



Przeprowadzony przez:
Tobias Eriksson
Technologia energetyczna
+46 10 516 57 07, Tobias.Eriksson@sp.se

Test oczyszczaczy powietrza (1 załącznik)

Zakres pracy

W imieniu LightAir AB, SP przeprowadziło testy użytkowe szeregu oczyszczaczy powietrza, w odniesieniu do skuteczności redukcji wybranych cząstek oraz zużycia energii.

Raport opisuje procedury testowe oraz ich wyniki dla skuteczności redukcji wybranych cząstek oraz zużycia energii. Równoległy raport (SP nr P8 04370A-en-rev1) opisuje testy poziomu hałasu.

Testowane przedmioty

Łącznie sprawdzono 7 egzemplarzy oczyszczaczy powietrza:

LightAir IonFlow 50 oraz sześć innych oczyszczaczy, oznaczonych jako EX, BO, SH, DA, BA oraz AP.

Załącznik 1 opisuje zasadniczą funkcję każdego, poszczególnego oczyszczacza. Stosowne oznaczenia oraz opis zostały dostarczone przez LightAir AB.

Oczyszczacze dostarczono do SP przez LightAir AB w dniu 13.08.2008r., nie posiadały one żadnych widocznych usterek w momencie dowozu.

Data oraz miejsce testu

Test przeprowadzono w dniach 13.08. - 22.08.2016 r. przez Wydział Technologii Energetycznej SP w Borås, w jego siedzibie.

SP Szwedzki Instytut Badań Technicznych

SP
Box 857
SE-501 15 Borås
SWEDEN

Główna siedziba
Västeråsen
Brinellgatan 4
SE-504 62 Borås
SWEDEN

Telefon/Fax/E-mail
+46 10 516 50 00
+46 33 13 55 02
info@sp.se

Dokument nie może być udostępniany inaczej aniżeli w całości, za wyjątkiem uprzednio wyrażonej pisemnej zgody SP.

Procedura testowa

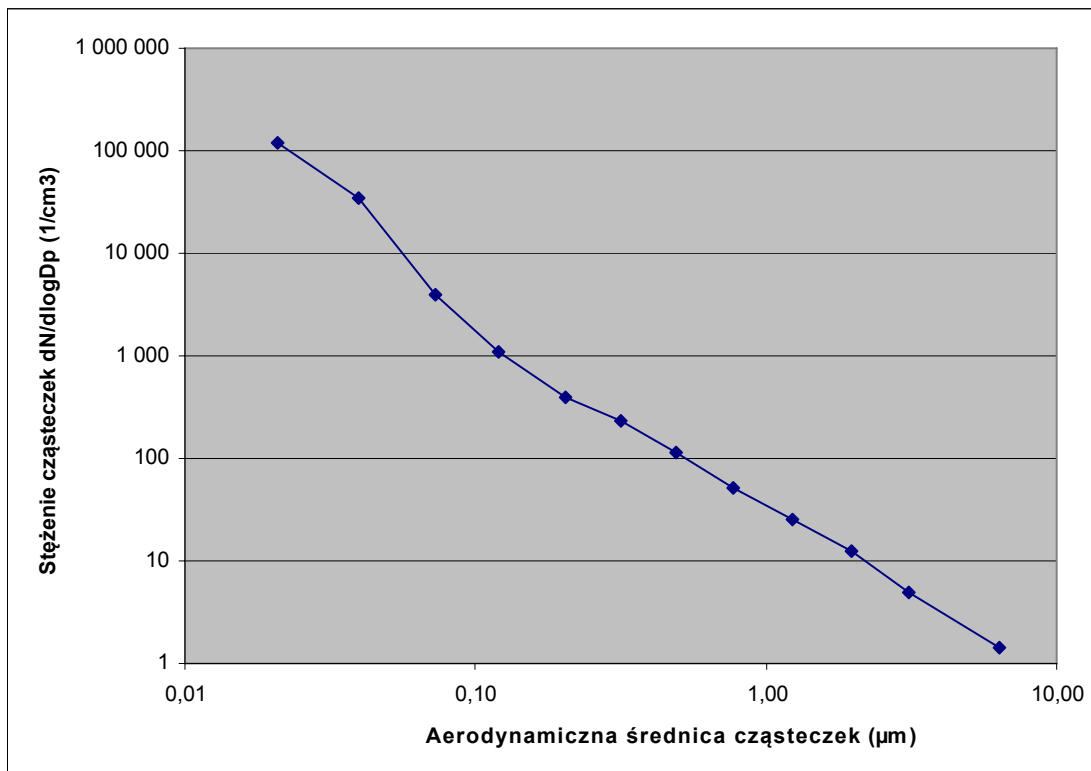
Metoda testu, opisana poniżej, została opracowana we współpracy z LightAir AB.

