

Testování vzorků podzemní vody z monitorovacích vrtů na stanovení těkavých organických látek.

Doškolovací seminář Manažerů vzorkování podzemních vod 24. 4. 2018 v Novém Bydžově

Úvod

Společnost Forsapi, s.r.o. zajišťuje vzdělávání pracovníků laboratoří a konzultačních společností zabývajících se odběrem a vyhodnocením výsledků zkoušek vzorků podzemních vod. Smyslem doškolovacích seminářů je zvyšovat odborné a praktické znalosti účastníků v oblastech souvisejících se zkoušením kvality podzemní vody pro různé účely. Jednotlivé semináře jsou vždy věnovány vybraným problematickým okruhům v testování podzemní vody. V jejich průběhu jsou mimo jiné ověřovány rozličné postupy vzorkování a testovány postupy laboratoří s cílem zlepšovat informovanost uchazečů o nejistotách zkoušení pro potřeby interpretace výsledků a rovněž usilovat o sjednocování metodik vzorkování a laboratorních prací vedoucí k vyšší spolehlivosti výsledků zkoušení při testování kvality podzemní vody.

Dne 24. 4. 2018 byl uspořádán doškolovací seminář v Novém Bydžově zaměřený na problematiku průzkumných postupů při hodnocení znečištění horninového prostředí a podzemní vody chlorovanými alifatickými uhlovodíky a dále na problematiku analytických stanovení těkavých organických sloučenin v podzemní vodě.

V teoretické části semináře byla přednesena prezentace RNDr. Petra Kohouta (Forsapi), kterou byli účastníci seznámeni s historií a současným stavem znečištění horninového prostředí a podzemní vody chlorovanými alifatickými uhlovodíky v intravilánu Nového Bydžova, s použitými metodami průzkumu znečištění a sanačními postupy uplatněnými při nápravě poškození podzemních vod. Mgr. Magda Nechanická s Bc. Denisou Vlkovou (Technická univerzita v Liberci) připravily přednášku věnovanou uplatnění molekulárně-genetických metod při hodnocení znečištění podzemní vody a s výsledky jejich použití v rámci mezinárodního projektu AMIIGA (Integrates Approach to Management of Groundwater quality in functional urban Areas – INTERREG Central Europe CE32). Poslední přednáška RNDr. Vladislava Knytla (DEKONTA a.s.) byla věnována principům a použití metody MIP (Membrane Interface Probe) při průzkumu znečištění horninového prostředí a podzemní vody organickými látkami.

Součástí semináře byla praktická část soustředěná na procvičování účastníků v odebrání vzorků podzemních vod pro účely monitoringu znečištění, která probíhala na vybraných monitorovacích vrtech v Novém Bydžově.

Cílem praktické části semináře bylo rovněž ověřit srovnatelnost výsledků zúčastněných laboratoří pro stanovení chlorovaných alifatických uhlovodíků a rozpuštěných plynů jejich rozkladu (methan, ethan, ethen) v podzemní vodě odebrané z monitorovacích vrtů.

Účast na praktickém testování laboratoří přijalo 6 laboratoří, které poskytují odběry a analýzy podzemních vod klientům v České republice. Velice těmto laboratořím děkujeme za jejich účast, která svědčí o snaze těchto laboratoří po trvalém zlepšování jejich služeb, a zejména za jejich velmi

vstřícný přístup. Jedna laboratoř byla organizátorem vybrána pro doplnění souboru a analýzy byly laboratoři zadány na základě standardní objednávky bez upozornění na realizované testování.

Zkušební laboratoře jsou akreditované ČIA. V tabulce 1 je uveden přehled zúčastněných laboratoří.

Tabulka 1: Přehled zúčastněných laboratoří (seřazených abecedně)

Název laboratoře	Adresa laboratoře
ALS Czech Republic s.r.o.	Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9
Aquatest a.s.	Geologická 4, 152 00 Praha 5
BIOANALYTIKA CZ, s.r.o.	Píšťovy čp. 820, 537 01 Chrudim III
Ekologické laboratoře EMPLA, EMPLA AG spol. s r.o.	Za Škodovkou 305, 503 11 Hradec Králové
Technická univerzita v Liberci, Laboratoř chemických sanačních procesů	Bendlova ulice, 461 17 Liberec
VZ lab s.r.o.	Jindřicha Plachty 535/16, 150 00 Praha 5
Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem	Moskevská 15, 400 01 Ústí nad Labem

Postup praktického testování

Předmětem testování vzorků podzemní vody byl:

- odběr vzorků podzemní vody z monitorovacích vrtů, zabezpečení a transport vzorků do laboratoře,
- analytické stanovení chlorovaných alifatických uhlovodíků v základním rozsahu – vinyl chlorid, 1,1-DCE, 1,2 trans – DCE, 1,2 cis – DCE, TCE, PCE a rozpuštěných plynů z rozkladu chlorovaných uhlovodíků – methan, ethan, ethen.

