



**Česká Republika**  
**Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský**  
**organizační složka státu,**  
**Hroznová 2, Brno**  
**[www.ukzuz.cz](http://www.ukzuz.cz)**



# MONITORING KVALITY A VYUŽITÍ SEDIMENTŮ NA ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ



**Dr. Ing. Pavel Čermák**

**mgr. Šárka Poláková, Ph.D., Ing. Ladislav Kubík, Ph.D.**

**Česká republika, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský**

**Sekce úřední kontroly**



**Díky zvýšenému zájmu o „odbahňování“ vodních nádrží je sledování a hodnocení kvality sedimentů a jejich následné využívání stále velice aktuální téma dnešní doby.**

**Zanášení vodních nádrží a vodotečí sedimenty se v posledních desetiletích výrazně zvýšilo v důsledku často nevyvážených hospodářských aktivit v povodí. Důsledkem sedimentace je postupné omezování až znemožňování vodohospodářských, biologických a ekologických funkcí vodních nádrží.**

**Odhad stavu rybničního bahna v rybnících ČR**  
**podle kategorie naléhavosti**

Kategorie naléhavosti	Mocnost sedimentu	Objem sedimentu (mil. m <sup>3</sup> )
I.	do 20 cm	7
II.	20 – 40 cm	88
III.	nad 40 cm	58



Již dříve (před intenzivní výrobou minerálních hnojiv) bylo rybníční bahno hodnoceno jako vhodný materiál použitelný především k výrobě kompostů.

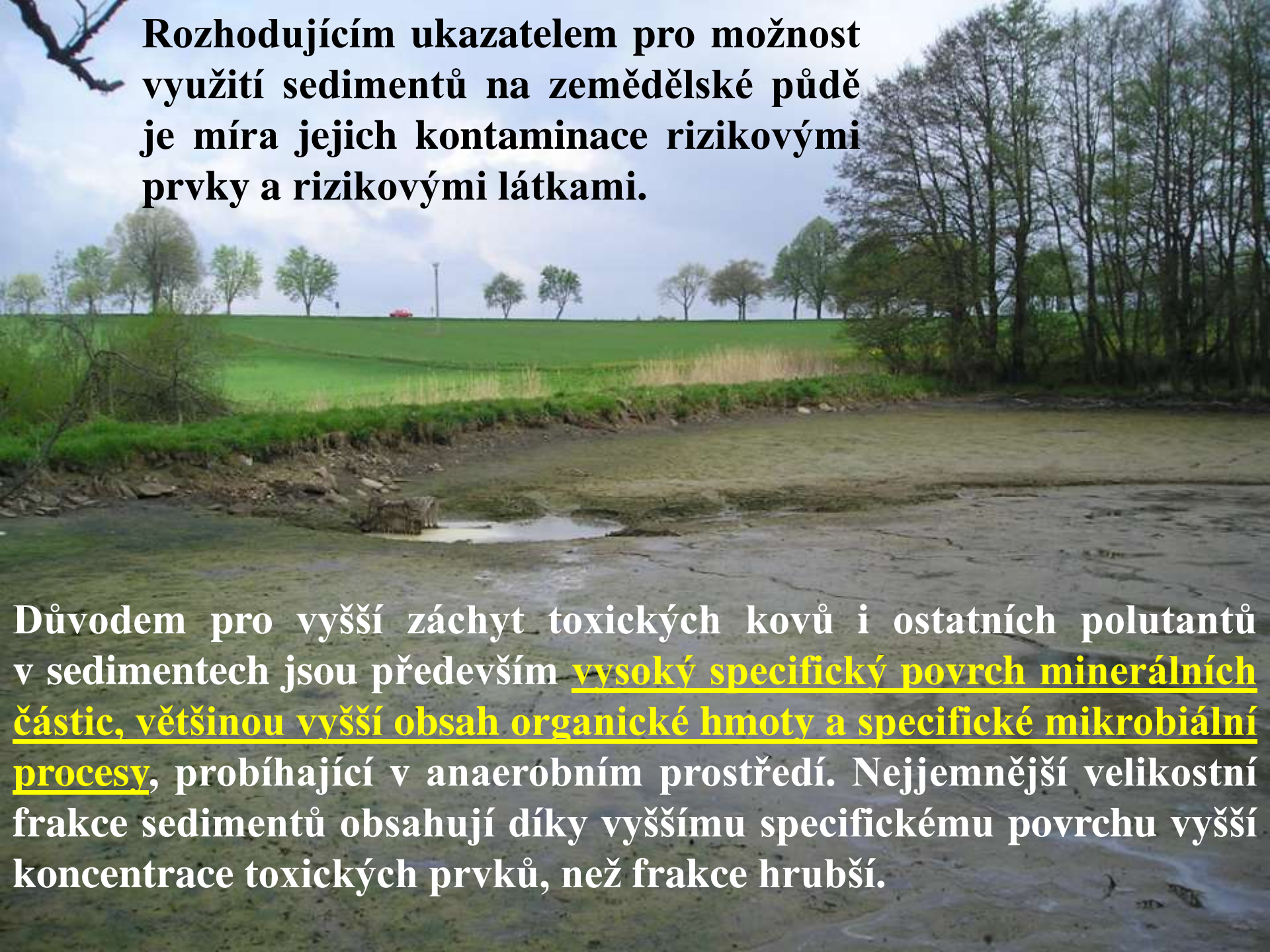
**Základní filozofie:** Umožnit na zemědělské půdě využití těch sedimentů (stejně jako ostatních materiálů), které maximálně respektují **zachování základních původních vlastností půdy**, na kterou jsou aplikovány (tj. hodnotu půdní reakce, obsah přístupných živin), **případně je ještě lepší**. Zvláštní důraz je kladen na **dodržování limitů rizikových prvků a látek** (jak v aplikovaných materiálech, tak i v půdě určené k aplikaci).

