Testování vzorků kalů z čištění komunálních odpadních vod odebraných v rámci Doškolovacího semináře Manažerů vzorkování odpadů 2. 11. 2017 v ČOV Velké Meziříčí společnosti Vodárenská akciová společnost a.s.

Úvod

Společnost Forsapi, s.r.o. společně se společností UNIVERZA-SoP, s.r.o. zajišťují vzdělávání pracovníků laboratoří a konzultačních společností zabývajících se odběrem a vyhodnocením zkoušek vzorků odpadů. Jednotlivé vzdělávací semináře jsou věnovány vzorkování a zkoušení vybraných druhů odpadů. V průběhu seminářů jsou testovány rozličné postupy vzorkování odpadů a v návaznosti na ně i praxe laboratoří s cílem postupné optimalizace a sjednocování metodiky (postupů) vzorkování a laboratorních prací tak, aby se zvyšovala spolehlivost informací o vlastnostech odpadů pro konečné uživatele.

Ve spolupráci s Vodárenskou akciovou společností a.s. byl dne 2. 11. 2017 uspořádán doškolovací seminář zaměřený na problematiku nakládání s kaly z čištění komunálních odpadních vod, zejména při použití kalů na zemědělské půdě.

Cílem semináře bylo seznámit účastníky s podmínkami a charakteristikami provozu zařízení ČOV Velké Meziříčí a porovnání výsledků odběru vzorků a laboratorních zkoušek na stanovení mikrobiologických ukazatelů v odvodněném kalu vznikajícím jako koncový odpad z čištění odpadních komunálních vod. V rámci teoretické části semináře se uskutečnily přednáška Ing. Ladislavy Matějů týkající se problematiky mikrobiologických zkoušek kalů a možných vlivů na výsledky zkoušek v důsledku nakládání s odebranými vzorky, přednáška Ing. Zdeňka Veverky věnovaná obsahu technické normy ČSN EN ISO 5667-13 Jakost vod – Odběr vzorků – Část 13: Návod pro odběr vzorků kalů, a přednáška Ing. Stehnové z Vodárenské akciové společnosti, která účastníky seznámila s technologiemi v ČOV Velké Meziříčí.

Součástí semináře bylo praktické procvičování účastníků ve vzorkování kalů pro stanovení mikrobiologických ukazatelů.

Cílem praktické části semináře bylo rovněž ověřit srovnatelnost výsledků zkoušek kalů ve stanovení mikrobiologických ukazatelů podle požadavků Vyhlášky č.437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě mezi zúčastněnými akreditovanými laboratořemi.

Účast na praktickém testování laboratoří přijalo 8 laboratoří, které poskytují akreditované zkoušky uvedených ukazatelů. Velice těmto laboratořím děkujeme za jejich spolupráci a zejména za jejich velmi vstřícný přístup, který svědčí o snaze těchto laboratoří po trvalém zlepšování jejich služeb.

Postup praktického testování

Rozsah testování

Obsahem testování stanovení mikrobiologických ukazatelů v kalech bylo:

- odběr směsných terénních vzorků a příprava laboratorních vzorků a odběr prostých terénních vzorků a příprava laboratorních vzorků odpadu: *kaly z čištění komunálních odpadních vod (kat.č.19 08 05)* vzorkovací skupinou participující laboratoře a následným stanovením

mikrobiologických ukazatelů (enterokoky, *Escherichia Coli* a salmonela) v těchto vzorcích participujícími laboratořemi,

- mikrobiologické stanovení ukazatelů (v rozsahu enterokoky, *Escherichia Coli* a salmonela) v uměle připravených vzorcích (připravených Státním zdravotním ústavem se sídlem v Praze, Laboratoř hygieny půdy a odpadů) participujícími laboratořemi.

Odběr a úprava vzorků

Pro účely testování laboratoří pro stanovení mikrobiologických ukazatelů připravili spolupořadatelé ze společnosti Vodárenská akciová společnost, a.s. deponii odvodněného *kalu z čištění komunálních odpadních vod* (vzorkovaný objekt), představující přibližný objem 40-50 m^3. Deponie byla umístěna v objektu kalového hospodářství ČOV Velké Meziříčí. Deponie kalu byla připravena krátce před vzorkováním a reprezentovala identickou šarži materiálu. Technologie čištění odpadních vod na zařízení je prakticky neměnná a nedochází k jejím častým změnám, podobně mají vstupní odpadní vody stálý charakter, a proto lze předpokládat, že vznikající odpad je víceméně homogenní.

