

Testování vzorků odpadů odebraných v rámci Doškolovacího semináře Manažerů vzorkování odpadů 6. 6. 2017 v areálu CKNO BWM 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 výsledků zkoušek vzorků odpadů. Jednotlivá školení jsou věnována vybraným druhům odpadů a v jejich průběhu jsou ověřovány rozličné postupy vzorkování a testovány postupy laboratoří s cílem postupného sjednocování metodiky vzorkování a laboratorních prací tak, aby se zvyšovala spolehlivost výsledků pro všechny dotčené strany.

Ve spolupráci se společností BWM a.s. byl dne 6. 6. 2017 uspořádán doškolovací seminář zaměřený na hodnocení odpadů a upravených odpadů na základě parametru *respirační aktivita AT4*. Součástí semináře bylo také praktické procvičování účastníků ve vzorkování odpadů pro stanovení tohoto parametru.

Cílem praktické části semináře bylo rovněž ověřit srovnatelnost výsledků zkoušek odpadů ve stanovení ukazatele *respirační aktivita AT4* mezi zúčastněnými akreditovanými laboratořemi.

Účast na praktickém testování laboratoří přijaly 2 laboratoře, které poskytují akreditované zkoušky uvedeného ukazatele. V současné době se jedná o jediné laboratoře v České republice, které tuto zkoušku poskytují akreditovaně. Velice těmto laboratořím a společnosti BWM a.s. děkujeme za jejich spolupráci a zejména za jejich velmi vstřícný přístup a laboratořím za účast, která svědčí o snaze těchto laboratoří po trvalém zlepšování jejich služeb.

Úvod do problematiky

V teoretické části semináře byli účastníci seznámeni se změnami v právních předpisech platných v odpadovém hospodářství. S účinností od 1. ledna 2017 vešla v platnost vyhláška č. 387/2016 Sb., kterou se mění vyhláška č. 294/2005 Sb. Změna vyhlášky stanoví podmínky, za kterých mohou být ukládány na skládky výstupy z úpravy směsných komunálních odpadů obsahující biologicky rozložitelnou složku, přičemž při splnění těchto podmínek mohou být ukládány na skládku S - ostatní odpad (S 003) a je možné je ukládat bez zkoušek. Odpady obsahující biologicky rozložitelnou složku s výjimkou směsných KO a odpady, které přestaly být biologicky rozložitelné po úpravě, ukládané na skládku, musí splnit parametr biologické stability AT4 uvedený v tabulce 4.3 přílohy č.4 k vyhlášce č. 387/2016 Sb. Tento parametr je kritickým ukazatelem, který se v případě opakovaných dodávek sleduje s četností podle tabulky č. 4.4 (uvedené ve vyhlášce č. 387/2016 Sb.).

Tabulka č. 4.3.

Parametr	Limitní hodnota	Jednotka
spotřeba kyslíku po 4 dnech (AT4 ^{*)})	10	mg O ₂ /g sušiny

^{*)} AT4 – test respirační aktivity, testovací metoda pro hodnocení stability bioodpadu na základě měření spotřeby O₂ za 4 dny podle přílohy č. 12“.

Zároveň se parametr AT4 nastavuje obecně na všechny odpady obsahující biologicky rozložitelnou složku.

Biologická stabilita odpadů je stanovena měřením respirační aktivity za 4 dny. Při stanovení se měří množství kyslíku vztažené na 1 gram sušiny, spotřebované v průběhu 4 dní aerobními bakteriemi ve vzorku biologicky rozložitelného odpadu.

Pro stanovení respirační aktivity AT4 v podstatě existují dva principy stanovení - **podtlaková metoda** (někdy metoda OxiTop, podle zařízení OxiTop® vyráběného firmou WTW GmbH v Německu), u které se stanovuje spotřeba kyslíku měřením poklesu tlaku vzduchu v reakční nádobě, a **metoda využívající respirometr**, ve kterém se průběžně elektrolyticky generuje spotřebované množství kyslíku.