Każdy z testowanych oczyszczaczy został umieszczony na platformie, 72 cm powyżej podłogi, pośrodku komory testowej o wymiarach 3,5 m x 3,0 m x 2,5 m, zbudowanej z drewnianej okleiny oraz polietylenowych ścianek. Komora posiadała wiatrak o kontrolowanej pracy dla dopływu powietrza, przyłączony do filtra HEPA, nawilzacza oraz wiatrak kierunkowy, skierowany delikatnie ku górze, który był aktywny podczas procedury. Liczba lotnych cząstek została zmierzona poprzez elektryczny impaktor niskociśnieniowy ELPI (Electrical Low Pressure Impactor ELPI), o 13 etapach impaktu, o następujących interwałach dla rozmiarów cząstek:

0,007-0,028 μm ; 0,028-0,056 μm ; 0,056-0,094 μm ; 0,094-0,156 μm ; 0,156-0,264 μm ; 0,264-0,384 μm ; 0,384-0,616 μm ; 0,616-0,953 μm ; 0,953-0,161 μm ; 1,61-2,4 μm ; 2,4-4,01 μm and 4,01-10 μm .

Próbówka przyłączona do ELPI została umieszczona w komorze na wysokości około 150 cm.

Przed każdym z pomiarów, powietrze w komorze zostało oczyszczone do poziomu mniej niż 100 cząstek/cm³. Trzy świecek woskowe zostały umieszczone jako źródło zanieczyszczenia, co pozwoliło uzyskać ok. 80 000 cząstek/cm³. Temperatura oraz wilgotność podlegały pomiarowi.



Rys 1. Rozkład rozmiaru cząstek pochodzących ze świec woskowych

Pomiar naturalnego spadku liczby cząsteczek

Sedymentacja, aglomeracja oraz przyleganie cząsteczek do powierzchni¹ rezultuje naturalnym spadkiem liczby cząsteczek w komorze.

Każdego dnia, pomiary rozpoczynały się od sprawdzenia stopnia naturalnego spadku liczby cząsteczek. Trzy świece woskowe były zapalane oraz umieszczane w komorze do momentu uzyskania określonego stężenia cząsteczek. Następnie świece usuwano, mieszano powietrze przez okres 5 minut, po czym rozpoczynał się właściwy test.

Pomiar redukcji liczby cząsteczek oraz zużycia energii

Komorę otwierano, umieszczano w niej oczyszczacz powietrza, a następnie zamykano. Trzy świece woskowe były zapalane oraz umieszczane w komorze do momentu osiągnięcia pożądanego stężenia cząsteczek. Następnie świece usuwano, mieszano powietrze przez okres 5 minut, po czym rozpoczynało się oczyszczanie powietrza, z odpowiednim doprowadzeniem energii przy jednoczesnym jej odczycie. Rozpoczynało się pomiar stężenia cząsteczek, który trwał do momentu uzyskania czystego powietrza (mniej niż 500 cząsteczek/cm³), lecz nie dłużej jak przez 2 godziny.

Warunki testowe

Warunki podczas testu były następujące: przedział temperatury pomiędzy 21,8 °C - 24,4 °C, wilgotność względna 38,3 % - 48,7 %, oraz zasilanie 230 ± 1 V.

Wyniki

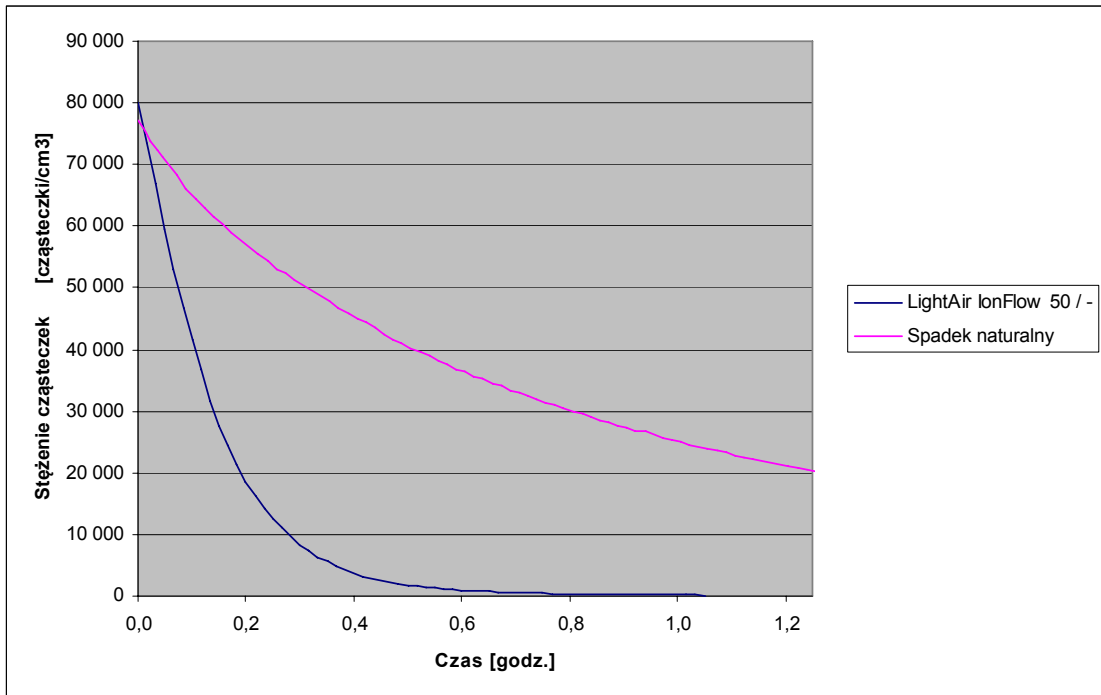
Tabela 1 wykazuje wyniki zużycia energii