Na deponii bylo vyčleněno 5 podsouborů, ze kterých byly odebrány vzorky pro stanovení mikrobiologických ukazatelů. Celkem bylo odebráno 5 laboratorních vzorků označených: VZOREK č.1 až VZOREK č. 5.

Vzorky VZOREKč.1 a VZOREK č.2 byly připraveny jako směsné vzorky reprezentující podsoubor 1, resp. podsoubor 2 vzorkované deponie. Každý směsný vzorek byl tvořen minimálně 10 náběry žlábkovým vzorkovačem zaražených do hloubky 0 až 80 cm do vzorkovaného kalu. Jednotlivé náběry z daného podsouboru byly homogenizovány do směsných terénních vzorků. Účastníci semináře – členové vzorkovacích týmů laboratoří si z každého terénního vzorku (VZOREK č.1 a VZOREK č.2) odebrali laboratorní vzorek s identickým označením.

Vzorky VZOREK č.3 až VZOREK č.5 byly odebrány každým vzorkovacím týmem laboratoří z příslušných podsouborů 3 až 5 jako prosté vzorky. Některé vzorkovací týmy odebraly vzorek pomocí žlábkového vzorkovače (profilový vzorek), jiné pomocí vzorkovací lopatky.

Laboratorní analýzy

Testování se účastnilo 8 zkušebních laboratoří akreditovaných ČIA.

V tabulce 1 je uveden přehled zúčastněných laboratoří.

Tabulka 1: Přehled zúčastněných laboratoří (seřazených abecedně)

Název laboratoře	Adresa laboratoře
ABITEC, s.r.o.	Radiová 1182/7, 102 31 Praha 10
ALS Czech Republic s.r.o.	Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9
Aquatest a.s.	Geologická 4, 152 00 Praha 5
Laboratoř Morava	Oderská 456, 742 13 Studénka,
Státní zdravotní ústav se sídlem v Praze, Laboratoř	Šrobárova 48, 100 42 Praha 10
Vodárenská akciová společnost	Soběšická 820/156, Lesná, 638 00 Brno
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,	Technická 5, 166 28 Praha 6 - Dejvice
Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě	Partyzánské náměstí č.7, 702 00 Ostrava, pracoviště Jihlava

Každá z laboratoří stanovovala vybrané mikrobiologické organismy (stanovení enterokoků, *Escherichia coli* a salmonela podle požadavků vyhlášky č. 437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě) ve směsných vzorcích (VZOREK č.1 a VZOREK č.2), resp. v prostých vzorcích (VZOREK č.3, č.4 a č.5).

Účastníci rovněž obdrželi dvojici uměle připravených vzorků pro kontrolu kvality mikrobiologických stanovení.

Stanovení mikrobiologických ukazatelů v uměle připraveném vzorku

Kontrolní vzorky pro mikrobiologická stanovení byly tvořeny 10 g vzorku vysterilizovaného čistírenského kalu naspikovaného 1 ml inokula o definovaném obsahu mikroorganismů. Při přípravě kontrolních vzorků pro stanovení enterokoků a *Escherichia coli* došlo k chybě a místo naočkovaných vzorků byly dodány vzorky vysterilizovaného čistírenského kalu. Proto byly pro uvedená stanovení vzorky využity jako slepé kontrolní vzorky pro zhodnocení případných zdrojů sekundárního znečištění vzorků při mikrobiologickém vyšetření v zúčastněných laboratořích.

Přehled výsledků stanovení je uveden v tabulce 2. Laboratoře jsou v tabulkách označeny čísly v náhodném pořadí. Ve všech následujících tabulkách má konkrétní laboratoř stejné označení.