Odběr a úprava vzorků

V průběhu praktické části semináře byly provedeny odběry vzorků z 3 monitorovacích vrtů pozorovací sítě v Novém Bydžově. Odběr zajistili pracovníci akreditovaných laboratoří (vzorek 1 byl odebrán laboratoří Bioanalytika CZ, vzorek 2 odebral pracovník laboratoře ALS Czech Republic), odběr vzorku 3 provedl RNDr. Petr Kohout (Forsapí). Odběru vzorků předcházelo pročištění monitorovacího vrtu odčerpáním stagnující vody ve vrtu s průtokem 2 l/min. po dobu 30 minut. Vzorky pro všechny zúčastněné laboratoře byly odebrány jednotlivými pracovníky laboratoří v celkovém časovém intervalu 5 minut. Záměr provést odběry dvojic vzorků každou laboratoří nebyl všemi laboratořemi dodržen (pracovníci nebyli vybaveni dostatečným počtem vzorkovnic).

Vzorky si vzorkaři v souladu se SOP zabezpečili a doručili do své laboratoře, v jednom případě zajistil odvoz vzorku do laboratoře její klient.

Laboratorní analýzy

Každá ze zúčastněných laboratoří zpracovala 3 vzorky (značené vzorek 1, vzorek 2 a vzorek 3). Tři laboratoře si v rámci praktického testování odebraly duplicitním vzorky. Při hodnocení byla u těchto laboratoří jako výsledek použita hodnota aritmetického průměru z dvojice výsledků.

Výsledky stanovení

Chlorované alifatické uhlovodíky

Přehled výsledků stanovení chlorovaných alifatických uhlovodíků v rozsahu: vinyl chlorid, 1,1-DCE, 1,2 trans – DCE, 1,2 cis – DCE, TCE, PCE, je pro odebrané vzorky uveden v tabulce 2a. Laboratoře jsou v tabulkách označeny čísly v náhodném pořadí. Ve všech následujících tabulkách má konkrétní laboratoř stejné označení.

Tabulka 2a: Přehled výsledků stanovení chlorovaných alifatických uhlovodíků v podzemní vodě (označení laboratoří je uvedeno v náhodném pořadí)

Vzorek 1		označení laboratoře						
Sledovaný ukazatel		1	2	3	4*	5*	6	7
jednotky								
vinylchlorid	µg/l	N	33	72	45	68	N	71
1,1-dichlorethen	µg/l	N	2,8	8	3	4,5	<5	3,4
trans 1,2-dichlorethen	µg/l	N	3	6	3,5	3,6	<5	3,9
cis 1,2-dichlorethen	µg/l	N	440	1150	588	690	598	631
trichlorethen	µg/l	N	51	62	45	70	62	53
tetrachlorethen	µg/l	N	108	228	156	171	157	187

Vzorek 2		označení laboratoře						
Sledovaný ukazatel		1*	2	3	4	5*	6	7
jednotky								
vinylchlorid	µg/l	3,8	4,3	6	5,9	7,8	N	5,9
1,1-dichlorethen	µg/l	<0.1	<1	<0.1	<0.3	<0.1	<5	<0.1
trans 1,2-dichlorethen	µg/l	0,225	<1	<0.1	<0.3	0,6	<5	<0.1
cis 1,2-dichlorethen	µg/l	15	16	30	17	21	16	18
trichlorethen	µg/l	4,7	3,8	3,9	2,9	5,0	<0.1	3,2
tetrachlorethen	µg/l	23	9,7	28	20	22	20	20

Vzorek 3		označení laboratoře						
Sledovaný ukazatel		1*	2	3	4	5*	6	7
jednotky								
vinylchlorid	µg/l	3,9	3,5	6,8	4,5	5,6	N	6,3
1,1-dichlorethen	µg/l	6,89	4,5	19	5	<0.1	N	5,6
trans 1,2-dichlorethen	µg/l	2,5	2	19	2,2	<0.1	N	2,5
cis 1,2-dichlorethen	µg/l	129	156	502	205	191	N	220
trichlorethen	µg/l	437	546	698	583	693	N	550
tetrachlorethen	µg/l	839	922	2370	1380	1060	N	1550

Vysvětlivky:
 N stanovení neprovedeno
 * výsledek je aritmetickým průměrem dvojice analýz

V tabulce 2b jsou pro laboratoře, které zpracovaly pro jedno odběrové místo 2 analýzy duplicitních vzorků, uvedeny hodnoty relativní směrodatné odchylky obou výsledků (vypočtené z rozpětí výsledků) odrážející preciznost odběru a analytického stanovení.

