

# ETAPY PRŮZKUMU STAVEBNÍHO OBJEKTU ZNEČIŠTĚNÉHO ORGANOCHLOROVANÝMI PESTICIDY

Petr Kohout – Forsapi s.r.o.

Václav Durdžák, Jiří Hendrych, Jiří Kroužek, Martin Kubal, Daniel Randula  
– Vysoká škola chemicko-technologická v Praze



# Základní informace



# Základní informace



## Kolečovice č.p. 72

- v 50. a 60. letech minulého století využíván ke skladování obilí
- opakovaně deratizován pomocí postřiků organochlorovanými pesticidy - DDT

## Současnost

- v přízemí 4 podlažního objektu - Strojírna Kolečovice, s.r.o.
- Majitel plánuje využití zbývajících částí objektu pro obytné účely

# Základní informace



# Etapy průzkumu



## Dekonta a.s. - 2012

- identifikovány zvýšené obsahy DDT v podzemní vodě (odběr ze studně),
- v prachu uvnitř objektu
- a ve vnitřních omítkách

## VŠCHT – ÚCHOP – březen 2013

- podrobné zmapování výskytu DDT a dalších chlorovaných látek v zájmovém objektu a určení jejich hloubkových profilů
- Vzorkované matrice - omítka, beton, cihla, dřevo



# Etapy průzkumu

## Omítky a cihly

**ΣDDT, DDE, DDD  
0,37 až 222 mg/kg suš.**

Popis	Bližší specifikace	Podlaží	suma DDT, DDE, DDD	MP MŽP 2012 indikátory znečištění	MP MŽP 1996 Kritéria znečištění kritérium C
<b>4 podlažní objekt</b>			<b>obsah na matici (mg/kg suš.)</b>	19,3	30
hrana zeď- betonová podlaha	beton vytlučený ze spáry mezi zdí a podlahou	0	8,50		
omítka I	výmalba + omítka do hloubky max. 0,5 cm	0	3,05		
betonový soklík podél zdi	beton z rohů soklíku u zdi	0	18,4		
omítka II	výmalba + omítka do hloubky max. 0,5 cm	0	21,6		
omítka I	výmalba + omítka do hloubky max. 0,5 cm	1	55,7		
omítka II	výmalba + omítka do hloubky max. 0,5 cm	1	115		
omítka III	výmalba + omítka do hloubky max. 0,5 cm	2	17,8		
omítka I pod oknem	výmalba + omítka do hloubky max. 0,5 cm	2	125		
omítka II	výmalba + omítka do hloubky max. 0,5 cm	2	148		
omítka pod oknem	výmalba + omítka do hloubky max. 0,5 cm	3	21,4		
Prach podél zdi	smetky prachu	0	51,0		
<b>stodola - přízemní</b>					
S-Z-cihla	cihly za odkopanou omítkou do hloubky cca 3 cm	0	0,53		
S-Z-povrch	povrchová vrstva /výmalba do hloubky cca 1 mm	0	3,02		
S-Z-40	zeď - omítka 40 cm nad podlahou 9 odběrů do hloubky 1 cm	0	185		
S-Z-80	zeď - omítka 80 cm nad podlahou 9 odběrů do hloubky 1 cm	0	222		
S-Z-120	zeď - omítka 120 cm nad podlahou 9 odběrů do hloubky 1 cm	0	4,16		
S-Z-160	zeď - omítka 160 cm nad podlahou 9 odběrů do hloubky 1 cm	0	3,45		
S-Z-200	zeď - omítka 200 cm nad podlahou 9 odběrů do hloubky 1 cm	0	1,52		
S-Z-240	zeď - omítka 240 cm nad podlahou 9 odběrů do hloubky 1 cm	0	3,37		
S-Z-280	zeď - omítka 280 cm nad podlahou 9 odběrů do hloubky 1 cm	0	9,99		
S-Z-1 cm	zeď - omítka, odběr do hloubky cca 1 cm	0	2,81		
S-Z-5 cm	zeď - omítka, odběr do hloubky cca 5 cm	0	0,37		



