naopak u návesních jsou vyšší.

Sedimenty vodních toků mají průměrné obsahy PCB, PAH a DDT vyšší (výrazně vyšší pro PAH), než je celkový průměr. Také průměrné hodnoty AOX a HCB jsou v porovnání s celkovým průměrem téměř dvojnásobné.

Hodnoty HCH pro všechny typy sledovaných sedimentů jsou vždy pod mezí stanovitelnosti.

V roce 2011 bylo pět vzorků sedimentů testováno na PBDE. Průměrné obsahy PBDE byly 0,54 µg/kg, medián 0,5 µg/kg. Jednotlivé obsahy se pohybo-

Tab. 1 – Sedimenty – průměrné hodnoty sledovaných parametrů – vodní tok, polní, návesní a lesní rybník (1995–2011)

Parametr	Zrnitost (% částic < 0,01 mm)	Spalitelné látky (% sušiny)	pH/CaCl <sub>2</sub>	Přístupné živiny (mg/kg, Mehlich III)			
				P	K	Mg	Ca
Celkový průměr	28,60	8,65	5,89	41,23	209,36	331,50	3 780,2
Vodní tok	21,43	7,40	5,96	53,73	192,41	300,53	3 261,6
Polní rybník	29,60	8,15	5,91	38,94	190,91	345,07	3 589,3
Návesní rybník	27,41	9,38	6,00	46,77	264,50	332,40	4 759,5
Lesní rybník	36,06	9,80	5,28	30,88	164,96	258,75	2 223,3

Tab. 2 – Sedimenty – průměrné hodnoty sledovaných parametrů – vodní tok, polní, návesní a lesní rybník (1995–2011)

Parametr	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
	(mg/kg suchého vzorku, extrakce lučavkou královskou)								
Celkový průměr	11,60	16,11	12,50	50,71	28,26	0,135	33,79	55,05	150,04
Vodní tok	11,09	0,64	11,13	52,25	34,87	0,160	29,70	44,96	165,84
Polní rybník	11,94	28,87	12,15	48,63	25,18	0,112	32,36	35,01	124,69
Návesní rybník	11,91	0,66	14,10	56,94	34,72	0,169	39,90	102,87	208,62
Lesní rybník	9,05	0,54	10,62	42,75	22,56	0,153	26,79	26,37	106,48

Tab. 3 – Sedimenty – základní statistické parametry – obsahy AOX, PCB (1995–2011), PAH, DDT, HCH, HCB (2009–2011)

Parametr	PCB <sup>1)</sup>	PAH <sup>2)</sup>	DDT <sup>3)</sup>	AOX	HCH <sup>4)</sup>	HCB
	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)
Celkový průměr	0,0126	5,98	0,0263	29,94	1,0	1,15
Vodní tok	0,0143	26,29	0,0335	43,38	1,0	3,13
Polní rybník	0,0146	1,68	0,0141	27,11	1,0	0,41
Návesní rybník	0,0101	5,88	0,0361	28,16	1,0	1,20
Lesní rybník	0,0010	0,89	0,0331	50,33	1,0	0,41

<sup>1)</sup> suma 7 kongenerů (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180); <sup>2)</sup> polycyklické aromatické uhlovodíky (suma 12 PAH)

<sup>3)</sup> suma DDT včetně metabolitů; <sup>4)</sup> suma čtyř izomerů HCH

ných živin kromě P, jehož hodnoty jsou nadprůměrné. Z rizikových prvků jsou významnější zastoupeny As, Cu a Zn.

V grafu 1 jsou pro přehled uvedeny mediány obsahů vybraných rizikových prvků pro jednotlivé kategorie sedimentů.

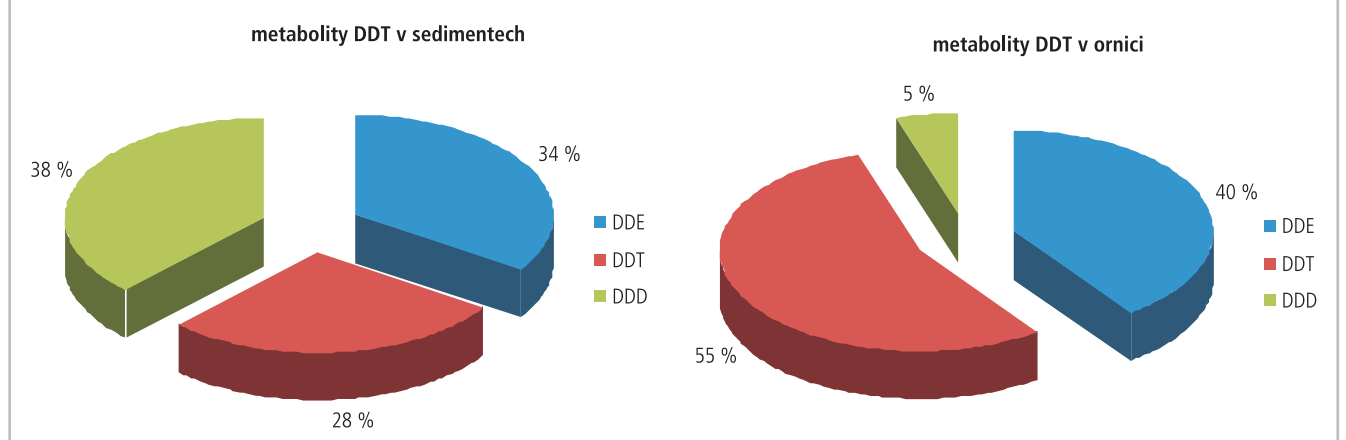
**Obsah rizikových látek**

Sedimenty lesních rybníků (tabulka 3) mají obsahy PCB, PAH a HCB v porovnání s cel-