Tabulka 2b: Vyhodnocení duplicitních vzorků pomocí relativních směrodatných odchylek

Sledovaný ukazatel	označení laboratoře								
	Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3		
	1	4	5	1	4	5	1	4	5
vinylchlorid	N	1,37%	0,91%	15,85%	N	5,71%	14,39%	N	3,16%
1,1-dichlorethen	N	0,00%	0,00%	-	N	-	-	N	-
trans 1,2-dichlorethen	N	0,00%	0,00%	3,94%	N	0,00%	3,53%	N	-
cis 1,2-dichlorethen	N	2,26%	5,65%	6,99%	N	6,72%	22,74%	N	1,85%
trichlorethen	N	0,00%	0,00%	7,36%	N	7,08%	19,05%	N	1,53%
tetrachlorethen	N	3,99%	3,64%	20,86%	N	5,92%	11,30%	N	0,00%

Vysvětlivky: N stanovení neprovedeno

V tabulce 2c jsou výsledky jednotlivých laboratoří jako soubor statisticky zpracovány a v tabulce je pro jednotlivé ukazatele vypočtena hodnota aritmetického průměru, výběrové směrodatné odchylky a relativní směrodatné odchylky.

Tabulka 2c: Statistické zpracování výsledků stanovení

Vzorek 1		aritmetický průměr	výběrová směrodatná odchylka	relativní směrodatná odchylka
Sledovaný ukazatel	jednotky			
vynylchlorid	µg/l	58	18	31,0%
1,1-dichlorethen	µg/l	4,3	2,1	49,5%
trans 1,2-dichlorethen	µg/l	4	1,2	29,1%
cis 1,2-dichlorethen	µg/l	683	243	35,7%
trichlorethen	µg/l	57	9,0	15,7%
tetrachlorethen	µg/l	168	40	23,7%

Vzorek 2		aritmetický průměr	výběrová směrodatná odchylka	relativní směrodatná odchylka
Sledovaný ukazatel	jednotky			
vynylchlorid	µg/l	6	1	25,1%
1,1-dichlorethen	µg/l	-	-	-
trans 1,2-dichlorethen	µg/l	-	-	-
cis 1,2-dichlorethen	µg/l	19	5	27,3%
trichlorethen	µg/l	4	0,8	20,9%
tetrachlorethen	µg/l	21	6	27,0%

Vzorek 3		aritmetický průměr	výběrová směrodatná odchylka	relativní směrodatná odchylka
Sledovaný ukazatel	jednotky			
vynylchlorid	µg/l	5,1	1,3	26,0%
1,1-dichlorethen	µg/l	8,2	6,1	74,5%
trans 1,2-dichlorethen	µg/l	5,6	7,5	132,4%
cis 1,2-dichlorethen	µg/l	234	136	58,1%
trichlorethen	µg/l	585	99	17,0%
tetrachlorethen	µg/l	1353	567	41,9%

V tabulce 3 jsou uvedeny hodnoty rozšířené nejistoty stanovení jednotlivých chlorovaných alifatických uhlovodíků, jak je laboratoře uvádějí.

Tabulka 3: Přehled rozšířených nejistot stanovení zúčastněných laboratoří

Sledovaný ukazatel	označení laboratoře						
	1	2	3	4	5	6	7
vynylchlorid	40%	30%	30%	30%	20%	-	25%
1,1-dichlorethen	40%	30%	30%	30%	20%	20%	25%
trans 1,2-dichlorethen	40%	30%	30%	30%	20%	20%	15%
cis 1,2-dichlorethen	40%	30%	30%	30%	20%	20%	14%
trichlorethen	40%	30%	30%	30%	20%	20%	15%
tetrachlorethen	40%	30%	30%	30%	20%	20%	15%

Posouzení shody analytických stanovení mezi zúčastněnými laboratořemi

Výsledky stanovení ukazatelů uvedené v tabulce 2a byly hodnoceny podle jejich odlehlosti od průměrné hodnoty při zohlednění celkové směrodatné odchylky souboru výsledků dle parametru Z-skóre.

$$Z\text{-skóre}_i = (\text{naměřená koncentrace}_i - \text{průměrná hodnota jednotlivých stanovení}) / \text{celková směrodatná odchylka souboru dat}$$

kde i – je označení laboratoře

Pro přehlednost jsou v tabulce 4 barevně rozlišeny výsledky Z-skóre v intervalech (<-3;-3; -2; -1; 1; 2; 3; >3).