# Etapy průzkumu

## Dřevo

**ΣDDT, DDE, DDD  
7,28 až 6210 mg/kg suš.**

Popis	Bližší specifikace	Podlaží	suma DDT, DDE, DDD	MP MŽP 2012 indikátory znečištění	MP MŽP 1996 Kritéria znečištění
<b>4 podlažní objekt</b>			<b>obsah na matrici (mg/kg suš.)</b>		<b>kritérium C</b>
trám	trám, odběr dlátem do hloubky cca 0,5 mm	0	7,28	19,3	30
podlaha I	dřevěná podlaha, odběr dlátem do hloubky cca 0,5 mm	0	3910,0		
podlaha I	dřevěná podlaha, odběr dlátem do hloubky cca 0,5 mm	1	100,64		
podlaha II	dřevěná podlaha, odběr dlátem do hloubky cca 0,5 mm	1	136,3		
trám patka	trám, odběr dlátem do hloubky cca 0,5 mm	1	731,7		
podlaha II	dřevěná podlaha, odběr dlátem do hloubky cca 0,5 mm	2	105,9		
trám patka	trám, odběr dlátem do hloubky cca 0,5 mm	2	1110,0		
podlaha I	dřevěná podlaha, odběr dlátem do hloubky cca 0,5 mm	2	1240,0		
trám + krystalky z trámu	trám, odběr dlátem do hloubky cca 0,5 mm	2	6210,0		
dřevěné zalištování pod oknem	zalištování, odběr dlátem do hloubky cca 0,5 mm	3	112,7		

\* pod mezí stanovitelnosti  
mez stanovitelnosti pro DDT, DDE, DDD je 0,05 mg/kg



# Závěry vyplývající z dosavadních průzkumných prací

- **Rozsah předchozích průzkumných prací** byl **relativně velký**,
- nicméně přinesl především **kvalitativní informace**:
  - o rozpětí koncentrací v materiálech,
  - o problémech heterogenity obsahu škodlivin v prostředí.
- **Prostorový rozsah znečištění**, který by umožnil selektivně (a tak i ekonomicky efektivně) provádět nápravná opatření, ale **nebyl dostatečně vyznačen**.

# Závěry vyplývající z dosavadních průzkumných prací

- Ve čtyřpodlažní budově byl poměr kontaminovaných a nekontaminovaných omítek odhadován 60 : 40

# Požadavky na další etapu průzkumu

- Umožnit zpracovat návrh ekonomicky efektivních nápravných opatření



# Východiska nápravných opatření

- **Znečištěné omítky** potenciálně ohrožují zdraví obyvatel – vdechování jemného prachu odolujícího se z omítek
- za ekonomicky přijatelných podmínek nelze provádět odstraňování omítek jinak než odstraněním celé mocnosti omítky
- Znečištění v **dřevěných konstrukcích** nelze odstranit dostupnými technologiemi (znečištění je obsaženo v celé mocnosti dřevěných konstrukcí),
- Měřeními nebyly zjištěny zvýšené koncentrace emisí škodlivin z dřevěných konstrukcí, ani ve vnitřním ovzduší
- K zabránění potenciálního uvolňování znečištění z dřevěných konstrukcí budou použity speciální izolace

# Návrh efektivního a ekonomicky přijatelného schématu vzorkování musí vycházet ze dvou základních hledisek

- Možnost snížení celkových nákladů za odstranění omítek
- Cena průzkumných prací



# Podklady pro zpracování plánu vzorkování



## Výpočet nákladů na odstranění kontaminovaných omítek

- rozměry 1 podlaží v čtyřpodlažní budově: délka 18 m, šířka 13 m, výška 2,2 m,
- mocnost vrstvy omítky: cca 5 cm,
- hustota omítek: 2000kg/m<sup>3</sup>
- likvidace nebezpečného odpadu na skládce S-NO: 8000 Kč/t,
- likvidace ostatního odpadu na skládce S-OO: 1000 Kč/t

# Podklady pro zpracování plánu vzorkování

## Výpočet nákladů na odstranění kontaminovaných omítek

Hmotnost omítek - 1 podlaží	13,64 t
Plocha omítek - 1 podlaží	136,4 m <sup>2</sup>
Náklady na likvidaci omítek jako nebezpečný odpad – 1 podlaží	109120 Kč
Náklady na likvidaci omítek jako nebezpečný odpad vztažené k 1 m <sup>2</sup>	800 Kč/ m <sup>2</sup>
Náklady na likvidaci omítek jako ostatní odpad – 1 podlaží	13640 Kč
Náklady na likvidaci omítek jako ostatní odpad vztažené k 1 m <sup>2</sup>	100 Kč/ m <sup>2</sup>