Tabela 1 zużycie energii poszczególnych egzemplarzy

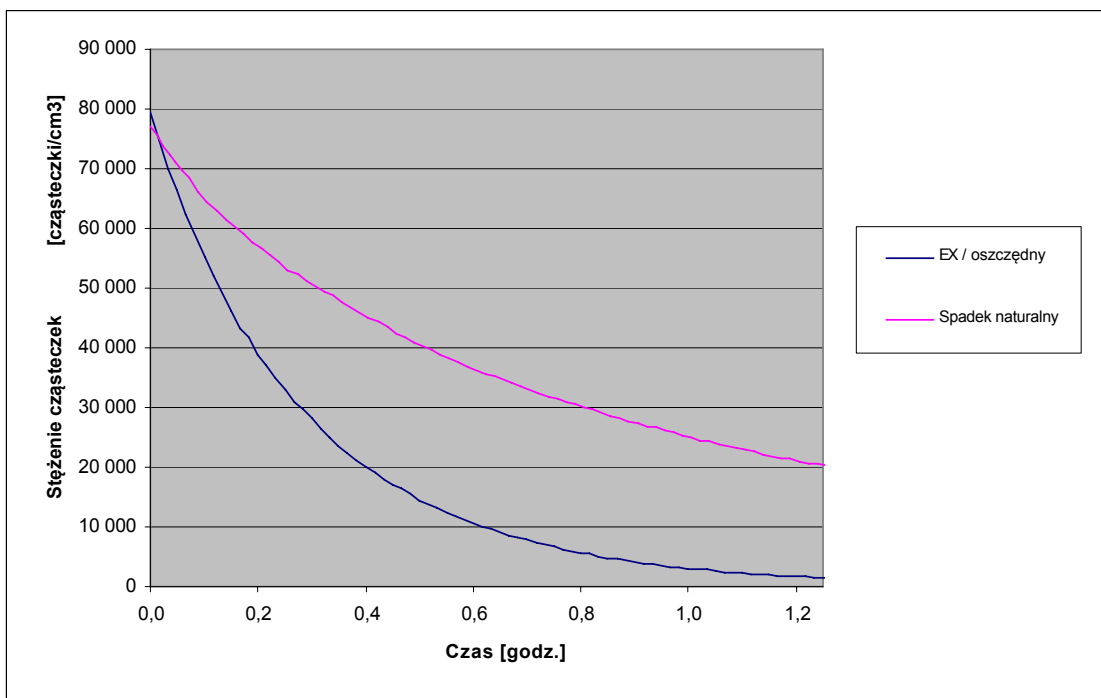
Oczyszczacz / tryb pracy	moc [W]
LightAir Ion Flow 50 / -	7,5
EX / oszczędny	36,5
BO / oszczędny (pasywny)	29,5
SH / cichy	7,5
DA / oszczędny	7,0
DA / średni	9,5
BA / cichy	18,7
BA / oszczędny	22,9
AP / -	45,0

Wyniki dla stopnia redukcji cząsteczek wykazane są na diagramach (rysunki 1-10), ze stężeniem cząsteczek jako funkcji w czasie, oraz jako tabela (tabela 2). Stężenie cząsteczek reprezentatywne jak dla cząsteczek wszystkich rozmiarów. Każdy diagram wskazuje ponadto naturalny stopień spadku stężenia cząsteczek, w ujęciu rachunku różniczkowego z trzech reprezentatywnych pomiarów. Dla lepszego porównania oczyszczaczy wartości początkowe zostały zrównane do jednakowego poziomu.