Tabulka 2: Přehled výsledků mikrobiologických stanovení v uměle připravených vzorcích

parametr	typ vzorku	Kontrolní vzorek - SZU														
	označení laboratoře	1		2		3		4		5		6		7	8	
enterokoky																
naměřená hodnota	KTJ/g suš.	<50	<50	0	0	0	0	<50	<50	<50	<50	0	0	0	N	N
kontrolní vzorek	**KTJ/g suš.**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Escherichia coli																
naměřená hodnota	KTJ/g suš.	<50	<50	N		0	0	<50	<50	<50	<50	0	0	0	N	N
kontrolní vzorek	**KTJ/g suš.**	**0**	**0**			**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
salmonela																
naměřená hodnota	/50 g	N		pozitivní	pozitivní	pozitivní	pozitivní	pozitivní	pozitivní	pozitivní	negativní	N		pozitivní	pozitivní	pozitivní
kontrolní vzorek	**/50 g**			**pozitivní***	**pozitivní****	**pozitivní***	**pozitivní****	**pozitivní***	**pozitivní****	**pozitivní***	**pozitivní****			**pozitivní**	**pozitivní**	**pozitivní**

Vysvětlivky: N - stanovení laboratoř neprováděla
* - v kontrolním vzorku inukolován organismus Salmonella typh. (3,8. 10E3 KTJ na 1 g)
** - v kontrolním vzorku inukolován organismus Salmonella senf. (4,2. 10E4 KTJ na 1 g)

Výsledky kontroly pomocí slepých vzorků prokázaly, že při stanovení enterokoků a *Escherichia coli* jsou ve všech zúčastněných laboratořích zajištěny vyhovující podmínky, aby nedocházelo k sekundárnímu znečištění vzorků a negativnímu ovlivnění výsledků. Všechny laboratoře vyhověly kontrolnímu slepému vzorku.

Při stanovení bakterií salmonela byly naočkovány v kontrolním vzorku: *Salmonella typhimurium* (v množství 3 800 KTJ na 1 g), a nebo *Salmonella senftenberg* (v množství 42 000 KTJ na 1 g). S výjimkou laboratoře 6, která v kontrolním vzorku neidentifikovala bakterii *Salmonella senftenberg*, laboratoře 2, 3 a 4 svými stanoveními oba kmeny salmonely prokázaly. Laboratoř 7 poskytla výsledek pouze v jednom vzorku, nikoliv ve dvojici přijatých vzorků, na základě předaného protokolu o zkoušce nelze poznat, kterému z dvojice poskytnutých kontrolních vzorků výsledek odpovídá.

Stanovení mikrobiologických ukazatelů ve vzorcích kalu

Výsledky mikrobiologických stanovení jsou posuzovány z hlediska shody zařazení odpadu podle požadavků legislativních předpisů a z pohledu shody vlastních mikrobiologických stanovení.

Dalším cílem zkoušení bylo posoudit, zda typ a počet vzorků stanovený legislativními předpisy je pro konkrétní technologii čištění komunálních odpadních vod dostatečný pro hodnocení vlastností kalu z hlediska mikrobiologických stanovení.

Zařazení odpadu podle požadavků vyhlášky č. 437/2016 Sb.

V tabulce 3 jsou uvedeny výsledky mikrobiologických parametrů zjištěných jednotlivými laboratořemi v laboratorních vzorcích kalů porovnané s mikrobiologickými kritérii pro použití kalů na zemědělské půdě dle přílohy č. 4 k vyhlášce č. 437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě.

Tabulka 3: Přehled výsledků stanovení mikrobiologických ukazatelů ve vzorcích kalu porovnaných s požadavky tabulky č.4 přílohy č.4 k vyhlášce č. 437/2016 Sb.

parametr	označení vzorku	VZOREK č.1								Vyhláška 437/2016 tab.4. příloha č.4		
	označení laboratoře	1	2	3	4	5	6	7	8	minimálně 4 vzorky	maximálně 1 vzorek	nevyhovující
E.coli	KTJ/g suš.	7,70E+03	N	9,10E+04	1,10E+04	6,80E+04	N	7,10E+04	4,60E+04	$<10^3$	$<5.10^3$	$>5.10^3$
Enterokoky	KTJ/g suš.	9,70E+03	3,60E+03	9,50E+04	1,30E+04	6,50E+04	1,00E+04	1,20E+05	4,60E+04	$<10^3$	$<5.10^3$	$>5.10^3$
salmonela	/50 g	N	negativní	pozitivní	pozitivní	negativní	N	negativní	pozitivní	negativní	negativní	pozitivní