# Podklady pro zpracování plánu vzorkování



## Náklady na průzkumné práce

- 1600 Kč/vzorek





# Návrh vzorkovacího schématu

## Volba měřítka vzorkování

- Měřítka vzorkování, tj. objem vzorkovaného materiálu, ve kterém se již neuvažuje vnitřní heterogenita, umožňuje rozhodnout o nákladech za odstranění odpadu – buď jako **odpadu ostatního** (s cenou za odstranění cca 1000 Kč/t), nebo jako **odpadu nebezpečného** (za cenu cca 8000 Kč/t)

# Návrh vzorkovacího schématu

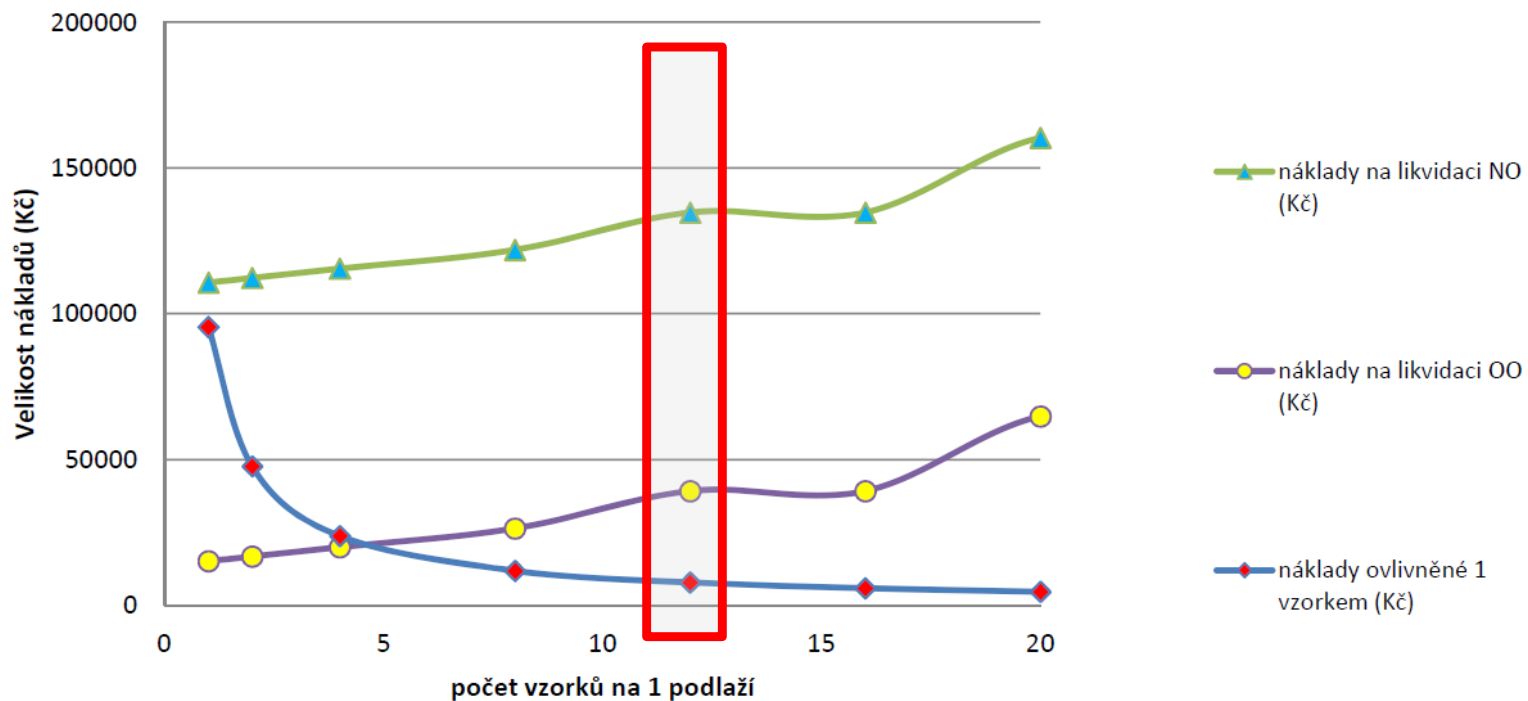
rozdíl mezi cenou za odstranění odpadu jako nebezpečného a cenou vzorkovacích a analytických prací představuje ekonomický efekt vzorkování