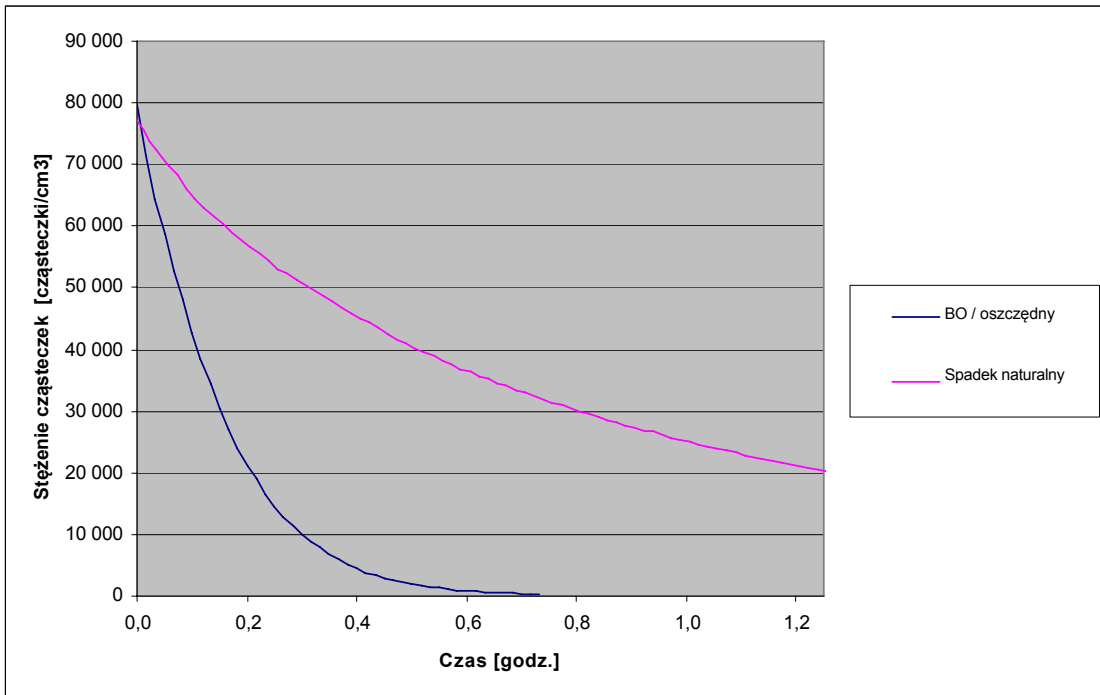
¹ Metoda Nordtest, NT VVS 106



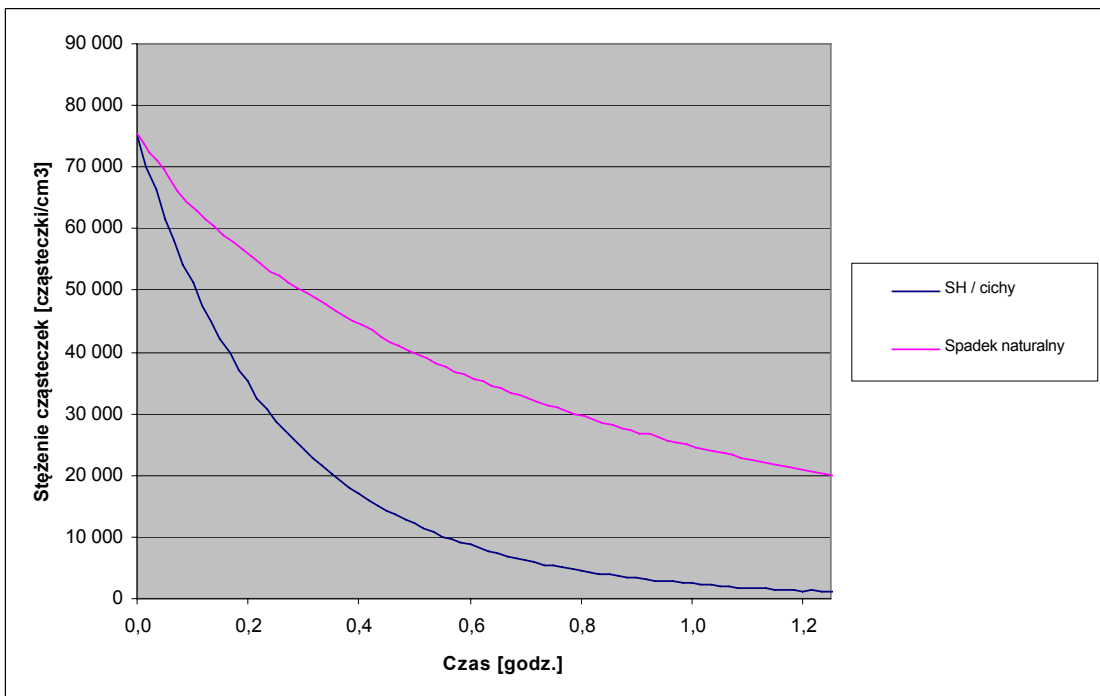
Rys. 2. Redukcja cząsteczek LightAir IonFlow 50



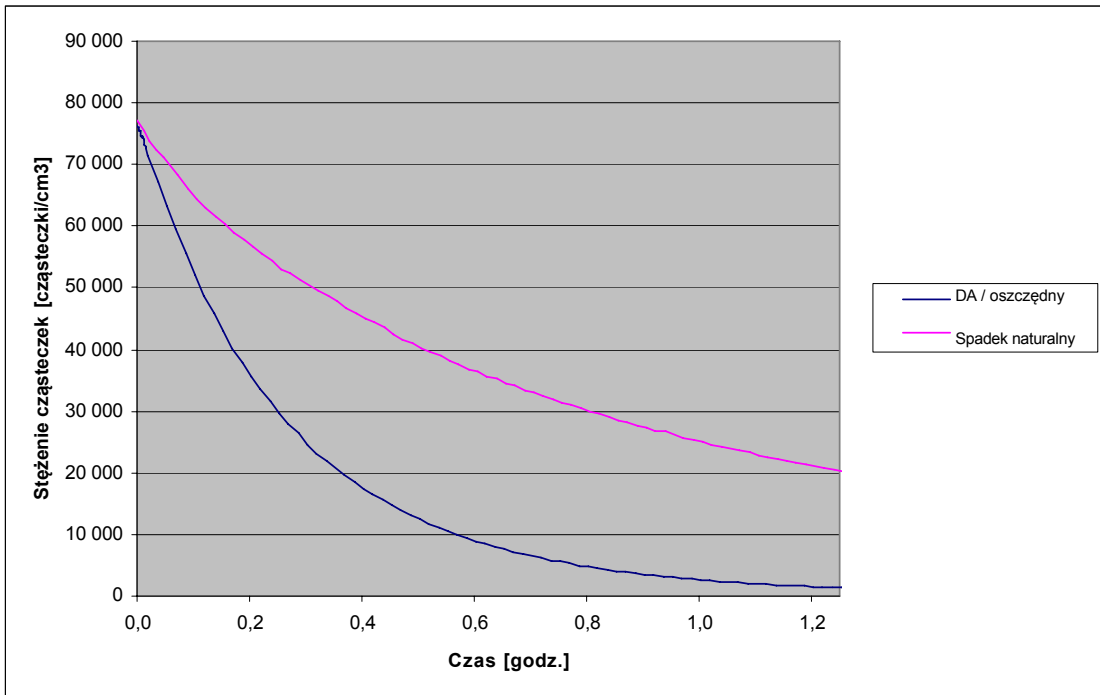
Rys. 3. Redukcja cząsteczek EX / oszczędny