Účastníci byli seznámeni s principy obou metod, s postupy přípravy vzorků a jeho skladování, s postupy vlastního měření a výpočtem respirační aktivity AT4.

Příprava vzorků před vlastním stanovením představuje důležitý prvek stanovení AT4, který zásadně ovlivňuje spolehlivost stanovení, je proto jednoznačně popsána technickým předpisem (rakouská norma ÖNORM S 2027-4 (1.6.2012) „Posuzování odpadů z mechanicko-biologického zpracování. Část 4: Stabilitní parametr – respirační aktivita (AT4).

Hlavní zásady přípravy vzorku a jeho skladování zahrnují:

- Prosívání dodaného vzorku - na zrnitost menší než 20 mm. Nadsítné je odděleno a zváženo
- Stanovení sušiny upraveného vzorku - 100 g vzorku se suší ve vrstvě silné maximálně 3 cm při teplotě 105 ± 3 °C do konstantní hmotnosti.
- Stanovení pH - pH výluhu (sušina vzorku/voda = 1:10; doba eluce nejméně 2 h). Hodnota pH musí být v rozmezí 6 – 9.
- Příprava vzorku k analýze z původního (referenčního) vzorku - Prosítovaný vzorek eventuálně nadrcený se zmenší ve více stupních postupnou kvartací nebo vhodným zařízením na dělení vzorku na množství potřebné k analýze a zbytek vzorku se archivuje.
- Doprava vzorku a jeho skladování - Nejpozději 48 hodin po odběru vzorku je třeba ukončit jeho přípravu a začít s měřením. Během této doby jsou teploty nad 4°C přípustné maximálně po dobu 24 h. Pokud toto nelze dodržet, je třeba vzorek během 24 hodin po odběru zmrazit na -18 až -22°C. Zamrazení vzorku se musí dokumentovat při vyhodnocování výsledků. Rozmrazení vzorku 24 h před analýzou se provádí maximálně při teplotě místnosti.

Obě metody byly porovnávány v rámci praktické části doškolovacího semináře.

Cíl srovnávacího praktického testování

Praktická část doškolovacího semináře byla zaměřena na následující cíle:

- Praktické procvičení odběru vzorků upravených odpadů zaměřené na dodržení pokynů normy ÖNORM S 2027-4 pro úpravu a přípravu vzorků pro měření respirační aktivity AT4.
- Shoda klasifikace upraveného odpadu založené na výsledcích zkoušek zúčastněných laboratoří podle požadavků tabulky č. 4.3 přílohy 4 k upravené vyhlášce č.294/2005 Sb. ve znění vyhlášky č. 387/2016 Sb., resp. podle tabulky 5.1 přílohy č. 5 k vyhlášce č. 341/2008 Sb.
- Těsnost shody výsledků zkoušek respirační aktivity AT4 stanovených zúčastněnými laboratořemi.

- Shoda výsledků zkoušek respirační aktivity AT4 provedené bezprostředně po odběru vzorků a provedené po měsíci ze zamražených vzorků.

Postup praktického testování

Předmětem testování bylo:

- odběr terénních vzorků kompostu připraveného z odpadů z městské zeleně, odběr terénních vzorků biologicky rozložitelného odpadu (složení a způsob úpravy odpadu nebyl zjišťován), úprava terénních vzorků a příprava laboratorních vzorků a následné laboratorní zkoušky ukazatele respirační aktivity AT4 v těchto vzorcích participujícími laboratoři,
- stanovení parametru respirační aktivity AT4 v odebraných vzorcích bezprostředně po odběru vzorků a provedené po měsíci (vzorky byly po tuto dobu zamrazeny při teplotě -18 až -22°C).