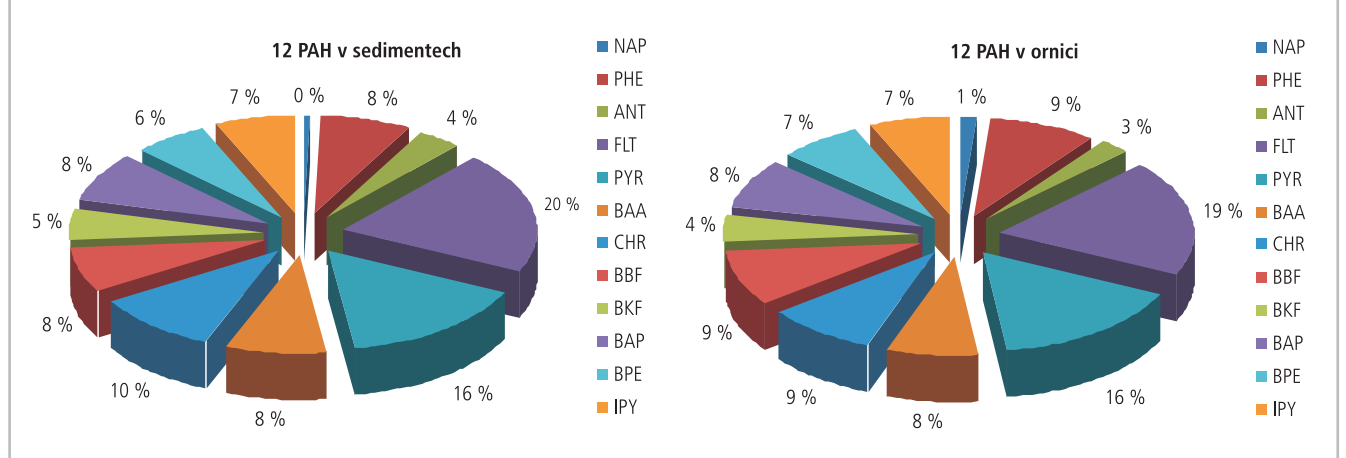
valy v rozmezí 0,45 až 0,8 mikrogramů na kilogram.

Vzájemný poměr metabolitů skupiny DDT v sedimentech a v ornici ukazuje graf 2. Vzájemný poměr látek skupiny DDT v sedimentech je značně odlišný od poměru těchto látek v ornici orných půd, z metabolitů DDT v sedimentech převažuje DDE, následuje DDD a poslední je DDT. Poměr dvacíti sledovaných PAH je v se-

Graf 2 – Poměrné zastoupení metabolitů DDT v sedimentech a ornici orných půd



Graf 3 – Poměrné zastoupení 12 PAH v sedimentech a ornici orných půd



Odbahňování rybníku je výzva pro těžkou techniku

Foto Pavel Kuttelvascher

dimentech a v ornici podobný, nejvíce je ve vzorcích sedimentů zastoupen fluoranthen (FLT – 20 %), následuje pyren (PYR – 16 %) a chrysen (CHR – 10 %). V každoroční zprávě KMCL jsou také uvedeny počty a procenta vzorků překračující limitní hodnoty uvedené ve vyhlášce č. 257/2009 Sb. Nejčastěji překročeným prvkem je Cd (16,5 %) následuje Zn (8,1 %) a As (4,5 %).

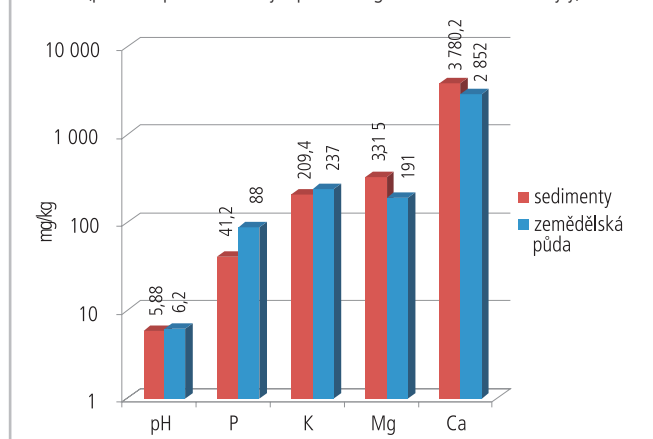
Nejméně překročených limitů rizikových prvků je u vodních toků, kde je problém jen s Cd. Následují rybníky lesní, polní a návesní. Mezi posledními jmenovanými je však rozdíl v počtu překročených limitů velmi malý. U všech typů rybníků tak jako u toků je Cd nejproblematictějším rizikovým prvkem, který je následovaný Zn. Obsahy PCB nebyly překročeny v žádném

odebraném vzorku, obsahy PAH překročily čtyři vzorky a DDT pouze jeden vzorek.