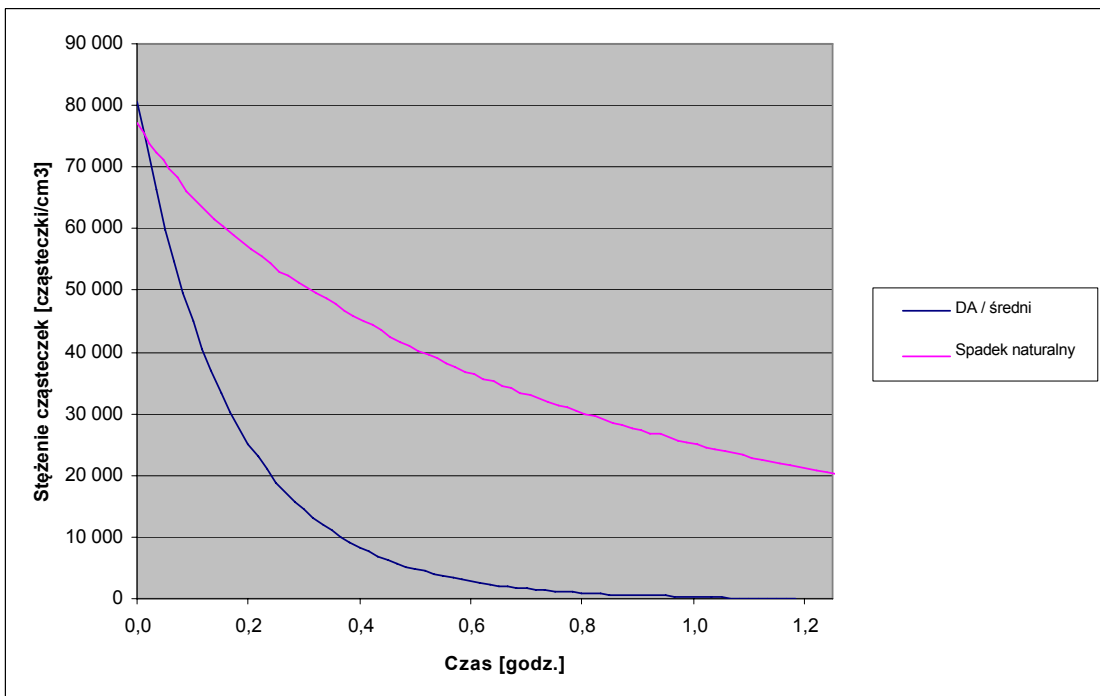
Rys. 4. Redukcja cząsteczek BO / oszczędny (pasywny)