Pro vyhodnocení parametru skóre používá Metodický list 5 (EURACHEM-ČR, 2009) následující kritéria:

$ z \leq 2$	uspokojivý
$2 < z < 3$	sporný
$ z > 3$	neuspokojivý.

Hodnoty Z-skóre pro jednotlivá stanovení a jednotlivé laboratoře je uvedeno v tabulce 4.

Tabulka 4: Přehled hodnot Z-skóre – chlorované alifatické uhlovodíky

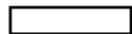



Vzorek 1		označení laboratoře						
Sledovaný ukazatel		1	2	3	4	5	6	7
	jednotky							
vinylchlorid	z-skóre	N	-1,41	0,80	-0,70	0,58	N	0,73
1,1-dichlorethen	z-skóre	N	-0,72	1,70	-0,62	0,07	V	-0,44
trans 1,2-dichlorethen	z-skóre	N	-0,86	1,72	-0,43	-0,34	V	-0,09
cis 1,2-dichlorethen	z-skóre	N	-1,00	1,92	-0,39	0,03	-0,35	-0,21
trichlorethen	z-skóre	N	-0,69	0,53	-1,32	1,41	0,54	-0,47
tetrachlorethen	z-skóre	N	-1,51	1,52	-0,30	0,07	-0,27	0,49

Vzorek 2		označení laboratoře						
Sledovaný ukazatel		1	2	3	4	5	6	7
	jednotky							
vinylchlorid	z-skóre	-1,29	-0,93	0,28	0,21	1,52	N	0,21
1,1-dichlorethen	z-skóre	V	V	V	V	V	V	V
trans 1,2-dichlorethen	z-skóre	-0,71	V	V	V	V	V	V
cis 1,2-dichlorethen	z-skóre	-0,74	-0,63	2,10	-0,32	0,39	-0,55	-0,26
trichlorethen	z-skóre	0,82	0,26	0,33	-0,29	1,00	-2,01	-0,11
tetrachlorethen	z-skóre	0,50	-1,96	1,33	-0,03	0,34	-0,11	-0,07

Vzorek 3		označení laboratoře						
Sledovaný ukazatel		1	2	3	4	5	6	7
	jednotky							
vinylchlorid	z-skóre	-0,88	-1,21	1,27	-0,46	0,37	N	0,90
1,1-dichlorethen	z-skóre	0,01	-0,37	1,90	-0,29	-1,06	N	-0,20
trans 1,2-dichlorethen	z-skóre	-0,31	-0,39	2,02	-0,36	-0,65	N	-0,31
cis 1,2-dichlorethen	z-skóre	-0,78	-0,58	1,98	-0,21	-0,31	N	-0,10
trichlorethen	z-skóre	-1,49	-0,39	1,15	-0,02	1,10	N	-0,35
tetrachlorethen	z-skóre	-0,91	-0,76	1,79	0,05	-0,52	N	0,35

Vysvětlivky:

N stanovení neprovedeno
V parametr nelze určit - naměřené hodnoty pod mezí stanovitelnosti

	z-skóre (-1,1)
	(-2,-1> nebo <1,2)
	(-3,-2> nebo <2,3)
	<-3 nebo >3

Z tabulky 4 vyplývá:

- stanovení cis 1,2-DCE ve vzorku 2 a stanovení trans 1,2-DCE ve vzorku 3 provedená laboratoří 3 a stanovení TCE ve vzorku 2 provedené laboratoří 6 lze souboru získaných dat hodnotit na základě parametru z-skóre jako **sporná**,
- všechna ostatní stanovení lze hodnotit na základě parametru z-skóre jako **uspokojivá**.

Na obrázku 1 je pro stanovení vinyl chloridu, TCE a PCE graficky vyhodnocena těsnost shody výsledků jednotlivých stanovení k referenční hodnotě (hodnota aritmetického průměru souboru).

Laboratoře 2, 3, 4, 5 a 7 analyzovaly všechny 3 vzorky (laboratoř 1 nestanovila vzorek 1, laboratoř 6 vzorek 3). Pro tyto laboratoře 2, 3, 4, 5 a 7 bylo určeno pomyslné pořadí dosažené shody k referenční hodnotě na základě součtu absolutních hodnot parametru *Z-skóre* (nejlepší shodu dosáhla laboratoř, pro kterou byl součet absolutních hodnot *Z-skóre* nejnižší, naopak nejhorší shodu ze zúčastněných laboratoří dosáhla laboratoř s nejvyšším součtem absolutních hodnot *Z-skóre*).

