

nr repertorium 111 / 2021 / opłata wg rozporządzenia Ministra Sprawiedliwości z dnia 8 października 2019 roku (Dz. U. z 2019 r. poz. 1326)

PRZEKŁAD URZĘDOWY Z JĘZYKA NIEMIECKIEGO

---

logo i inskrypcja	TÜV SÜD [Związek Kontroli Technicznej] Landesgesellschaft Österreich, Tiwagstraße 7, 6200 Jenbach #
data wystawienia	10.05.2019 #
numer sprawozdania	2219039-2, nasz znak: JGe.TKö #

---

**SPRAWOZDANIE Z PRZEPROWADZONYCH BADAŃ  
w zakresie redukcji zanieczyszczenia drobnym pyłem  
przez aktywne fotokatalityczne powłoki ACTIVE COATING  
w pomieszczeniach zamkniętych  
(zamiennik sprawozdania nr 2219039-1)  
okres badania: 16-17.04.2019**

zlecenodawca	Nanoenergy GmbH # Aich 44, 85667 Oberpframmern #
miejsce badania	Löwenstraße 4 # 5411 Oberalm #
osoba odpowiedzialna technicznie	Johann Geineder #

----- 2 -----

SPIS TREŚCI

<b>1. Opis badania</b>	<b>3</b>
1.1 Zleceniodawca	3
1.2 Miejsce badania	3
1.3 Data badania	3
1.4 Wytyczenie zadań	3
1.5 Określenie planu badania	3
1.6 Osoby zaangażowane na miejscu	3
1.7 Pozostałe instytucje	3
1.8 Doradca techniczny	4
<b>2. Opis instalacji testowej</b>	<b>4</b>
2.1 Rodzaj i cel badania	4
2.2 Opis pomieszczeń	5



2.3 Opis elementów konfiguracji testu i urządzeń pomiarowych	5
<b>3. Opis przeprowadzonych badań</b>	<b>7</b>
3.1 Przeprowadzenie badania – komora referencyjna	8
3.2 Przeprowadzenie badania – komora aktywna	8
<b>4. Zestawienie wyników pomiarów</b>	<b>9</b>
4.1 Graficzne zestawienie pojedynczych pomiarów	9
4.2 Tabelaryczne i graficzne przedstawienie wyników	11
<b>5. Wnioski</b>	<b>12</b>

## **1. OPIS BADANIA**

### **1.1 Zleceniodawca**

Nanoenergy GmbH, Aich 44, 85667 Oberpframmern

### **1.2 Miejsce badania**

Löwenstraße 4, 5411 Oberalm

### **1.3 Data badania**

16-17.04.2019

### **1.4 Wytyczenie zadań**

Przedmiotowe badanie polegało na określeniu redukcji zanieczyszczenia drobnym pyłem przez zastosowanie aktywnej fotokatalitycznej powłoki w pomieszczeniach zamkniętych. Celem było wykazanie, czy fotokatalitycznie aktywna powłoka na powierzchniach wewnętrznych wpływa na jakość powietrza w odniesieniu do ultra drobnego pyłu lub czy może ją poprawić. Przeprowadzenie badań, w tym zapewnienie wszystkich niezbędnych stanowisk testowych i urządzeń pomiarowych, zostało przeprowadzone wyłącznie przez zleceniodawcę.

Sprawozdanie zostało ponownie opublikowane w celu korzystniejszego przedstawienia wyników badań. W stosunku do raportu nr 2219039-1 wprowadzono jedynie zmiany formalne. Nie mają one żadnego wpływu na wyniki testu.

### **1.5 Określenie planu badania**

Omówienie planu badania zostało przeprowadzone z Panem Robertem Kummererem z firmy Nanoenergy GmbH.