Odběr a úprava vzorků

V průběhu praktické části semináře byly odebrány 4 směsné vzorky kompostu připraveného z úpravy odpadu z městské zeleně a 2 směsné vzorky biologicky rozložitelného odpadu. Tyto odpady byly na testovanou plochu v areálu BMW a.s. dopraveny speciálně pro účely semináře spolupracující společností BMW a.s.



Testovaný objekt kompostu



Testovaný objekt BRO

Příprava laboratorních vzorků kompostu probíhala následujícím postupem:

- odběr dílčích vzorků z míst rovnoměrně rozmístěných po povrchu hromady kompostu (vzorky A1 a A2 byly složeny z 10 dílčích náběrů lopatkou, vzorky A3 a A4 byly složeny z 30 dílčích vzorků),
- příprava laboratorních vzorků – homogenizace a zmenšování terénních vzorku v homogenizační nádobě (stavební vanička),
- příprava dělených vzorků – z každého vzorku A1, A2, A3 a A4 byla připravena dvojice vzorků (A1_a a A1_b, A2_a a A2_b, apod.) a ty byly předány zástupcům participujících laboratoří ke zkouškám.

Příprava laboratorních vzorků biologicky rozložitelného odpadu (BRO) probíhala následujícím postupem:

- odběr dílčích vzorků z míst rovnoměrně rozmístěných po povrchu hromady BRO (terénní vzorek byl složen z 30 dílčích náběrů lopatkou),
- příprava laboratorních vzorků – sítování terénních vzorků na síť o velikosti oka 20 mm, odstranění nadsítné frakce z terénního vzorku, homogenizace a zmenšování podsítné frakce terénního vzorku v homogenizační nádobě (stavební vanička),

- příprava dělených vzorků – ze vzorku byly dělením připraveny vzorky C1 a C2 a každý vzorek byl ještě rozdělen na dvojici vzorků (C1_a a C1_b, C2_a a C2_b) a ty byly předány zástupcům participujících laboratoří ke zkouškám.

Podrobnosti z přípravy vzorků jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Přehled základních charakteristik odběru vzorků (údaje jsou z protokolů o odběru)

název vzorku	matrice	počet dílčích vzorků	hmotnost terénního vzorku	hmotnost inertní frakce	hmotnost terénního vzorku po odstranění inertní frakce	hmotnost laboratorního vzorku 1	hmotnost laboratorního vzorku 2	sušina
			kg	kg	kg	kg	kg	%
A1	kompost	10	cca 10	-	-	neuveďeno	neuveďeno	69,4
A2	kompost	30	9,86	-	-	2,56	2,56	74,5
A3	kompost	10	cca 30	-	-	neuveďeno	neuveďeno	81,7
A4	kompost	30	30,35	-	-	2,26	2,42	78,3
C1	BRO	30	27,87	11,55	16,32	2,24	2,44	68,3
C2						2	2,54	68,1

Vzorkovací skupina připravující vzorky A1 a A3 bohužel neuvedla na protokolech o odběru všechny údaje z odběru. Informace o sušině vzorku byly převzaty z protokolů o zkoušce poskytnuté laboratoří.

Laboratorní analýzy

Každá ze zúčastněných laboratoří obdržela 6 vzorků – vždy po jednom vzorku - A1, A2, A3, A4 a vzorku C1 a C2. V tabulce 2 je uveden přehled zúčastněných laboratoří. V současné době se jedná o jediné laboratoře v České republice, které tuto zkoušku – měření respirační aktivity AT4 poskytují akreditovaně. Obě laboratoře využily účast v praktickém testování pro vnitřní kontrolu kvality, podle svých interních předpisů prováděly stanovení s vyšší četností pro ověřování opakovatelnosti měření. Laboratoř 1 udávala výsledek měření ze dvou naměřených hodnot, laboratoř 2 ze čtyř naměřených hodnot.

