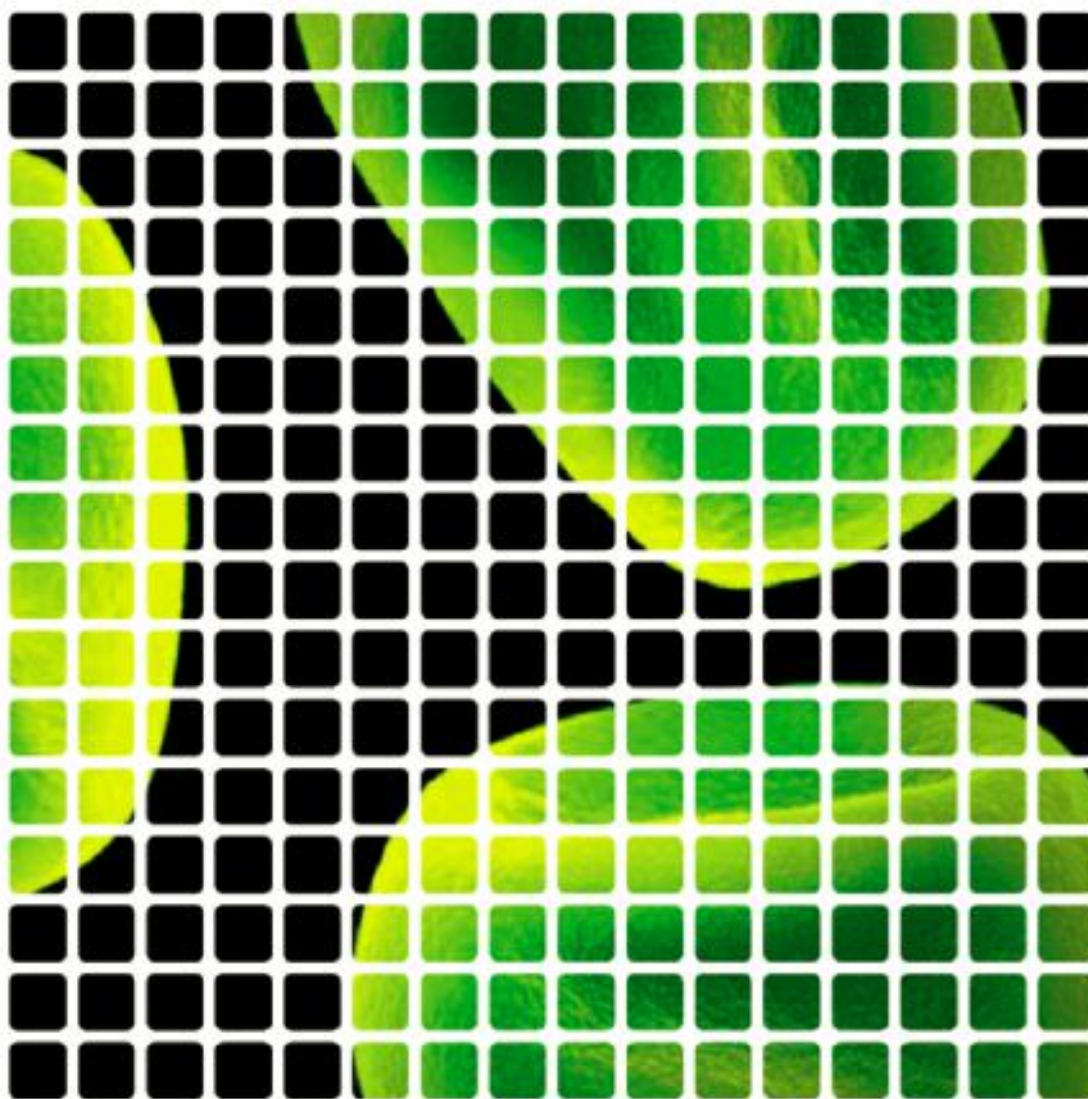


Test redukcyjny dla liczby cząsteczek



Test redukcyjny oczyszczacza powietrza LightAir

Miejsce: Strandvägen 5B, Stockholm, biuro
Autor testu oraz raportu: Anders Hedström
Data: 2005-03-25