# Testování měřítka vzorkování

počet vzorků	1	2	4	8	12	16	20	24	32	64	128
náklady na průzkum (Kč)	1600	3200	6400	12800	19200	25600	32000	38400	51200	102400	204800
náklady na likvidaci - nebezpečný odpad (Kč)	110720	112320	115520	121920	128320	134720	141120	147520	160320	211520	313920
náklady na likvidaci - ostatní odpad (Kč)	15240	16840	20040	28040	37640	52040	68040	88840	117640	189640	218440
náklady ovlivněné 1 vzorkem (Kč)	95480	47740	23870	11935	7957	5968	4774	3978	2984	1492	746
účinnost vzorkování (%)	5968%	1492%	373%	93%	31%	23%	9%	8%	6%	1%	0,36%
plocha na 1 vzorek (m <sup>2</sup> /vzorek)	136,4	68,2	34,1	17,1	11,4	8,5	6,8	5,7	4,3	2,1	1,1

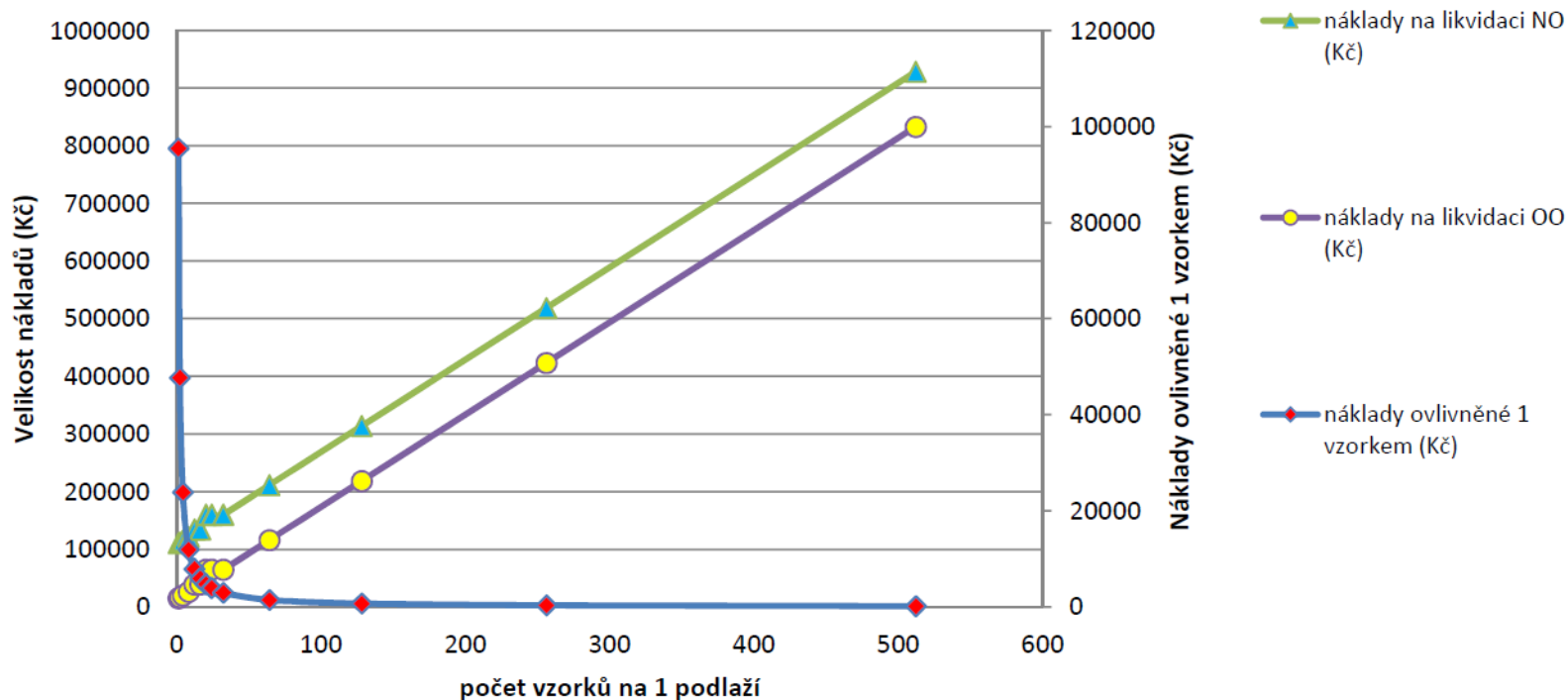
# Testování měřítka vzorkování

## Ekonomická efektivita programu zkoušení



# Testování měřítka vzorkování

## Ekonomická efektivita programu zkoušení



# Testování měřítka vzorkování

## Volba měřítka vzorkování

- Pro daný program zkoušení byla zvolena **účinnost vzorkování** (tj. poměr mezi cenou za zkoušení - vzorkovací a analytické práce a náklady ovlivněnými 1 vzorkem) **30%**.