parametr	označení vzorku	VZOREK č.2								Vyhláška 437/2016 tab.4. příloha č.4		
	označení laboratoře	1	2	3	4	5	6	7	8	minimálně 4 vzorky	maximálně 1 vzorek	nevyhovující
E.coli	KTJ/g suš.	2,50E+04	N	4,50E+04	1,30E+04	1,60E+05	N	2,50E+04	1,20E+05	$<10^3$	$<5.10^3$	$>5.10^3$
Enterokoky	KTJ/g suš.	3,70E+04	5,00E+03	1,00E+05	1,20E+04	5,50E+05	1,64E+04	1,10E+05	6,50E+04	$<10^3$	$<5.10^3$	$>5.10^3$
salmonela	/50 g	N	negativní	negativní	pozitivní	negativní	N	negativní	pozitivní	negativní	negativní	pozitivní

parametr	označení vzorku	VZOREK č.3								Vyhláška 437/2016 tab.4. příloha č.4		
	označení laboratoře	1	2	3	4	5	6	7	8	minimálně 4 vzorky	maximálně 1 vzorek	nevyhovující
E.coli	KTJ/g suš.	3,00E+04	N	5,10E+04	1,40E+04	7,50E+04	N	9,90E+03	2,90E+04	$<10^3$	$<5.10^3$	$>5.10^3$
Enterokoky	KTJ/g suš.	2,10E+04	1,80E+03	1,20E+05	7,10E+03	8,50E+04	3,59E+03	9,10E+03	4,50E+04	$<10^3$	$<5.10^3$	$>5.10^3$
salmonela	/50 g	N	negativní	negativní	pozitivní	negativní	N	negativní	pozitivní	negativní	negativní	pozitivní

parametr	označení vzorku	VZOREK č.4								Vyhláška 437/2016 tab.4. příloha č.4		
	označení laboratoře	1	2	3	4	5	6	7	8	minimálně 4 vzorky	maximálně 1 vzorek	nevyhovující
E.coli	KTJ/g suš.	1,90E+04	N	<50	1,60E+04	7,00E+04	N	3,20E+04	2,70E+04	$<10^3$	$<5.10^3$	$>5.10^3$
Enterokoky	KTJ/g suš.	3,90E+04	4,10E+03	1,40E+05	3,30E+04	7,00E+04	9,36E+03	1,00E+05	5,30E+04	$<10^3$	$<5.10^3$	$>5.10^3$
salmonela	/50 g	N	negativní	negativní	pozitivní	negativní	N	negativní	pozitivní	negativní	negativní	pozitivní

parametr	označení vzorku	VZOREK č.5								Vyhláška 437/2016 tab.4. příloha č.4		
	označení laboratoře	1	2	3	4	5	6	7	8	minimálně 4 vzorky	maximálně 1 vzorek	nevyhovující
E.coli	KTJ/g suš.	4,60E+03	N	2,30E+04	1,10E+04	5,50E+04	N	1,10E+04	4,50E+04	$<10^3$	$<5.10^3$	$>5.10^3$
Enterokoky	KTJ/g suš.	1,30E+04	5,10E+03	4,10E+04	1,10E+04	3,50E+04	4,95E+03	1,70E+04	5,10E+04	$<10^3$	$<5.10^3$	$>5.10^3$
salmonela	/50 g	N	negativní	negativní	pozitivní	negativní	N	negativní	pozitivní	negativní	negativní	pozitivní

Vysvětlivky: N - stanovení laboratoř neprováděla

Ze srovnání výsledků s požadavky stanovenými v příloze č.4 k vyhlášce č.437/2016 Sb. vyplývá:

- na základě výsledků všech laboratoří čistírenský kal nevyhovuje požadavkům uvedeným v příloze 4, vyhlášky č. 437/2016 Sb. a po roce 2020 by nemohl být využit na zemědělské půdě,

- <u>stanovení *Escherichia coli*</u>: výsledky stanovení pro *E.coli se* pohybovaly v rozmezí $>5.10^3$ – $1,6.10^5$ KTJ na g kalu. Limitní hodnoty pro 5 odebraných vzorků jsou 10^3 KTJ na g kalu u 4 odebraných vzorků a 5.10^3 KTJ na g kalu u jednoho odebraného vzorku. Těchto hodnot nebylo nikdy dosaženo. U vzorku č.4 byl laboratoří č.3 zjištěn negativní nález (<50 KTJ na g kalu). Vzhledem k ostatním výsledkům jak samé laboratoře, tak ostatních laboratoří lze předpokládat, že zřejmě došlo k pochybení buď v samotné laboratoři, nebo během transportu. Nicméně kal dle této laboratoře také nevyhověl požadavkům přílohy 4, vyhl. č. 437/2016 Sb..