### **1.6 Osoby zaangażowane na miejscu**

Robert Kummerer (dyrektor techniczny firmy Nanoenergy GmbH)



Johann Geineder (osoba odpowiedzialna technicznie – TÜV Süd)

Thomas Königshofer (technik - TÜV Süd)

## 1.7 Pozostałe instytuty

Brak

----- 3 -----

## 1.8. Doradca techniczny

Johann Geineder, tel.: +43 5 0528 – 4080

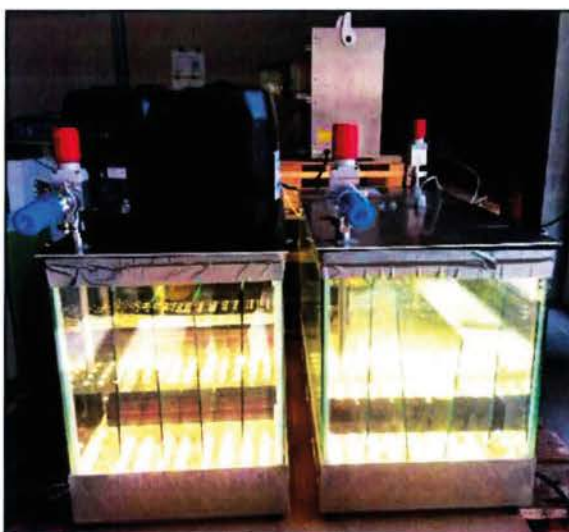
## 2. Opis instalacji testowej

### 2.1 Rodzaj i cel badania

Obecnie nie istnieje żadna norma testowa dotycząca pomiaru zanieczyszczenia drobnym i bardzo drobnym pyłem w pomieszczeniach zamkniętych.

Aby móc w sposób wiarygodny i powtarzalny ocenić skuteczność powłoki "Active-Coating" opracowanej przez firmę Nanoenergy, do eksperymentu wybrano poniższą instalację testową.

W tym celu ustawiono dwie identyczne komory szklane o wymiarach 790 x 355 x 400 mm. Odpowiadają one objętości 0,11 m<sup>3</sup>. Jedna komora wyposażona była w szkło bez powłoki - zwana dalej komorą referencyjną, a druga w szkło z powłoką Active-Coating - zwana dalej komorą aktywną. Powierzchnia szklana każdej komory wynosi 3,04 m<sup>2</sup>. Pokrycie szklanych powierzchni komory aktywnej powłoką Active-Coating przeprowadzono na 3 tygodnie przed eksperymentami.



Na pokrywach komór zamontowano zawory odcinające, aby z jednej strony móc sprawdzić szczelność komór, a z drugiej strony umożliwić zamontowanie filtra po stronie wlotowej



i podłączenie urządzenia pomiarowego po stronie wylotowej. Filtr (producent: Parker, model: BALSTON, typ 1-800-343-4048) zamontowany po stronie wlotowej służył do usuwania ultradrobnych pyłu z powietrza wlotowego. Po stronie wyjściowej podłączono urządzenie pomiarowe (CPC) w celu określenia liczby cząstek w określonym strumieniu objętości. Światło potrzebne do reakcji fotokatalitycznej generowane było za pomocą oświetlenia LED umiejscowionego na dnie szklanych komór. Należy tu wspomnieć, że reakcja fotokatalityczna zaczyna działać od ok. 1000 luksów.

----- 5 -----

## 2.2 Opis pomieszczeń

Instalacja testowa została umiejscowiona i badania zostały przeprowadzone w hali firmy Nanoenergy w 5411 Oberalm, Löwenstraße 4.

## 2.3 Opis elementów instalacji testowej i urządzeń pomiarowych

Opis urządzeń pomiarowych został udostępniony przez zleceniodawcę.

### 2.3.1 Kondensacja cząsteczek Counter-CPC

do określenia stężenia bardzo drobnych pyłów został użyty licznik jąder kondensacji (CPC, patrz rysunek). Cząstki unoszące się w powietrzu, których średnica jest mniejsza niż długość fali dostępnych na rynku laserów (ok. 250nm) są zwykle mierzone za pomocą licznika jąder kondensacji. Zasysane jest powietrze, zawarte w nim cząsteczki są powiększane przez heterogeniczną kondensację, a następnie wykrywane optycznie za pomocą laserowej diody. Za pomocą tego urządzenia można liczyć cząstki aerozolu o średnicy od 5 nm do 2  $\mu\text{m}$ .