Pro využití sedimentů k aplikaci na zemědělskou půdu je důležitá jednak tedy tzv. „**hnojivá**“ **hodnota sedimentů**, tzn. zrnitostní složení, podíl organické hmoty, kyselost a obsah rostlinných živin, ale zejména **míra kontaminace sedimentů rizikovými prvky** ve vztahu k vyhlášce 13/1994 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu.

Ověřováním kvality sedimentů se ÚKZÚZ začal zabývat v roce 1995, v souvislosti se zvyšujícím se podílem odbahňovaných rybníků. V rámci „**monitoringu kvality a využití sedimentů**“, který ÚKZÚZ provozuje představují sedimenty pouze menší soubor vzorků, a to především sedimentů rybníčních; malým procentem jsou zastoupeny také říční a potoční sedimenty.

Zprvu byly rozборы prováděny na základě žádostí **obecních úřadů, případně projektantů nebo i majitelů rybníků** a byly zaměřeny především do oblasti obsahu rizikových prvků. Protože většina sedimentů byla směřována k aplikaci na zemědělskou půdu, logicky vyvstal požadavek na **stanovení výživářské (nebo-li „hnojivé“) hodnoty sedimentů**, a proto bylo doporučeno rozšířit rozборы i o stanovení zrnitosti, (tzn. alespoň podílu jemnozeme pod 0,01 mm), **podílu organické hmoty (resp. spalitelných látek), kyselosti a základních živin.**





**Rozhodujícím ukazatelem pro možnost využití sedimentů na zemědělské půdě je míra jejich kontaminace rizikovými prvky a rizikovými látkami.**

**Důvodem pro vyšší záchyt toxických kovů i ostatních polutantů v sedimentech jsou především vysoký specifický povrch minerálních částic, většinou vyšší obsah organické hmoty a specifické mikrobiální procesy, probíhající v anaeróbním prostředí. Nejjemnější velikostní frakce sedimentů obsahují díky vyššímu specifickému povrchu vyšší koncentrace toxických prvků, než frakce hrubší.**



V současné době pokračuje ÚKZÚZ ve sledování vybraných parametrů u sedimentů v rámci „monitoringu“, který zahrnuje ročně kolem 30 vzorků, odebíraných především na základě žádostí místních samospráv nebo správců vodních toků. Vzorky sedimentů jsou odebírány z hromad po jejich vytěžení, ze dna vypuštěných vodních ploch nebo z pod hladiny vody.