Tabulka 2: Přehled zúčastněných laboratoří (seřazených abecedně)

Název laboratoře	Adresa laboratoře
ABITEC s.r.o., Zkušební laboratoř	Radiová 7, 102 31 Praha 10
ALS Czech Republic s.r.o.	Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

Výsledky stanovení respirační aktivity AT4 v sušině vzorků kompostu

Přehled naměřených hodnot a výsledků zkoušek AT4 ve vzorku kompostu je uveden v tabulce 3. V tabulce 4 jsou výsledky stanovení AT4 porovnány s limitními hodnotami dle tabulky 4.3 přílohy č.4 k vyhlášce č.294/2005 Sb. ve znění vyhlášky č. 387/2016 Sb. a s limitními hodnotami dle tabulky 5.1 přílohy č.5 k vyhlášce č. 341/2008 Sb. Laboratoře jsou v tabulkách označeny čísly v náhodném pořadí. Ve všech tabulkách má konkrétní laboratoř stejné označení.

Tabulka 3: Přehled naměřených hodnot a výsledků jednotlivých laboratoří - kompost

Laboratoř 1	A1	A2	A3	A4
matrice	kompost	kompost	kompost	kompost
AT4	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.
1.měření	0,80	0,60	0,60	0,60
2.měření	0,80	0,80	0,60	-
průměr	0,80	0,70	0,60	0,60
RSD (relativní směrodatná odchylka)	0,0%	20,2%	0,0%	-

Laboratoř 2	A1	A2	A3	A4
matrice	kompost	kompost	kompost	kompost
AT4	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.
1.měření	0,47	0,46	0,48	0,49
2.měření	0,46	0,44	0,44	0,43
3.měření	0,47	0,40	0,41	0,43
4.měření	-	0,43	-	-
průměr	0,47	0,43	0,44	0,45
RSD (relativní směrodatná odchylka)	1,2%	5,8%	7,9%	7,7%

Tabulka 4: Porovnání výsledků měření s limitními hodnotami - kompost

Název vzorku	A1	A2	A3	A4
matrice	kompost	kompost	kompost	kompost
stanovení AT4	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.
laboratoř 1	0,80	0,70	0,60	0,60
laboratoř 2	0,47	0,43	0,44	0,45
Vyhláška č.294/2005 Sb., příloha č.4, tabulka 4.3	10	10	10	10
Vyhláška č.341/2008 Sb., příloha č.5, tabulka 5.1 (skupina 3)	10	10	10	10

Z tabulky 4 vyplývá:

- Výsledky stanovení respirační aktivity u všech vzorků stanovených oběma laboratořemi umožňují identické hodnocení kompostu podle tabulky č.4.3 k vyhlášce č.294/2005 Sb. i tabulky č.5.1 k vyhlášce č.341/2008 Sb. – tzn. testovaný kompost splňuje požadavky uvedených legislativních předpisů.
- Posuzování preciznosti stanovení nebylo prováděno, naměřené hodnoty se pohybují pod mezí stanovitelnosti laboratoře 1, která mez stanovitelnosti uvádí <1 mgO₂/g sušiny, laboratoř 2 uvádí <0,1 mgO₂/g sušiny.
- Výsledky stanovení šetřeného materiálu obou zúčastněných laboratořích lze posuzovat prakticky za identické z pohledu analytické zkoušky i zařazení zkoušeného materiálu podle platných legislativních předpisů v odpadovém hospodářství (vyhlášky č. 341/2008 Sb. a vyhlášky č. 294/2005 Sb.).

Výsledky stanovení respirační aktivity AT4 v sušině vzorků podsítné frakce biologicky rozložitelného odpadu (BRO)

Přehled naměřených hodnot a výsledků zkoušek AT4 ve vzorku podsítné frakce BRO je uveden v tabulce 5. V tabulce jsou uvedeny výsledky stanovení parametru AT4 bezprostředně po odběru a stanovení parametru AT4 z identických vzorků po měsíční pauze (vzorky byly zamrazeny na teplotu -18 až -22°C).