- <u>stanovení enterokoků</u>: výsledky stanovení enteroků vykázaly velmi podobné hodnoty jako stanovení *E. coli.* Přestože laboratoř č. 2 uvedla výsledky v průměru o jeden řád nižší než

ostatní laboratoře, nelze podle těchto hodnot kal použít na zemědělskou půdu v souladu s tabulkou 4 v příloze 4 vyhlášky

- stanovení salmonely: nálezy salmonely nejsou u zúčastněných laboratoří identické. Laboratoře 4 a 8 nalezly ve všech vzorcích pozitivní nález pro salmonelu, laboratoř 3 pozitivní nález salmonely identifikovala pouze ve vzorku č. 1. Zbývající laboratoře pozitivní nález pro salmonelu ve vzorcích kalu neprokázaly. Za pravděpodobnou příčinu lze považovat vysokou kontaminaci termotolerantními koliformními bakteriemi a enterokoky testovaného kalu. Ze zkušenosti a mikrobiologických studií vyplývá, že při vysokém mikrobiologickém znečištění, kdy počty kolonií jsou rovny nebo jsou > 10^4 KTJ na gram kalu, nelze spolehlivě prokázat nálezy pro salmonelu. **Testovaný materiál byl silně mikrobiologicky znečištěný, proto výsledky testování salmonely nelze vyhodnotit.** Nelze žádný výsledek označit jako nesprávný.

Posouzení shody mikrobiologických stanovení mezi zúčastněnými laboratořemi

Výsledky stanovení mikrobiologických ukazatelů uvedené v tabulce 3 pro mikroorganismy enterokoky a *Escherichia coli* byly dekadicky logaritmovány a byly hodnoceny podle jejich odlehlosti od průměrné hodnoty logaritmovaných výsledků při zohlednění celkové směrodatné odchylky souboru výsledků dle parametru Z-skóre (dekadický logaritmus byl použit v souladu s charakterem dat a způsobem hodnocení mikrobiologických ukazatelů v legislativních předpisech).

Z-skóre$_i$ = (dek.logaritmus naměřené koncentrace$_i$ – průměrná hodnota dek.logaritmů jednotlivých stanovení)/celková směrodatná odchylka souboru logaritmovaných dat

kde i – je označení laboratoře

Pro přehlednost jsou v tabulce 3 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:

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

Z výsledků tabulky 4 vyplývá, že hodnoty z-skóre u žádného stanovení ve vzorcích VZOREK č.1 a VZOREK č. 2 (u vzorků, u nichž lze podle způsobu přípravy vzorku víceméně očekávat shodné vlastnosti) nepřekročily hodnotu $\lvert z\rvert \leq 2$ u žádné zúčastněné laboratoře, tzn. výsledek porovnání mikrobiologických stanovení v upraveném kalu lze považovat **za uspokojivý.**

Hodnoty z-skóre dosažené pro stanovení v prostých vzorcích VZOREK č.3, VZOREK č.4 a VZOREK č.5 (tzn. ve vzorcích, jejichž vlastnosti mohou být významně ovlivněny prostorovou nehomogenitou vzorkovaného materiálu) rovněž nepřekročily hodnotu $\lvert z\rvert \leq 2$ u žádné zúčastněné laboratoře. Z uvedeného vyplývá, že homogenita vzorkovaného materiálu a shoda zúčastněných laboratoří pro stanovení mikroorganismů enterokoky a *Escherichia coli* je v souladu s Metodickým listem 5 (Eurachem, 2009) **uspokojivá**.