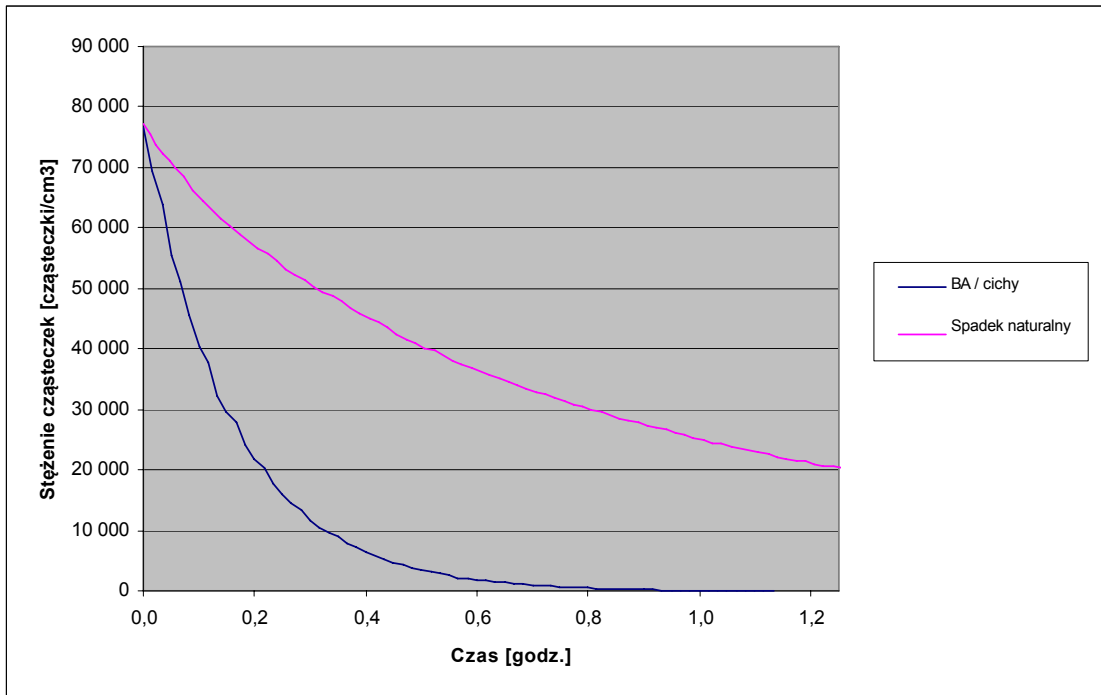
Rys. 5. Redukcja cząsteczek SH / cichy



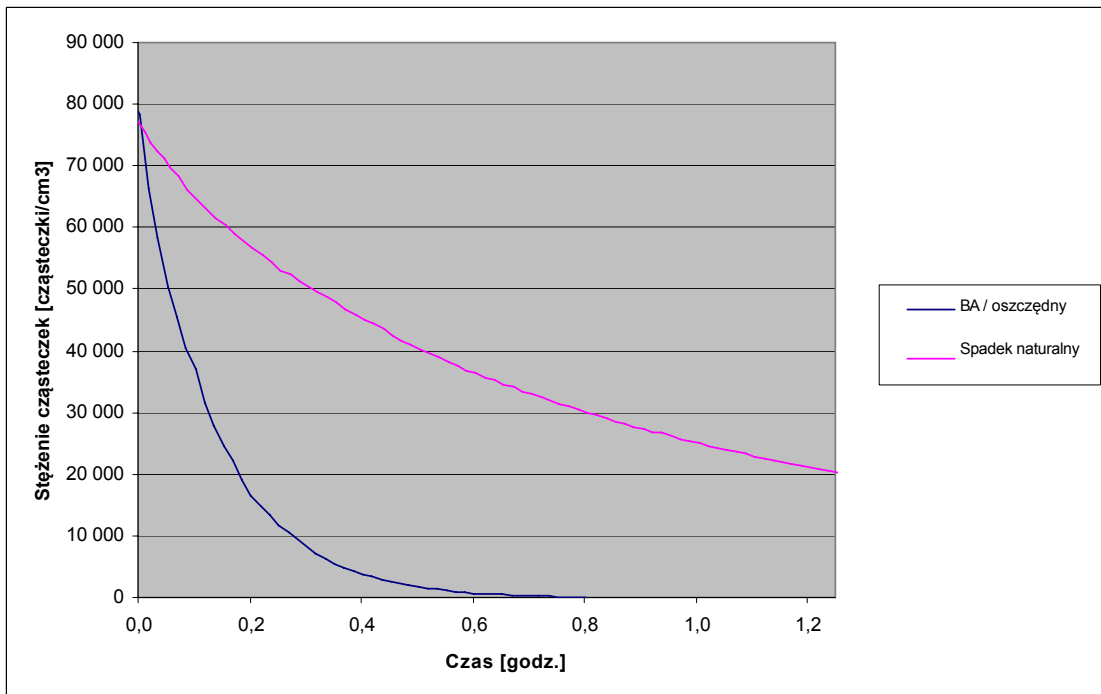
Rys. 6. Redukcja cząsteczek DA / oszczędny