Tabulka 5: Přehled naměřených hodnot a výsledků jednotlivých laboratoří - BRO

Laboratoř 1	C1	C2	C1*	C2*
matrice	BRO	BRO	BRO	BRO
AT4	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.
1.měření	32,20	30,20	31,1	28,00
2.měření	24,20	27,40	26,9	24,90
průměr	28,20	28,80	29,00	26,45
RSD (relativní směrodatná odchylka) - stanovená z rozpětí výsledků	25,1%	8,6%	12,8%	10,4%

Laboratoř 2	C1	C2	C1*	C2*
matrice	BRO	BRO	BRO	BRO
AT4	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.
1.měření	36,36	43,03	41,66	40,52
2.měření	31,79	50,79	40,41	42,47
3.měření	33,84	43,20	34,24	45,04
4.měření	37,74	44,50	43,22	38,2
průměr	34,93	45,38	39,88	41,56
RSD (relativní směrodatná odchylka) - stanovená z rozpětí výsledků	8,3%	8,3%	10,9%	8,0%

Vysvětlivky: Stanovení AT4 u vzorků C1 a C2 bylo provedeno bezprostředně po odběru (příprava a úprava vzorků do 24 hodin)
 Stanovení AT4 u vzorků C1* a C2* bylo provedeno po cca měsíci a vzorky byly v době 24 hodin po odběru zamrazeny na teplotu -18 až -22°C, následně byly 24 hodin před zkouškou rozmrazeny při pokojové teplotě

V tabulce 6 jsou uváděny průměrné výsledky stanovení AT4 a porovnány s mírou nejistoty udávanou laboratořemi.

Tabulka 6: Charakteristiky výsledků stanovení AT4 v jednotlivých laboratořích - BRO

Název vzorku		C1	C2	C1*	C2*
matrice	BRO	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.
laboratoř 1	průměrná hodnota AT4	28,20	28,80	29,00	26,45
	RSD - stanovená z rozpětí	25,10%	8,60%	12,80%	10,40%
	míra nejistoty uváděná laboratoří	25%	25%	25%	25%
laboratoř 2	průměrná hodnota AT4	34,93	45,38	39,88	41,56
	RSD - stanovená z rozpětí	8,30%	8,30%	10,90%	8,00%
	míra nejistoty uváděná laboratoří	15%	15%	15%	15%

Vysvětlivky: Stanovení AT4 u vzorků C1 a C2 bylo provedeno bezprostředně po odběru (příprava a úprava vzorků do 24 hodin)
 Stanovení AT4 u vzorků C1* a C2* bylo provedeno po cca měsíci a vzorky byly v době 24 hodin po odběru zamrazeny na teplotu -18 až -22°C, následně byly 24 hodin před zkouškou rozmrazeny při pokojové teplotě

Opakovatelnost měření (stanovená z hodnoty relativní směrodatné odchylky) v laboratoři 1 se pohybuje mezi 8,6% až 25,1%, míra nejistoty uváděná laboratoří 1 je 25% (míra nejistota je definována jako dvojnásobek RSD). S výjimkou stanovení ve vzorku C1 se naměřené výsledky laboratoře 1 vešly do uváděné míry nejistoty.

Opakovatelnost měření (stanovená z RSD) v laboratoři 2 se pohybovala mezi 8% až 11%, míra nejistoty je udávána hodnotou 15%. S výjimkou stanovení ve vzorku C1* se naměřené výsledky laboratoře 2 vešly do míry nejistoty uváděné laboratoří pro tuto zkoušku.

S ohledem na skutečnost, že výsledky stanovení C1 a C2 odpovídají identickému terénnímu vzorku (viz. kapitola *Odběr a úprava vzorků*) jsou v tabulce 7 uvedeny pro každou laboratoř průměrné

výsledky stanovení C1 a C2, resp. pro C1* a C2* (vypočtené ze všech měření vzorků C1 a C2, resp. C1* a C2*).