- Dle uvedeného vztahu **1 vzorek** pro analytické stanovení reprezentuje **plochu cca 10 m<sup>2</sup>**,
- tato plocha představuje **měřítko vzorkování**.

# Návrh vzorkovacího schématu

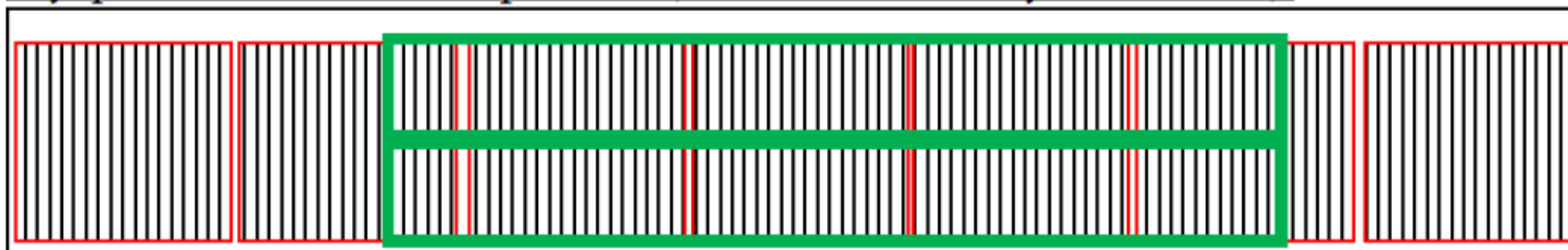
## Počet vzorků

Počet vzorků 1 podlaží čtyřpatrová budova (podlaží 1 až 3)	24 vzorků (měřítko 1) + 8 vzorků (měřítko 2)
Počet vzorků podkroví čtyřpatrová budova	2 vzorků (měřítko 1)
Měřítko 1 – definování plochy měřítka	délka x výška: 2,5 x 2 m
Měřítko 2 – definování plochy měřítka	délka x výška: 10 x 1 m
Počet vzorků jednopatrová budova	30 vzorků (měřítko 2)
Měřítko 1 – definování plochy měřítka	délka x výška: 2,5 x 2 m
Měřítko 2 – definování plochy měřítka	délka x výška: 10 x 1 m

# Návrh vzorkovacího schématu

## Schéma vzorkování

*Čtyřpatrová budova – 1 podlaží (stěna A – rozměry 18 x 2,2 m)*



Měřítko 1  
(2,5 x 2 m)



Měřítko 2  
(10 x 1 m)

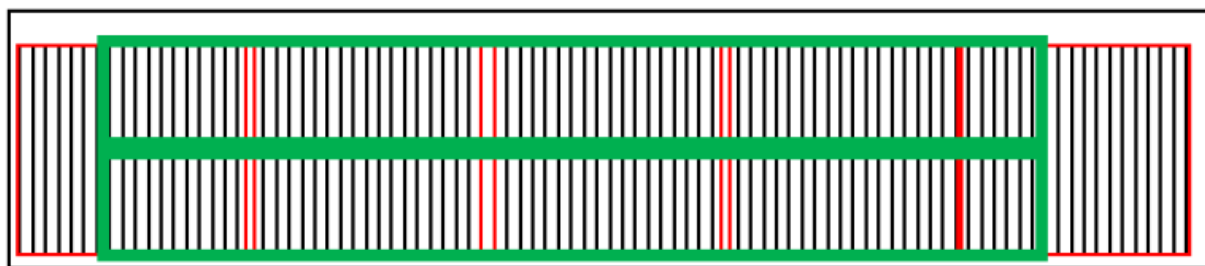




# Návrh vzorkovacího schématu

## Schéma vzorkování

Čtyřpatrová budova – 1 podlaží (stěna B – rozměry 13 x 2,2 m)