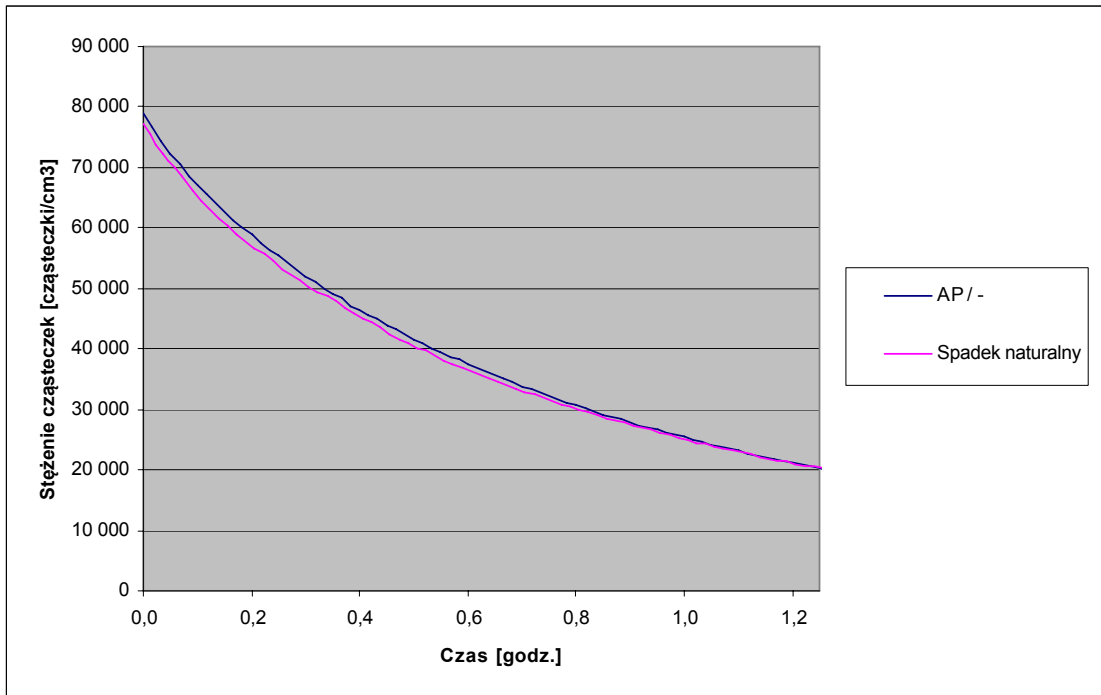
Rys. 7. Redukcja cząsteczek DA / średni



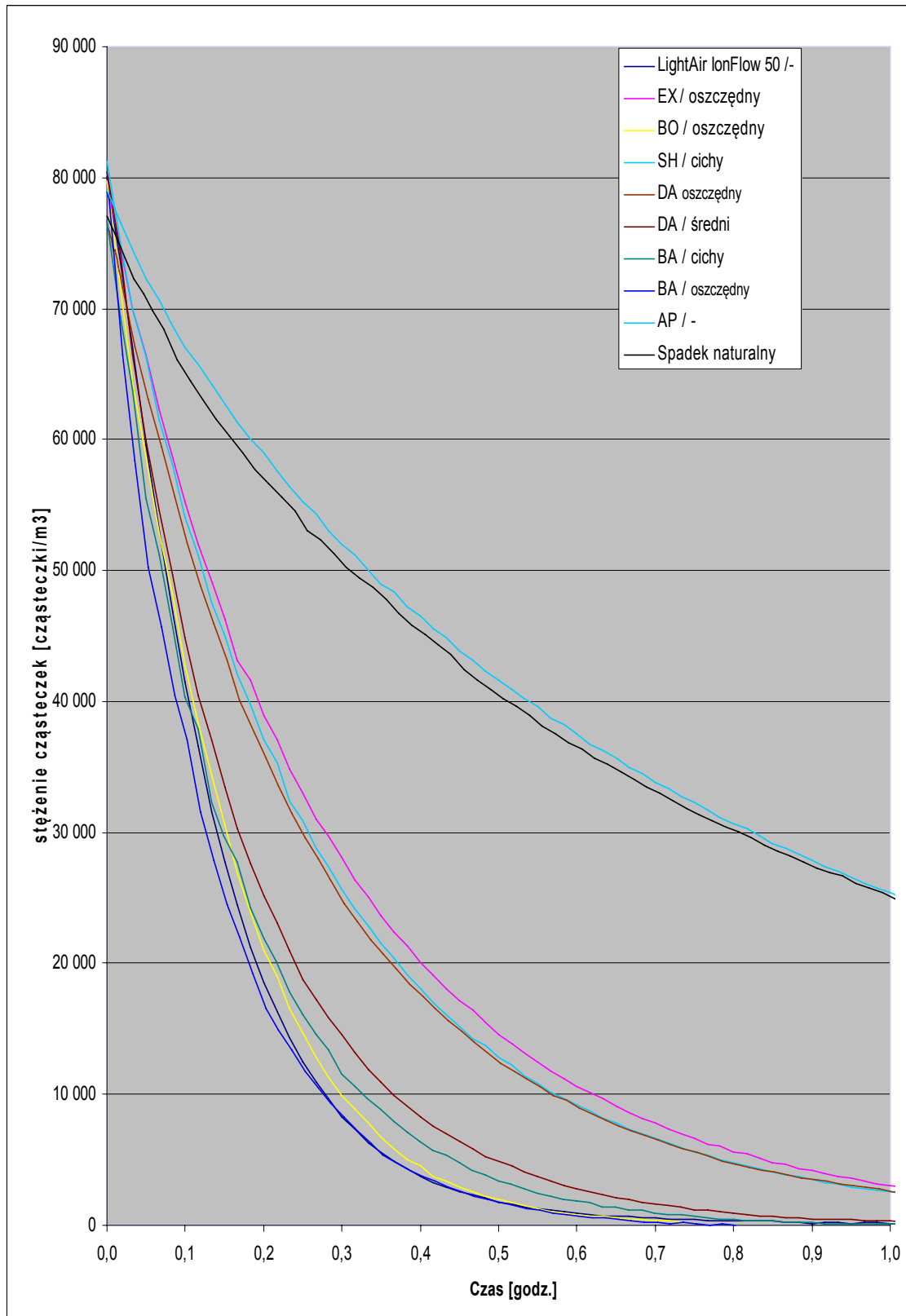
Rys. 8. redukcja cząsteczek BA / cichy



Rys. 9. Redukcja cząsteczek BA / oszczędny



Rys. 10. Redukcja cząsteczek AP / -



Rys. 11. Porównanie redukcji liczby cząsteczek - zbiorcze

Tabela 2. Redukcja cząsteczek w % po 0.25, 0.5, oraz 0.75 godz.