Urządzenie pomiarowe zostało skalibrowane przez Instytut Badań Troposfery im. Leibniza w Lipsku (Tropos) w tygodniu poprzedzającym przeprowadzenie eksperymentu.

producent	Grimm Aerosol Technik
model	5.416
numer seryjny	54161007
przepływ powietrza	0,3 l/min



### 2.3.2 Luksomierz

W celu określenia intensywności oświetlenia zastosowano poniżej zilustrowany luksomierz



### 2.3.3 Precyzyjny przyrząd pomiarowy lub rejestrator danych i czujnik wilgotności

Pomiar warunków otoczenia nastąpił za pomocą poniżej określonych narzędzi pomiarowych

- Pomiar
  - temperatura termoelement
  - wilgotność względna czujnik wilgotności
  - ciśnienie powietrza czujnik ciśnienia
  - norma lub dyrektywa EN 16911-1
  - przyrząd pomiarowy Fabr. Ahlborn, typ FHAD36R
  - maszyna wskaźnikowa Fabr. Ahlborn, typ Almemo 2690-8
  - ustawiony zakres pomiaru
  - temperatura 0-1.250 °C
  - wilgotność 0-100 %rH
  - ciśnienie powietrza 700-1.100 mbar
  - Dane pomiarowe
  - temperatura – niepewność pomiarowa ± 2 K
  - wilgotność – niepewność pomiarowa ± 2 %
  - ciśnienie powietrza – niepewność pomiarowa ± 1,2 mbar
  - Kroki podjęte celem zapewnienia jakości

### 2.3.4 Agregat prądotwórczy

Badanymi aerozolami drobnego pyłu były spaliny poniżej określonego 4-suwowego silnika agregatu prądotwórczego

Producent ENDRESS



Model	ECOPOWER LINE
Typ	ESE 200 BS
Paliwo	benzyna



### 3. Opis przeprowadzonych pomiarów

W ciągu dwóch dni przeprowadzono w sumie cztery pomiary testowe, przy czym komora referencyjna i komora aktywna były testowane na przemian. Czas trwania testu ustalono na 90 minut dla każdego z nich.

Przed każdym badaniem sprawdzano szczelność testowanej instalacji, aby zapobiec zafalszowaniu pomiarów przez powietrze wtórne. Następnie przeprowadzono korektę zerową na CPC. Osiągnięto to poprzez podłączenie filtra (producent: Parker) bezpośrednio do urządzenia pomiarowego i zasysanie powietrza z otoczenia. Następnie dana komora została zagazowana spalinami z agregatu prądotwórczego na ok. 6 sekund. Dzięki temu gazowaniu w komorach powinno zostać osiągnięte początkowe stężenie ponad 120 000 cząstek na  $\text{cm}^3$ . CPC określa liczbę cząstek przez obliczenia przy stężeniu powyżej 100 000 cząstek na  $\text{cm}^3$  oraz liczbę cząstek poniżej 100 000 cząstek dokładnie przez liczenie. Ocenę badań rozpoczęto w każdym przypadku po ponownym zmierzeniu w komorach około 100 000 cząstek na  $\text{cm}^3$  (patrz wykresy w pkt 4.1).

Po odgazowaniu filtr został zamontowany na zaworze wlotowym komory, tak aby żadne cząstki nie mogły przedostać się do komory poprzez zasysane powietrze z pomieszczenia.

----- 8 -----

### 2.4 Przeprowadzenie badania – komora referencyjna

#### 1. pomiar

Data	16.04.2019
Okres	13:21 – 14:51
Szczelność	sprawdzona
Zerowanie	sprawdzone
Temperatura otoczenia	22 °C
Wilgotność względna	34 %
Ciśnienie powietrza	965 mbar



Intensywność oświetlenia 5.600 Lux

### 3. pomiar

Data 17.04.2019  
Okres 09:09 – 10:39  
Szczelność sprawdzona  
Zerowanie sprawdzone  
Temperatura otoczenia 16 °C  
Wilgotność względna 46 %  
Ciśnienie powietrza 970 mbar  
Intensywność oświetlenia 5.850 Lux

## 2.5 Przeprowadzenie badania – aktywna komora

### 2. pomiar

Data 16.04.2019  
Okres 17:14 – 18:44  
Szczelność sprawdzona  
Zerowanie sprawdzone  
Temperatura otoczenia 18 °C  
Wilgotność względna 40 %  
Ciśnienie powietrza 964 mbar  
Intensywność oświetlenia 5.900 Lux