Pořadí laboratoří je vypočteno pro stanovení vinyl chloridu, cis 1,2-DCE, TCE, PCE a souhrnně pro tyto analyty (tabulka 5).

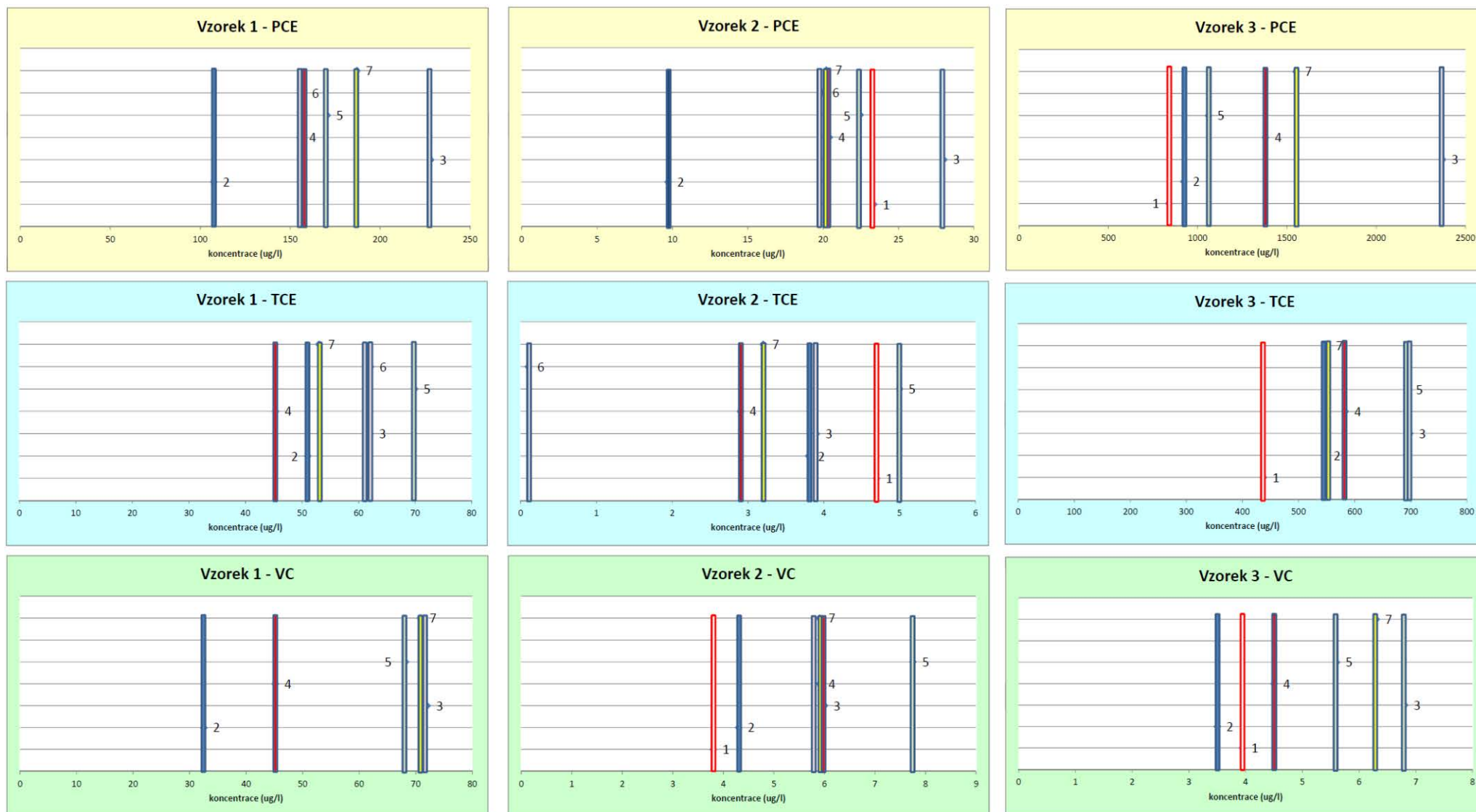
Tabulka 5: Pořadí laboratoří podle dosažené těsnosti shody provedených zkoušek ve vzorcích 1 až 3