Tabulka 4: Přehled výsledků stanovení mikrobiologických ukazatelů ve směsném vzorku kalu a hodnot Z-skóre

parametr	typ vzorku	VZOREK č.1							
	označení laboratoře	1	2	3	4	5	6	7	8
E.coli	KTJ/g suš.	7,70E+03	N	9,10E+04	1,10E+04	6,80E+04	N	7,10E+04	4,60E+04
	z-skóre	-1,425		0,917	-1,086	0,641		0,682	0,270
enterokoky	KTJ/g suš.	9,70E+03	3,60E+03	9,50E+04	1,30E+04	6,50E+04	1,00E+04	1,20E+05	4,60E+04
	z-skóre	-0,742	-1,517	1,043	-0,513	0,746	-0,718	1,225	0,475

parametr	typ vzorku	VZOREK č.2							
	označení laboratoře	1	2	3	4	5	6	7	8
E.coli	KTJ/g suš.	2,50E+04	N	4,50E+04	1,30E+04	1,60E+05	N	2,50E+04	1,20E+05
	z-skóre	-0,571		0,029	-1,239	1,323		-0,571	1,030
enterokoky	KTJ/g suš.	3,70E+04	5,00E+03	1,00E+05	1,20E+04	5,50E+05	1,64E+04	1,10E+05	6,50E+04
	z-skóre	-0,118	-1,464	0,551	-0,875	1,698	-0,667	0,615	0,261

parametr	typ vzorku	VZOREK č.3							
	označení laboratoře	1	2	3	4	5	6	7	8
E.coli	KTJ/g suš.	3,00E+04	N	5,10E+04	1,40E+04	7,50E+04	N	9,90E+03	2,90E+04
	z-skóre	0,100		0,797	-0,901	1,304		-1,356	0,056
enterokoky	KTJ/g suš.	2,10E+04	1,80E+03	1,20E+05	7,10E+03	8,50E+04	3,59E+03	9,10E+03	4,50E+04
	z-skóre	0,185	-1,441	1,339	-0,532	1,111	-0,984	-0,368	0,690

parametr	typ vzorku	VZOREK č.4							
	označení laboratoře	1	2	3	4	5	6	7	8
E.coli	KTJ/g suš.	1,90E+04	N	5,00E+01	1,60E+04	7,00E+04	N	3,20E+04	2,70E+04
	z-skóre	-0,698			-0,997	1,571		0,209	-0,086
enterokoky	KTJ/g suš.	3,90E+04	4,10E+03	1,40E+05	3,30E+04	7,00E+04	9,36E+03	1,00E+05	5,30E+04
	z-skóre	0,077	-1,805	1,145	-0,063	0,566	-1,115	0,864	0,333

parametr	typ vzorku	VZOREK č.5							
	označení laboratoře	1	2	3	4	5	6	7	8
E.coli	KTJ/g suš.	4,60E+03	N	2,30E+04	1,10E+04	5,50E+04	N	1,10E+04	4,50E+04
	z-skóre	-1,427		0,271	-0,507	1,191		-0,507	0,979
enterokoky	KTJ/g suš.	1,30E+04	5,10E+03	4,10E+04	1,10E+04	3,50E+04	4,95E+03	1,70E+04	5,10E+04
	z-skóre	-0,236	-1,272	1,036	-0,421	0,860	-1,304	0,061	1,277

Vysvětlivky: N - stanovení laboratoř neprováděla

z-skóre v intervalu (-1, 1)

z-skóre v intervalu (-2, -1> a <1, 2)

Závěr

Doškolovací seminář manažerů vzorkování odpadů se konal dne 2. 11. 2017 ČOV Velké Meziříčí – zařízení organizace Vodárenská akciová společnost a.s. a byl zaměřen na ověřování postupů odběru vzorků a laboratorních stanovení mikrobiologických ukazatelů v kalech z čištění komunálních odpadních vod.

V rámci doškolovacího semináře se uskutečnilo testování 8 zúčastněných laboratoří, které prováděly stanovení vybraných mikrobiologických ukazatelů ve vzorcích kalu a ve dvojici uměle připravených vzorků. Výsledky porovnání jsou uvedeny v předchozí části vyhodnocení.

Závěrem chceme poděkovat pracovníkům společnosti Vodárenské akciové společnosti, a.s. za umožnění realizace doškolovacího semináře na jejich pracovišti, za pomoc při organizaci a zejména za vytvoření výborných pracovních podmínek v průběhu celého semináře a také všem participujícím laboratořím za účast a za jejich přínos při trvalém zvyšování kvality analytických výsledků.

Zpracoval dne 16. 3. 2018

Petr Kohout
Ladislava Matějů