### 4. pomiar

Data 17.04.2019  
Okres 11:32 – 13:02  
Szczelność sprawdzona  
Zerowanie sprawdzone  
Temperatura otoczenia 17 °C  
Wilgotność względna 45 %  
Ciśnienie powietrza 969 mbar  
Intensywność oświetlenia 5.200 Lux

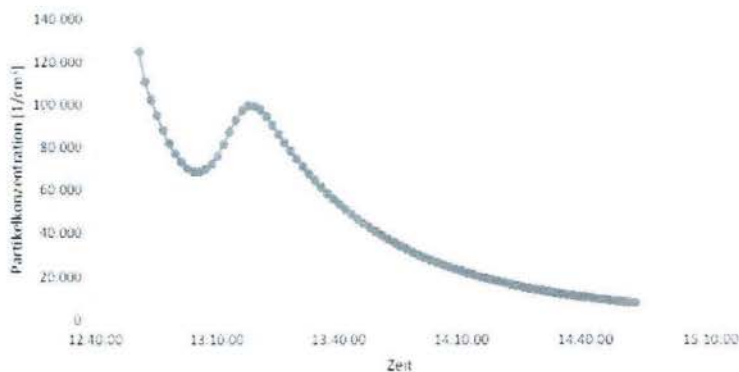
## 4. Zestawienie wyników pomiarów

### 4.1 Graficzne przedstawienie pojedynczych pomiarów

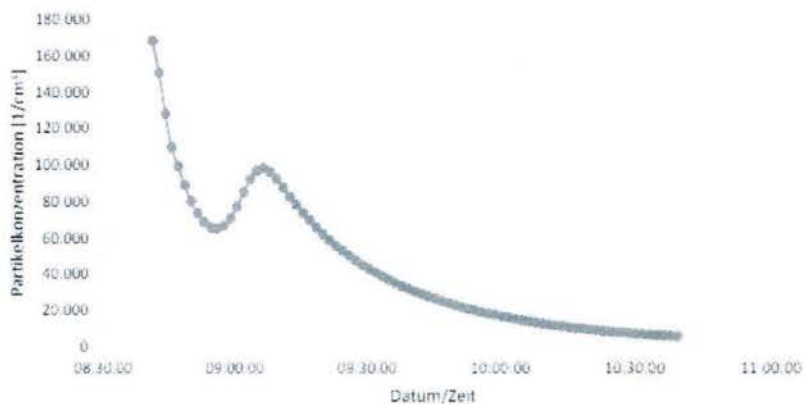


Poniższe wykresy przedstawiają stężenie cząstek w określonym czasie. Wykresy przedstawiają przebieg w całym okresie realizacji. Aby umożliwić porównanie poszczególnych pomiarów, do oceny poszczególnych testów zastosowano czas pomiaru 90 min. określony w punkcie 3.