Za období 1995-2009 bylo odebráno a analyzováno celkem 350 vzorků sedimentů:

- **189** vzorků sedimentů z rybníků „polních“
- **112** vzorků sedimentů z rybníků „návesních“
- **33** vzorků sedimentů z rybníků lesních
- **16** sedimentů z vodních toků

# Základní parametry různých druhů sedimentů – průměrné hodnoty (1995 – 2009)

Druh sedimentu	zrnitost (% částic < 0,01 mm)	spalitel. látky (% sušiny)	pH/ CaCl <sub>2</sub>	přístupné živiny v mg.kg <sup>-1</sup> (Mehlich III)			
				P	K	Mg	Ca
<b>Celkový průměr</b>	<b>29,2</b>	<b>8,99</b>	<b>5,89</b>	<b>41,4</b>	<b>218</b>	<b>334</b>	<b>3861</b>
<b>Vodní tok</b>	<b>18,7</b>	<b>6,99</b>	<b>5,91</b>	<b>50,8</b>	<b>178</b>	<b>282</b>	<b>3011</b>
<b>Polní rybník</b>	<b>30,7</b>	<b>8,45</b>	<b>5,90</b>	<b>39,6</b>	<b>196</b>	<b>346</b>	<b>3571</b>
<b>Návesní rybník</b>	<b>27,1</b>	<b>9,62</b>	<b>6,05</b>	<b>45,6</b>	<b>276</b>	<b>337</b>	<b>5044</b>
<b>Lesní rybník</b>	<b>44,8</b>	<b>11,1</b>	<b>5,13</b>	<b>32,0</b>	<b>182</b>	<b>269</b>	<b>2133</b>

(zdroj ÚKZÚZ, 2010)



# Obsahy rizikových prvků a látek v různých druzích sedimentů - průměr (1995 – 2008) (zdroj ÚKZÚZ, 2010)

Druh sedimentu	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	AOX	PCB*
	mg.kg <sup>-1</sup> suchého vzorku (extrakce lučavkou královskou)									mg.kg <sup>-1</sup>	mg.kg <sup>-1</sup>
<b>Celkový průměr</b>	12,2	18,8	12,8	50,3	29,3	0,138	34,5	59,5	156	30,1	0,0137
Vodní tok	10,5	0,61	11,1	51,1	32,4	0,152	28,6	41,3	141	42,7	0,00655
Polní rybník	12,9	34,7	12,5	47,2	26,0	0,114	32,4	35,7	129	27,4	0,0159
Návesní rybník	11,9	0,6	14,4	57,2	36,0	0,167	40,8	112	216	28,1	0,0121
Lesní rybník	9,8	0,5	11,0	44,7	24,3	0,171	28,4	27,9	113	62,3	0,00192
<b>Limit (257/2009)</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>30</b>	<b>200</b>	<b>100</b>	<b>0,8</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>300</b>		<b>0,2</b>

\* suma 7 kongenerů (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)



# Sedimenty – základní statistické parametry (zrnitost, hodnota pH, obsah živin ) (1995 – 2009) (zdroj ÚKZÚZ, 2010)

	zrnitost (% částic < 0,01 mm)	spalitel. látky (% sušiny)	pH/ CaCl <sub>2</sub>	přístupné živiny v mg.kg <sup>-1</sup> (Mehlich III)			
				P	K	Mg	Ca
průměr	29,2	8,99	5,89	41,4	217	333	3861
medián	27,9	8,00	5,83	24,2	186	293	2350
min.	5,40	1,00	2,80	1,00	8,70	7,10	4,20
max.	73,3	43,0	7,80	287	988	1640	28500
poč. vz.	107	257	296	255	256	256	255

## Jasně viditelná velká variabilita zjišťovaných hodnot:

- podíl částic pod 0,01mm
- pH v rozmezí od 2,8 až do 7,8 (a dále se v průběhu „skladování“ okyseluje)
- nižší obsah P, podobný obsah K a vyšší obsah Mg a Ca ↔ orná půda

**ÚKZÚZ jako nejlepší způsob úpravy sedimentů před jejich aplikací na zemědělskou půdu doporučuje kompostování (včetně úpravy pH vápněním)**



# Sedimenty – základní statistické parametry (obsahy rizikových prvků a rizikových látek) (1995 – 2009) (zdroj ÚKZÚZ, 2010)