Oczyszczacz	Redukcja cząsteczek (%)		
	0,25	0,5	0,75
Spadek naturalny	32	49	60
LightAir IonFlow 50 / -	83	98	99
EX / oszczędny	58	81	92
BO / oszczędny	80	97	100
SH / cichy	62	84	93
DA / oszczędny	61	84	93
DA / średni	75	94	98
BO / cichy	80	96	99
BO / oszczędny	85	98	100
AP / -	31	48	60

Wyniki ukazane w teście odpowiadają tylko i wyłącznie konkretnym urządzeniom.

Urządzenia pomiarowe

Elektryczny impaktor niskociśnieniowy ELPI, Dekati (SP numer 202 260)
 Watomierz, Landis & Gyr, EMU 1.44 (SP numer 201 684)
 Czujnik temperatury i wilgoci, Vaisala, HMP36 (SP numer 201 389)

Margines błędu pomiarowego

względna wilgotność $\pm 3 \%$
 temperatura $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$
 napięcie $\pm 0,5 \text{ V}$

SP Szwedzki Instytut Badań Technicznych
 Technologia energetyczna - technologia aerozoli oraz spalania



Geron Johansson
 Menadżer technologii



Tobias Eriksson
 Inżynier technologii

Załącznik

1. Krótka specyfikacja techniczna typów technologii zastosowanej w teście SP z okresu sierpień - wrzesień 2008r.

Skrócona specyfikacja techniczna dla zastosowanych technologii w teście SP w okresie sierpień-wrzesień 2008r.

(Dostarczone przez LightAir AB)

Jonizacja (LightAir IonFlow 50)

Jonizujące oczyszczacze powietrza wytwarzają znaczną liczbę elektronów, które przekształcają się w jony ujemne i nadają lotnym cząsteczkom ładunek ujemny. Następnie cząsteczki są przyciągane i przyłączane do dodatnio naładowanego kolektora. Wybrane jonizery generują ponadto ozon.

Filtr HEPA (BA)

Prawdziwy filtr HEPA usuwa do 99.97% wszystkich cząsteczek o wielkości nawet do 0,3 mikronów. To konkretne, testowane urządzenie wytwarza napędzany wiatrakiem ciąg powietrza przepuszczany przez gęsty filtr mechaniczny, podobny w konstrukcji do filtru HEPA. Dla urządzeń tego typu, konieczna jest częsta wymiana filtrów. Rozmiar, użyte tworzywa oraz rodzaj konstrukcji danego filtra mają wielki wpływ na skuteczność konkretnego filtra. Tylko nieliczne przenośne oczyszczacze powietrza zawierają prawdziwy filtr HEPA.

Konwencjonalny odpylacz elektrostatyczny (SH)

Konwencjonalne odpylacze elektrostatyczne operują w sposób zbliżony do jonizatorów. Nadają cząsteczkom ładunek elektryczny w ciągu powietrza napędzanym przez wiatrak. Cząsteczki trafiają do przeciwie naładowanej kasety zbiorczej, gdzie zostają uwięzione. Kaseta zbiorcza jest zazwyczaj konstrukcją z metalowych płytek o wysokim przewodnictwie, która musi być często oczyszczana. Niektóre konwencjonalne odpylacze elektrostatyczne wytwarzają ponadto ozon.

Zmodyfikowany odpylacz elektrostatyczny (EX)

Zmodyfikowany odpylacz elektrostatyczny oparty jest na wersji konwencjonalnej tego urządzenia. Różnica zawiera się w materiale konstrukcyjnym kasety zbiorczej, która wykonana jest z materiału o relatywnie niskim przewodnictwie (celuloza bądź plastik). Filtr wymaga wtedy rzadszego czyszczenia i długo zachowuje swoje właściwości. Niektóre zmodyfikowane odpylacze elektrostatyczne wytwarzają ponadto ozon.

Model hybrydowy (DA oraz BO)

Hybrydowy oczyszczacz powietrza stosuje kombinację kilku technologii, w celu przechwytywania cząsteczek o zróżnicowanej wielkości. Zazwyczaj zawiera on ciąg powietrza napędzany wiatrakiem, jak i pewien rodzaj jonizacji powietrza. Hybryda może stosować kombinację filtrów wstępnych (dla usuwania dużych cząsteczek), filtrów HEPA, odpylania elektrostatycznego, aktywnych filtrów węglowych (dla pochłaniania zapachów), filtrów antibakteryjnych i antygrzybiczych, oraz światła UV. Wszystkie te filtry wymagają regularnej wymiany.

Temperatura (AP)

Ciepło wywołuje ruch powietrza ku górze (konwekcja powietrza) poprzez urządzenie, w którym cząsteczki oraz drobnoustroje są niszczone w wysokiej temperaturze. Jak wszystkie urządzenia oparte o przepływ powietrzny, oczyszczenie zachodzi tylko wobec powietrza, które przepłynie przez przyrząd. W tym przypadku, jego objętość jest bardzo niewielka.