Tabulka 7: Průměrné charakteristiky výsledků stanovení AT4 v jednotlivých laboratořích - BRO

Název vzorku		C	C*
matrice	BRO	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.
laboratoř 1	průměrná hodnota AT4	28,50	27,73
	RSD - stanovená z rozpětí měření C1 a C2, resp. C1* a C2*	13,63%	10,86%
laboratoř 2	průměrná hodnota AT4	40,16	40,72
	RSD - stanovená z rozpětí měření C1 a C2, resp. C1* a C2*	16,62%	9,31%

Vysvětlivky: Výsledná hodnota stanovení AT4 vzorku C představuje průměrnou hodnotu ze všech naměřených hodnot vzorků C1 a C2. Měření byla provedena bezprostředně po odběru (příprava a úprava vzorků do 24 hodin)
Výsledná hodnota stanovení AT4 vzorků C* odpovídá průměru všech naměřených hodnot vzorků C1* a C2* (tzn. na měsíc zamražených vzorků C1 a C2)

Z tabulky 7 vyplývá:

- Při provedených počtech naměřených hodnot (laboratoř 1 – celkem 4 měření na vzorek C, resp. C*, laboratoř 2 – celkem 8 měření vzorku C, resp. C*) byla dosažena velmi dobrá shoda mezi výsledky stanovení AT4 bezprostředně po odběru vzorků a výsledky stanovení AT4 z téhož vzorku zamraženého 1 měsíc při teplotě -18 až -22°C. Těsnost shody vyjádřená relativní směrodatnou odchylkou obou výsledků nepřesahuje první jednotky procent (2,4 % v laboratoři 1, resp. 1,2% v laboratoři 2).
- Míra nejistoty odběru a stanovení (při provedených počtech naměřených hodnot) se v laboratoři 1 pohybovala mezi 23 až 28%, v laboratoři 2 mezi 18 až 33%.
- Provedená měření respirační aktivity odlišnými metodami (metoda pomocí respirometru, resp. podtlaková metoda – viz. kapitola Úvod do problematiky) indikují vzájemnou systematickou chybu pro danou matrici. Průměrný výsledek laboratoře 2 odpovídal **1,4 násobku** výsledku laboratoře 1.

Výpočet hodnot stanovení respirační aktivity AT4 v sušině vzorků biologicky rozložitelného odpadu (BRO) – zahrnující nadsítnou i podsítnou frakci

Norma ÖNORM S 2027-4 „Posuzování odpadů z mechanicko-biologického zpracování. Část 4: Stabilitní parametr – respirační aktivita (AT4) vyžaduje při přípravě vzorku provést prosítování materiálu na přes síto 20 mm, následně provést zmenšení částic na velikost 10 mm a odstranit inertní materiál ze vzorku. Výsledná hodnota zkoušky se proto musí přepočítat na původní vzorek (včetně podílu inertního materiálu).

Výpočet se provádí podle vzorců:

$$Y = \frac{K \times 100}{(100 - K) \times SP} \quad AT_4 = \frac{C \times 100}{(M \times SZVL) \times (1 + Y)}$$

kde

SP [%] - sušina původního upraveného vzorku (odstraněn inert; vzorek nadrcen pod 10 mm);

K [%] - obsah nedrtitelného podílu (inertu) v původním vzorku;

Y [-] - podíl inertu vůči sušině neinertu v původním vzorku;

C [mg] - celková spotřeba kyslíku na analyzované množství zvlhčeného vzorku za 4 dny;

M [g] - navážka zvlhčeného vzorku;

SZVL [%] - sušina zvlhčeného vzorku;
 AT4 [mg/g suš.] - spotřeba kyslíku vyjádřená v mg/g sušiny původního vzorku.