Měřítko 1  
(2,5 x 2 m)



Měřítko 2  
(10 x 1 m)



# Způsob přípravy vzorku

- Vzorek reprezentující danou plochu bude připraven jako směsný vzorek tvořený minimálně 5 dílčími vzorky
- Dílčí vzorek bude odebrán pomocí bouracího kladiva v celé mocnosti omítky v ploše minimálně 5 x 5 cm. Dílčí vzorky budou umístěny rovnoměrně v ploše definované měřítkem. Dílčí vzorek bude rozdrcen na velikost částic pod <math><5\text{ mm}</math>. Dílčí vzorek bude homogenizován, zvážen a zmenšen na konstantní hmotnost.

# Realizace průzkumných prací

- Červenec 2013
- Změny oproti plánu vzorkování:
  - větší počet vzorků (pro účely výzkumné činnosti)
  - analýzy byly prováděny v režii VŠCHT-UCHOP
  - změna způsobu odběru dílčího vzorku

*odběr dílčího vzorku byla použita příklepová vrtačka s průměrem vrtáku 30 mm a dílčí vzorek zahrnoval veškerý materiál vyvrtaný přes celou mocnost omítky*









# Výsledky průzkumu

Místo odběru	suma DDT, DDE, DDD				MP MŽP 2012 indikátory znečištění	MP MŽP 1996 Kritéria znečištění kritérium C
	mg/kg suš.					
		minimum	maximum	průměr		
objekt, omítka, 1. podlaží	14,69	4,59	28,60	15,92	19,3	30
	20,47					
	13,46					
	4,91					
	5,11					
	22,52					
	28,60					
	26,63					
	15,74					
	15,01					
	16,45					
	8,13					
	26,52					
	4,59					



# Výsledky průzkumu

Místo odběru	suma DDT, DDE, DDD				MP MŽP 2012 indikátory znečištění	MP MŽP 1996 Kritéria znečištění kritérium C
	mg/kg suš.					
		minimum	maximum	průměr		
objekt, omítka, 2. podlaží	23,14	13,94	64,24	28,71	19,3	30
	64,24					
	36,91					
	29,96					
	50,03					
	18,83					
	19,64					
	37,54					
	14,70					
	27,06					
	13,94					
	14,16					
	14,89					
	14,09					
	35,61					
	25,79					
47,53						

# Výsledky průzkumu

Místo odběru	suma DDT, DDE, DDD				MP MŽP 2012 indikátory znečištění	MP MŽP 1996 Kritéria znečištění kritérium C
	mg/kg suš.					
		minimum	maximum	průměr		
objekt, omítka, 3. podlaží	16,40	5,18	31,93	15,23	19,3	30
	28,08					
	20,89					
	31,93					
	17,60					
	13,18					
	12,03					
	8,99					
	9,41					
	13,93					
	5,18					
	14,45					
	8,87					
	14,83					
	17,82					
10,07						

# Výsledky průzkumu

Místo odběru	suma DDT, DDE, DDD				MP MŽP 2012 indikátory znečištění	MP MŽP 1996 Kritéria znečištění kritérium C
	mg/kg suš.					
	minimum	maximum	průměr			
objekt, omítka, 4. podlaží	5,86	5,86	7,87	6,87	19,3	30
	7,87					

# Výsledky průzkumu

Položka	odpady	
	kontaminované	nekontaminované
hmotnost omítek (t)	16,5	27,2
cena za odstranění (Kč/t)	8000	1000
náklady na odstranění (Kč)	132337	27238
cena průzkumu (Kč)	58800	
celkové náklady (Kč)	227419	
náklady na odstranění NO (Kč)	350240	
náklady na odstranění OO (Kč)	43780	

*Děkuji za Vaši pozornost!!!*

*Petr Kohout*