označení laboratoře	1	2	3	4	5	6	7
sledovaný ukazatel	vinyl chlorid						
pořadí laboratoře podle těsnosti shody s referenční koncentrací	N	5	4	1	3	N	2
sledovaný ukazatel	cis 1,2-DCE						
pořadí laboratoře podle těsnosti shody s referenční koncentrací	N	4	5	3	2	N	1
sledovaný ukazatel	TCE						
pořadí laboratoře podle těsnosti shody s referenční koncentrací	N	2	4	3	5	N	1
sledovaný ukazatel	PCE						
pořadí laboratoře podle těsnosti shody s referenční koncentrací	N	4	5	1	3	N	2
sledovaný ukazatel	vinyl chlorid+cis 1,2-DCE+TCE+PCE						
pořadí laboratoře podle těsnosti shody s referenční koncentrací	N	4	5	2	3	N	1

Vysvětlivky: N – laboratoř se neúčastnila testování všech 3 vzorků, nebyla zahrnuta do vyhodnocení

Z tabulky 5 vyplývá:

- pro ukazatele vinyl chlorid, cis 1,2-DCE, TCE a PCE dosáhla nejlepší shodu s referenční hodnotou laboratoř 7, nejhorší ze skupiny zúčastněných laboratoří byla laboratoř 3.



Obrázek 1: Grafické vyhodnocení výsledků stanovení jednotlivými laboratořemi

Rozpuštěné plyny vzniklé z rozkladu chlorovaných alifatických uhlovodíků

Laboratoře 5 a 6 se testování neúčastnily.

Přehled výsledků stanovení obsahu rozpuštěných plynů (methan, ethen a ethan) v podzemní vodě je pro odebrané vzorky uveden v tabulce 6a (označení laboratoří je identické jako v předchozí části).

Tabulka 6a: Přehled výsledků stanovení rozpuštěných plynů v podzemní vodě

Vzorek 1		označení laboratoře						
Sledovaný ukazatel		1	2	3	4*	5	6	7
	jednotky							
etan	µg/l	N	236	847	312	N	N	<50
etylen	µg/l	N	15	62	58	N	N	<50
metan	µg/l	N	15354	32100	17700	N	N	5890

Vzorek 2		označení laboratoře						
Sledovaný ukazatel		1*	2	3	4	5	6	7
	jednotky							
etan	µg/l	1	6	<5	8,9	N	N	<50
etylen	µg/l	<1	<2	<5	<5	N	N	<50
metan	µg/l	3,5	191	650	236	N	N	72

Vzorek 3		označení laboratoře						
Sledovaný ukazatel		1*	2	3	4	5	6	7
	jednotky							
etan	µg/l	2,95	4	<5	<5	N	N	<50
etylen	µg/l	<1	<2	<5	<5	N	N	<50
metan	µg/l	971	1562	4340	1440	N	N	469

Vysvětlivky: N stanovení neprovedeno
* výsledek je aritmetickým průměrem dvojice analýz

V tabulce 6b jsou pro laboratoře, které zpracovaly pro jedno odběrové místo 2 vzorky, uvedeny hodnoty relativní směrodatné odchylky obou výsledků (vypočtené z rozpětí výsledků).

Tabulka 6b: Vyhodnocení duplicitních vzorků pomocí relativních směrodatných odchylek

Sledovaný ukazatel	označení laboratoře							
	1		4		1		4	
	Vzorek 1		Vzorek 2		Vzorek 3			
etan	N	5,68%	-	N	9,01%	N		
etylen	N	9,02%	-	N	-	N		
metan	N	5,00%	2,57%	N	10,86%	N		

Vysvětlivky: N stanovení neprovedeno

V tabulce 6c jsou výsledky jednotlivých laboratoří jako soubor statisticky zpracovány a v tabulce je pro jednotlivé ukazatele vypočtena hodnota aritmetického průměru, výběrové směrodatné odchylky a relativní směrodatné odchylky.

Tabulka 6c: Statistické zpracování výsledků stanovení

Vzorek 1		statistické charakteristiky		
Sledovaný ukazatel	jednotky	aritmetický průměr	výběrová směrodatná odchylka	relativní směrodatná odchylka
etan	µg/l	361	342	94,7%
etylen	µg/l	46,2	21,4	46,3%
metan	µg/l	17761	10837	61,0%

Vzorek 2		statistické charakteristiky		
Sledovaný ukazatel	jednotky	aritmetický průměr	výběrová směrodatná odchylka	relativní směrodatná odchylka
etan	µg/l	-	-	-
etylen	µg/l	-	-	-
metan	µg/l	230	252	109,4%

Vzorek 3		statistické charakteristiky		
Sledovaný ukazatel	jednotky	aritmetický průměr	výběrová směrodatná odchylka	relativní směrodatná odchylka
etan	µg/l	-	-	-
etylen	µg/l	-	-	-
metan	µg/l	1756	1507	85,8%

V tabulce 7 jsou uvedeny hodnoty rozšířené nejistoty stanovení jednotlivých rozpuštěných plynů udávané zúčastněnými laboratořemi.