Podíl inertu vůči sušině neinertu (hodnota Y) představuje důležitý parametr, který zásadním způsobem ovlivňuje výslednou hodnotu (a zařazení upraveného odpadu podle legislativních předpisů). Jak vyplývá ze vztahu mezi velikostí částic ve vzorkovaném materiálu a hmotností terénního vzorku (bezpečnostní linie pro úpravu vzorku), nesmí být při odběru vzorku tento vztah opomenut, aby vzorek dodaný do laboratoře splňoval reprezentativnost vzorkovaného materiálu s ohledem na zastoupení inertu ve vzorku. Z tohoto důvodu může být u některých typů materiálu vhodnější provádět úpravu terénního vzorku síťováním již v terénu.

Tento přístup byl použit při praktickém testování. Vzorkovaný materiál použitý při testování vznikl po úpravě síťováním na sítěch o velikosti ok 60 mm a obsahoval velké množství inertní frakce. Úprava terénního vzorku byla proto provedena v terénu prosíváním na sítu o velikosti ok 20 mm. Hmotnosti nadsítné a podsítné frakce jsou uvedeny v tabulce 1 a byly použity pro výpočet podílu inertu vůči sušině neinertu v původním terénním vzorku (parametr Y). V tabulce 8 jsou výsledky analytických stanovení respirační aktivity AT4 přepočteny na původní vzorek zkoušeného biologicky rozložitelného odpadu a porovnány s legislativními předpisy (s limitními hodnotami dle tabulky 4.3 přílohy č.4 k vyhlášce č.294/2005 Sb. ve znění vyhlášky č. 387/2016 Sb. a s limitními hodnotami dle tabulky 5.1 přílohy č.5 k vyhlášce č. 341/2008 Sb.).

Tabulka 8: Výsledné hodnoty respirační aktivity AT4 v původním vzorku - BRO

Název vzorku		C	C*
matrice	BRO	mgO ₂ /g suš.	mgO ₂ /g suš.
laboratoř 1	průměrná hodnota AT4 pro podsítnou frakci	28,50	27,73
	hodnota Y (podíl inertu vůči sušině neinertu v původním vzorku)	0,61	0,61
	výsledná hodnota AT4 pro původní vzorek	17,71	17,22
laboratoř 2	průměrná hodnota AT4 pro podsítnou frakci	40,16	40,72
	hodnota Y (podíl inertu vůči sušině neinertu v původním vzorku)	0,61	0,61
	výsledná hodnota AT4 pro původní vzorek	24,96	25,29
Vyhláška č.294/2005 Sb., příloha č.4, tabulka 4.3		10	10
Vyhláška č.341/2008 Sb., příloha č.5, tabulka 5.1 (skupina 3)		10	10

Z výsledků vyplývá, že zkoušený materiál limitní hodnoty nesplňuje.

Závěr

Praktická část Doškolovacího semináře manažerů vzorkování odpadů dne 6. 6. 2017 byla věnována problematice odběru vzorků odpadů pro stanovení respirační aktivity AT4 a výsledků těchto stanovení. Organizátoři děkují všem účastníkům, společnosti BWM a.s. a zúčastněným laboratořím za spolupráci.

Vypracoval: RNDr. Petr Kohout (6.10.2017)

Příloha – použité výpočty

Výpočet odhadu směrodatné odchylky opakovaných měření byl proveden z **rozpětí výsledků – R**, tj. rozdílu mezi největší x_n a nejmenší x_1 hodnotou výsledku v sérii. Tento výpočet je využíván, pokud je počet měření < 10 .

$$R = x_n - x_1$$

Odhad směrodatné odchylky se vypočítá podle vztahu

$$s = k_n R$$

Hodnoty k_n pro $n = 2$ až 10 jsou v následující tabulce.

Tabulka: Koeficienty pro výpočet odhadu směrodatné odchylky z rozpětí

N	k_n	n	k_n	n	k_n
2	0,8862	5	0,4299	8	0,3512
3	0,5908	6	0,3945	9	0,3367
4	0,4857	7	0,3698	10	0,3249