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	AOX	PCB*
	mg.kg <sup>-1</sup> suchého vzorku (extrakce lučavkou královskou)									mg.kg <sup>-1</sup>	µg.kg <sup>-1</sup>
<b>průměr</b>	12,2	18,9	12,9	50,3	29,4	0,14	34,6	59,6	156	30,1	13,7
<b>medián</b>	8,00	0,40	12,6	43,2	25,1	0,10	30,8	27,2	113	26,9	5,88
<b>min.</b>	1,00	0,05	1,90	4,50	4,00	0,009	1,20	4,60	18,7	0,50	1,75
<b>max.</b>	228	1660	59,0	425	162	1,85	452	3350	1630	95,0	135
<b>poč. vz.</b>	336	344	290	345	343	347	342	337	345	82	42
<b>Limit</b>	30	1	30	200	100	0,8	80	100	300	není	200

\* suma kongenerů (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)

Zjišťované obsahy rizikových prvků vykazují ještě větší variabilitu než základní rostlinné živiny (např. u Cd se obsahy pohybují v extrémních hodnotách od 0,05 mg.kg<sup>-1</sup> až do 1660 mg; obdobně u Pb od 4,6 - 3350 mg).



# Sedimenty – počty a procenta vzorků překračující limitní hodnoty podle vyhlášky 257/2009 Sb. (1995-2009)

Druh sedimentu		As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PCB*
Celkem	počet	17	58	2	2	3	2	7	12	30	0
	%	5,1	16,9	0,7	0,6	0,9	0,6	2,1	3,6	8,7	0
Vodní tok	počet	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
Polní rybník	počet	10	28	0	1	1	0	2	5	12	0
	%	5,5	15,1	0	0,5	0,5	0	1,1	2,7	6,3	0
Návesní rybník	počet	6	22	2	1	2	2	5	7	17	0
	%	5,6	19,6	2,2	0,9	1,8	1,8	4,6	6,5	15,6	0
Lesní rybník	počet	1	4	0	0	0	0	0	0	1	0
	%	3,1	12,5	0	0	0	0	0	0	3,0	0

\* suma 7 kongenerů (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)

(zdroj ÚKZÚZ, 2010)

Při porovnání s hodnotami celkových obsahů v extraktu lučavky královské podle vyhlášky č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě, je nejčastější kontaminace kadmíem (58 vz.=16,9%) a částečně také zinkem (30 vz.=8,7%) a arsenem (17 vz.= 5,1%).

# **Stanovení BTEX a C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> ve vzorcích sedimentů**

**BTEX je zkratka pro benzen, toluen, etylbenzen a xyleny. Společná zkratka BTEX odráží fakt, že tyto sloučeniny se na kontaminovaných místech vyskytují společně. BTEX se používá jako indikátor znečištění benzínem.**

**Tyto látky se přirozeně nachází v ropě, popř. v kamenouhelném dehtu. Používají se při výrobě benzínu a dalších ropných produktů, v chemickém průmyslu k výrobě dalších chemikálií, rozpouštědel, ředitel, barev, laků; v gumárenském a kožedělném průmyslu; k výrobě plastů.**

**Parametrem C<sub>10</sub> – C<sub>40</sub> se označují uhlovodíky charakterizující zbytkové znečištění lehkými kapalinami – ropnými látkami (benzín, olej). Parametr je vhodný k identifikaci ropných látek v půdě a podobných matricích.**



**Obsahy BTEX a C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> (v ppb)** byly stanoveny ve vybraných pěti vzorcích sedimentů, u nichž se předpokládaly nálezy těchto látek.

Lokalita / Rybník	Katastrální území	Datum odběru	benzen	Toluen	Etyl-benzen	Xyleny	C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>
Horní Radkovický rybník	Jetišov	25. 5.	< 1,0	< 1,0	< 1,1	< 1,0	< 10
Naděje	Hlubová n./Vlt.	1. 6.	< 1,0	< 1,0	< 1,1	< 1,0	48
U Hájenky	Libchavy	14. 7.	< 1,0	1,5	< 1,0	< 1,0	30
Na návsi	Bartouňov	23. 7.	< 1,0	1,9	< 1,0	< 1,0	72
Utopený rybník	Dnešice	3. 9.	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	29

(zdroj ÚKZÚZ, 2010)