Tabulka 7: Přehled rozšířených nejistot stanovení zúčastněných laboratoří

Sledovaný ukazatel	označení laboratoře				
	1	2	3	4	7
etan	40%	30%	30%	30%	-
etylen	40%	30%	30%	30%	-
metan	40%	30%	30%	30%	20%

Z tabulek 6 a 7 vyplývá:

- meze stanovitelnosti jednotlivých laboratoří jsou odlišné, především laboratoř 7 má mez stanovitelnosti v porovnání s ostatními laboratořemi relativně vysoko (<50 µg/l). Rozdílné meze stanovitelnosti neumožňují testování vyhodnotit u všech stanovení a u všech analyzovaných vzorků (tabulka 6a),
- v souboru výsledků stanovení rozpuštěných plynů jsou pozorovány výrazně vyšší hodnoty relativní směrodatné odchylky, než jsou udávány jednotlivými laboratořemi (tabulky 6c a 7),
- relativní směrodatné odchylky vypočtené z rozpětí dvojic výsledků (tabulka 6b), vypovídající o preciznosti stanovení duplicitních vzorků, jsou výrazně nižší, než jsou hodnoty rozšířené nejistoty stanovení (tabulka 7) udávané laboratořemi 1 a 4.

Posouzení shody analytických stanovení mezi zúčastněnými laboratořemi

Posouzení shody pomocí parametru Z-skóre bylo provedeno v omezené míře, neboť naměřené koncentrace sledovaných ukazatelů se často pohybovaly pod mezí stanovitelnosti a meze stanovitelnosti zúčastněných laboratoří nemají stejnou hodnotu.

V tabulce 8 jsou uvedeny hodnoty parametru Z-skóre pro ukazatele, které bylo možné vyhodnotit.

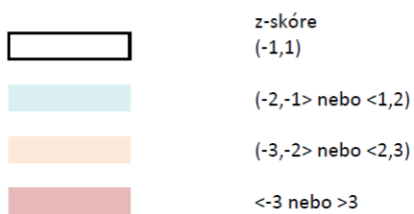
Tabulka 8: Přehled hodnot Z-skóre – rozpuštěné plyny

Vzorek 1		označení laboratoře						
Sledovaný ukazatel		1	2	3	4	5	6	7
	jednotky							
etan	z-skóre	N	-0,37	1,42	-0,14	N	N	-0,91
etylen	z-skóre	N	-1,46	0,74	0,55	N	N	0,18
metan	z-skóre	N	-0,22	1,32	-0,01	N	N	-1,10

Vzorek 2		označení laboratoře						
Sledovaný ukazatel		1	2	3	4	5	6	7
	jednotky							
etan	z-skóre	-1,08	0,18	V	0,90	N	N	V
etylen	z-skóre	V	V	V	V	N	N	V
metan	z-skóre	-0,90	-0,16	1,66	0,02	N	N	-0,63

Vzorek 3		označení laboratoře						
Sledovaný ukazatel		1	2	3	4	5	6	7
	jednotky							
etan	z-skóre	-0,71	0,71	V	V	N	N	V
etylen	z-skóre	V	V	V	V	N	N	V
metan	z-skóre	-0,52	-0,13	1,71	-0,21	N	N	-0,85