#### 4.1.1 Komora referencyjna – 1. pomiar (stężenie cząstek [1/cm<sup>3</sup>] – czas)

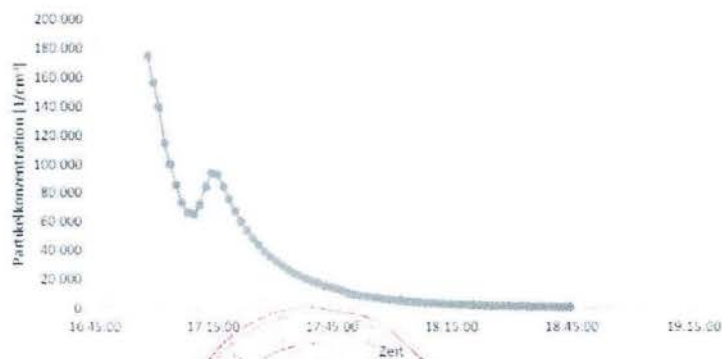


#### 4.1.2 Komora referencyjna – 3. pomiar (stężenie cząstek [1/cm<sup>3</sup>] – data/czas)



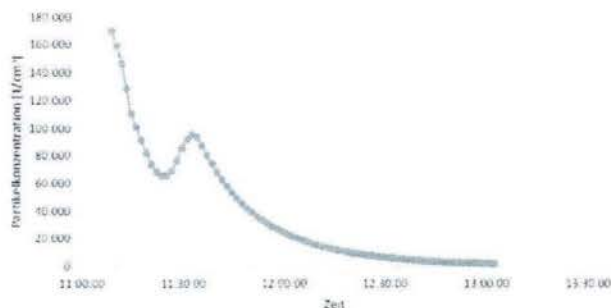
10

#### 4.1.3 Aktywna komora – 2. pomiar (stężenie cząstek [1/cm<sup>3</sup>] – czas)





#### 4.1.4 Aktywna komora – 4. pomiar (stężenie cząstek [ $1/cm^3$ ] – czas)



11

## 4.2. Tabelaryczne i graficzne przedstawienie wyników

### 4.2.1 Stężenie cząstek a wzrost redukcji

W poniższej tabeli i na wykresie przedstawiono stężenie cząstek stałych i zmniejszenie ilości cząstek stałych w komorze referencyjnej i komorze aktywnej w czasie trwania badania. Zmierzone wartości przedstawiają średnie wartości z obu testów. Tabela przedstawia również procentowy wzrost redukcji cząstek w komorze aktywnej w porównaniu z komorą referencyjną.

Instalacja testowa / redukcja		Czas badania [min]			
		0	30	60	90
Komora referencyjna	[ $1/cm^3$ ]	<b>93.485</b>	<b>34.545</b>	<b>14.490</b>	<b>6.569</b>
	[%]	-	<b>37,0</b>	<b>15,5</b>	<b>7,0</b>
Aktywna komora	[ $1/cm^3$ ]	<b>94.735</b>	<b>18.190</b>	<b>4.411</b>	<b>1.404</b>
	[%]	-	<b>19,2</b>	<b>4,7</b>	<b>1,5</b>
Redukcja *)	[%]	-	<b>48</b>	<b>70</b>	<b>79</b>

\*) Wzrost redukcji cząstek w % odpowiedniej wartości początkowej w 0 minucie

/stężenie cząstek [ $1/cm^3$ ] / czas trwania badania [min]

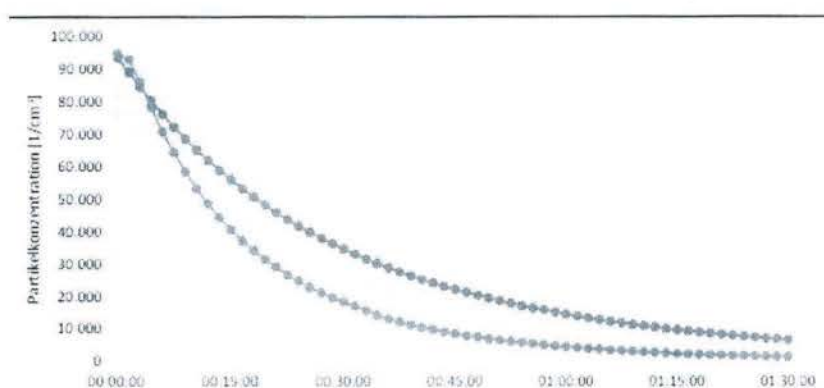
komora referencyjna z lewej strony, komora aktywna z prawej strony/



#### 4.2.2 Przebieg średniego stężenia cząstek

Poniższy wykres przedstawia średnie wartości stężenia cząstek stałych w komorze aktywnej i w komorze referencyjnej w czasie trwania badania wynoszącym 90 min.

/stężenie cząstek [ $1/cm^3$ ] / czas trwania badania [h]  
komora referencyjna – górna krzywa, komora aktywna – dolna krzywa/



#### 5. Wnioski

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań można stwierdzić, że w komorze aktywnej - ze względu na jej powłokę - można stwierdzić wyraźną redukcję cząstek.

Doradca techniczny: Johann Geineder, nieczytelny podpis.

Okrągła pieczęćka z inskrypcją w otoku: TÜV SÜD [Związek Kontroli Technicznej]  
Landesgesellschaft Österreich.

Czytelny podpis technika: Thomas Königshofer.

Miejsce i data wystawienia: Bruck/Mur, dn. 10.05.2019.

Numer repertorium: 111 / 2021.

Niniejszym potwierdzam zgodność przekładu z treścią przedłożonego wydruku.

Miejsce i data wystawienia: Głogówek, 24.02.2021.

Tłumacz Przysięgły Justyna Cuber-Janik.