Odběry vzorků byly v roce 2011 prováděny pouze pracovníky ÚKZÚZ, a to ze sedimentárních částí rybníků nebo ze složišť vytěžených sedimentů jak rybníčních, tak i říčních. V minulých letech byly také některé vzorky dodány přímo zákazníkem.

(Pokračování na str. 20)

Graf 4 – Porovnání základních agrochemických parametrů u sedimentů a zemědělských půd (pro větší přehlednost bylo použito logaritmické měřítko u osy y)



# Vhodnost sedimentů ...

(Dokončení ze str. 19)

V současné době v rámci samostatného úkolu jsou již vzorky odebírány podle metodického pokynu Sledování rybníčních a říčních sedimentů v platném znění.

## Jaké máme sedimenty

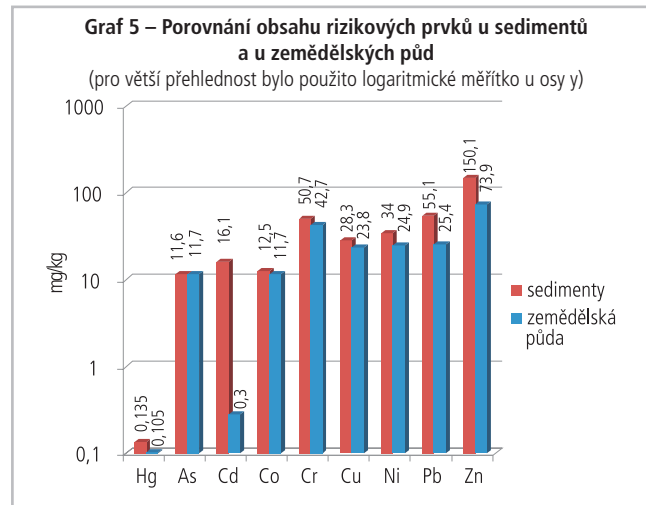
Z uvedených výsledků vyplývá značná variabilita rybníčních sedimentů ve všech sledovaných parametrech. Zrnitostně zkoušené sedimenty zahrnují prak-

ticky všechny kategorie podle Novákovy klasifikační stupnice pro půdy, přičemž více než polovinu tvoří sedimenty „středně těžké“. Do určité míry je zrnitost odrazem charakteru půd v povodí jednotlivých rybníků.

Pro zemědělskou půdu je významný obsah organické hmoty v sedimentech, neboť je základem tvorby humusu. Její množství v sedimentech rovněž silně kolísá. Nejvyšší hodnoty se nacházejí v lesních rybnících, ale otázkou zůstává kvalita této organické hmoty.

Reakce sedimentů je u většiny vzorků v oblasti slabě kyselé až neutrální, kyselá reakce byla zjištěna u 66,7 % sedimentů, neutrální u 19,6 % a zásaditá u 13,7 %. Předpokládá se však, že po vytěžení a provzdušnění dojde k určitému následnému oxyselení sedimentů.

Obsah přístupných živin podle kritérií pro hodnocení orných půd se v procesu sedimentace mění oproti obsahům v půdách v povodí. Ukazuje se především nižší obsah fosforu proti průměrnému obsahu zjišťovanému v orných půdách, obsah draslíku je podobný obsahu v půdách, naopak obsah hořčíku je téměř dvojnásobný. Tyto rozdíly sediment – půda jsou uvedeny v grafu 4.



Obsah rizikových prvků hodnocených podle vyhlášky číslo 257/2009 Sb. v letech 1995–2011 (extrakt lučavkou královskou) ukazuje na nejčastější kontaminaci kadmíem – 67 vzorků (16,5 % odebraných vzorků), zinkem – 33 vzorků (8,1 %) a arzenem – 18 vzorků (4,5 %). Vzorky testované na PCB nepřekročily v žádném případě limitní hodnotu danou vyhláškou. Počet vzorků s nadlimitními hodnotami je nejvyšší u „návesních“ rybníků.

Při porovnání obsahu rizikových prvků v sedimentech

a v zemědělské půdě (graf 5), je patrný vyšší obsah v sedimentech. Největší, až dvojnásobné rozdíly v obsahu rizikových prvků jsou u Zn a Cd. Při povolování ukládání sedimentů na zemědělskou půdu budou nejspíš limitujícím faktorem pro povolení rizikové prvky v sedimentu a v půdě.

**Ing. Ladislav Kubík, Ph.D.**  
sekce úřední kontroly  
oddělení bezpečnosti půdy  
a lesnictví  
ÚKZÚZ Brno



Odběr vzorků sedimentů je náročná práce

Foto Pavel Kuttelvascher