**Limitní hodnota stanovená v příloze č. 1 vyhlášky č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě, pro BTEX (uvedená jako suma benzenu, toluenu, etylbenzenu a xylenů) činí 0,4 ppm (400 ppb), pro C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> 300 ppm (300 000 ppb).**

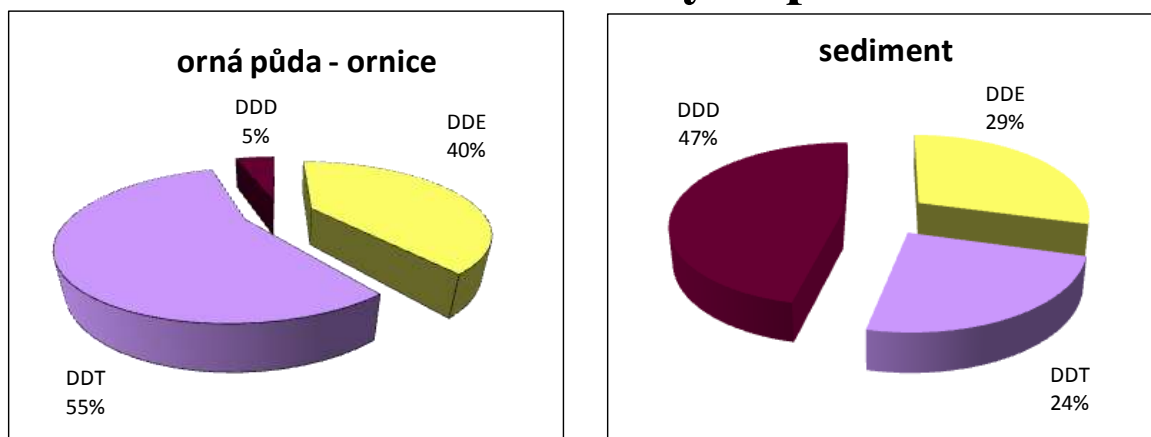
**Žádná ze stanovených hodnot nepřesahuje limitní hodnotu.**

## Stanovení organochlorových pesticidů ve vzorcích sedimentů

V roce 2009 byly poprvé v 8 vzorcích sedimentů stanoveny obsahy organochlorových pesticidů (HCB, látek skupiny DDT).

Rozsah obsahu sumy látek DDT činí 6,7 – 67,5 ppb. Limitní hodnota pro obsah DDT (včetně metabolitů) stanovená v příloze č. 1 vyhlášky č. 257/2009 Sb. je stanovena na 0,1 ppm (100 ppb). Limitní hodnota pro tento parametr nebyla překročena.

Vzájemný poměr látek skupiny DDT v sedimentech je značně odlišný od poměru těchto látek v ornících orných půd.



Rozsah obsahů HCB kolísá v rozmezí < 0,5 – 4,9 ppb. Limitní hodnota pro tuto látku není vyhláškou č. 257/2009 Sb. stanovena. Zjištěné obsahy se shodují s obsahy v ornících orných půd.



# Z Á V Ě R Y

- Značná variabilita sedimentů prakticky u všech zjišťovaných parametrů;
- Zrnitostně zkoušené sedimenty zahrnují prakticky všechny kategorie podle Novákovy klasifikační stupnice pro půdy, přičemž více jak 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, která je základem pro tvorbu humusu. Její množství ovšem rovněž silně kolísá, medián obsahu organické hmoty je takřka 9 %.
- Reakce sedimentů je u většiny vzorků v oblasti slabě kyselé a neutrální. Předpokládá se, že po vytěžení a provzdušnění dojde k určitému následnému okyselení sedimentů.
- Obsah přístupných živin podle kritérií pro hodnocení orných půd - prokazují se především nižší obsahy fosforu, obsahy draslíku jsou podobné obsahům v půdách, naopak obsah hořčíku je téměř dvojnásobný.
- Obsah rizikových prvků - ukazuje na nejčastější kontaminaci kadmíem 58 vzorků (16,9%), zinkem 30 vzorků (8,7%) a arsenem 17 vzorků (5,1%). Počet vzorků s nadlimitními hodnotami je obecně vyšší u „návesních“ rybníků.





**Thank you for your attention**

**Děkuji za Vaši pozornost**



**It's time to finish !!!!!**