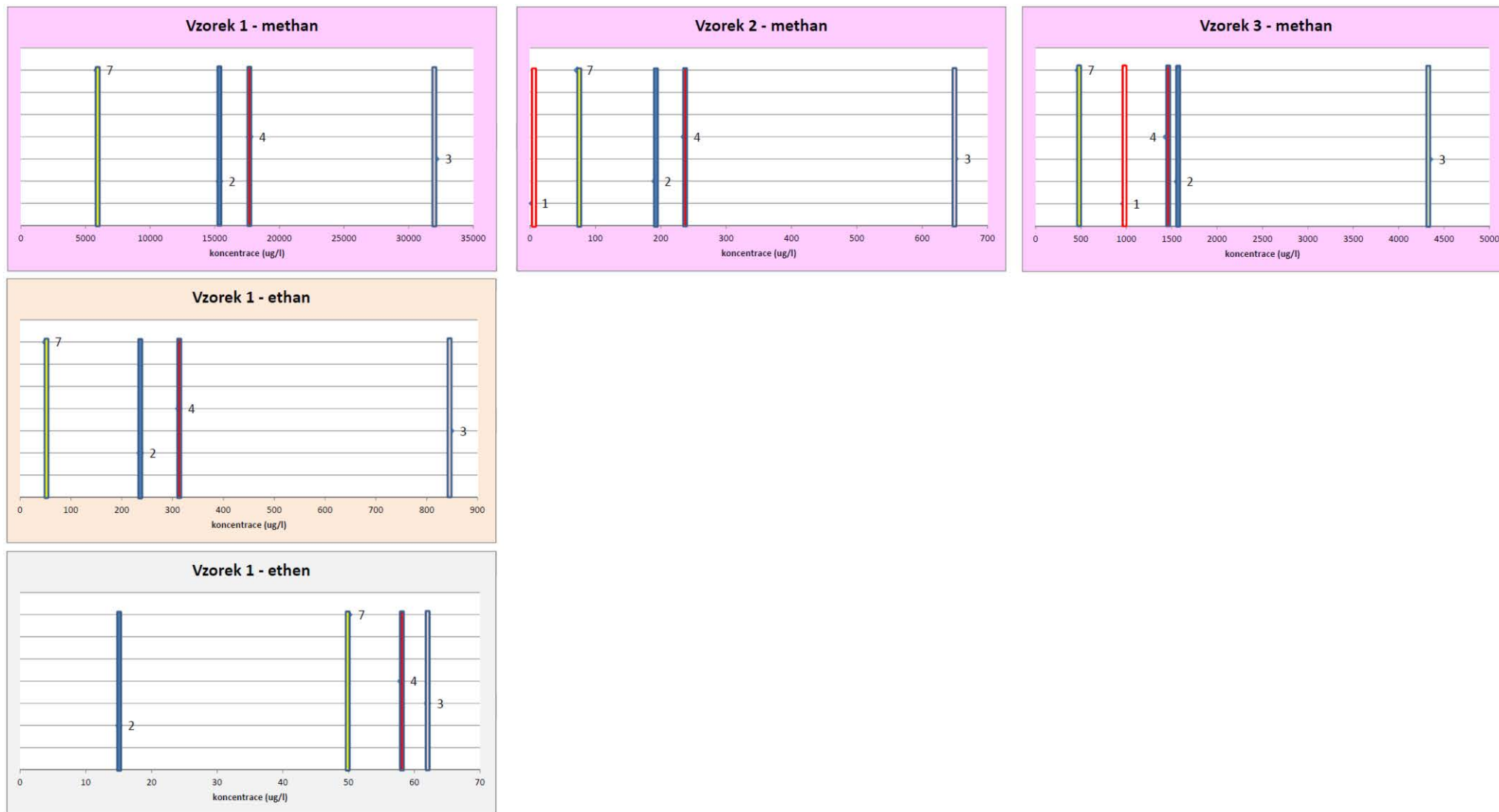
Vysvětlivky: N stanovení neprovedeno
V parametr nelze určit - naměřené hodnoty pod mezí stanovitelnosti



Z tabulky 8 vyplývá:

- přestože rozpětí naměřených výsledků obsahů rozpuštěných plynů v podzemní vodě je u některých vzorků velmi široké, lze na základě parametru Z-skóre všechna stanovení hodnotit jako **uspokojivá** a pomocí parametru Z-skóre nebyl identifikován žádný odlehlý výsledek.

Na obrázku 2 je graficky vyhodnocena těsnost shody výsledků jednotlivých stanovení k referenční hodnotě (hodnota aritmetického průměru souboru) pro stanovení methanu, ethenu a ethanu.



Obrázek 2: Grafické vyhodnocení výsledků stanovení jednotlivými laboratořemi

Závěr

Součástí praktické části doškolovacího semináře v Novém Bydžově konaného dne 24. 4. 2018 bylo ověřování srovnatelnosti výsledků 7 zúčastněných laboratoří pro stanovení chlorovaných alifatických uhlovodíků a vybraných rozpuštěných plynů v podzemní vodě odebrané z monitorovacích vrtů pozorovací sítě v Novém Bydžově. Výsledky testování jsou v této zprávě zpracovány.

Závěrem chci poděkovat všem zúčastněným laboratořím za spolupráci a vstřícný přístup při testování a účastníkům za spolupráci při odběrech vzorků.

Vypracoval: RNDr. Petr Kohout (19.6.2018)