Spis treści

Skrót informacji	3
Warunki testu	4
Metoda	4
Konkluzja	4
Informacje ogólne	5
Cząsteczki lotne	5
Objawy astmy oraz alergii	6
Wzrost zainteresowania czystością powietrza	6
Palenie bierne	6
Porządek w gospodarstwie domowym a jakość powietrza	6
Diagram D-Trak	7
Diagram Ci500 (0.3 – 0.5 μ m) oraz wartości porównawcze	8
Diagram Ci500 (0.5 – 1 μ m) oraz wartości porównawcze	9
Diagram Ci500 (1 – 5 μ m) oraz wartości porównawcze	10
Diagram Ci500 (5 – 10 μ m) oraz wartości porównawcze	11
Diagram Ci500 (10 – 25 μ m) oraz wartości porównawcze	12
Diagram Ci500 (> 25 μ m) oraz wartości porównawcze	13
Diagram 0.02 – 1.0 μ m oraz wartości porównawcze	14
Uwagi dodatkowe	15
Załącznik: Cząsteczki lotne w budynkach czystych oraz zanieczyszczonych	16

Skrót informacji

LightAir jest skutecznym jonizatorem - oczyszczaczem powietrza wyposażonym w kolektor. Oczyszcza powietrze z cząsteczek o wszystkich rozmiarach, co jest rzadkością przy zastosowaniu tej konkretnej technologii. LightAir bardzo dobrze oczyszcza powietrze zwłaszcza w zakresie najmniejszych cząsteczek, które mogą przedostać się do głębszych partii płuc (co jest przyczyną najpoważniejszych schorzeń). Wyniki przeprowadzonego testu były każdorazowo zadowalające, wzięwszy pod uwagę technikę jonizacji. Nawet w porównaniu z filtrami Ulpa oraz pozostałymi filtrami mechanicznymi oczyszczanie jest skuteczne. LightAir bardzo dobrze zwalcza także większe cząsteczki, pozostające w zewnętrznych partiach płuc, co jest zaskakujące. To wielka zaleta, gdyż większe cząsteczki zazwyczaj szybko opadają na grunt, nie docierając do kolektora. Po zakończeniu testu, widoczny był wyraźny osad pyłu na kolektorze.

WARUNKI TESTU

Specjalista ds. badań Anders Hedström z NIAQ (Nordycki Instytut Jakości Powietrza) przeprowadził badania oczyszczacza LightAir. Urządzenie to występuje w formie stołowej bądź podłogowej, o okrągłym, akrylowym, przezroczystym stojaku oraz ozdobnych światłach LED.

Test redukcji cząsteczek przeprowadzono w czasie 20 minut w pomieszczeniu biurowym o powierzchni 7.5 m². z oknem oraz standardowym dopływem i odpływem wentylacyjnym. W sąsiadujących pomieszczeniach, odbywały się standardowe czynności biurowe (praca z komputerem, faxem, telefonem). Podczas testu, drzwi pomieszczenia były zamknięte dla uzyskania wiarygodnych wyników.

LightAir został umieszczony na komodzie na wysokości około 100 cm. Wszystkie urządzenia pomiarowe także znajdowały się w pomieszczeniu. Specjalista zbadał powietrze przed rozpoczęciem pracy urządzenia oraz po jej zakończeniu.

METODA

Pierwsza część testu polegała na 10-minutowym pomiarze porównawczym (szczegóły w załączniku), która wykazała jakość powietrza przed uruchomieniem urządzenia. Po upływie 10 minut, uruchomiono oczyszczacz oraz przeprowadzono trwający 20 minut test redukcji cząsteczek.

Test przeprowadzono za pomocą miernika cząsteczek OPC, CPC, miernika ozonu oraz miernika masy (przeznaczonego do rozpoznania rodzaju cząsteczek zawartych w powietrzu). Na badanie składały się jednocześnie, skorelowane różnorodne techniki pomiarowe. Powodem ku temu była chęć otrzymania jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, jakiego rodzaju cząsteczki i w jakim stopniu eliminuje urządzenie LightAir.

WNIOSKI

LightAir cechuje się bardzo dobrą technologią jonizacji. Istnieje wiele przewag tej technologii nad mechanicznym sposobem oczyszczania powietrza. Prostota użytkowania i solidne wykonanie to tylko wybrane przewagi jonizacji nad filtracją mechaniczną. LightAir w zupełności nie wytwarza ozonu, co jest bardzo niecodzienne, a wręcz wyjątkowe wśród jonizacyjnych oczyszczaczy powietrza. Istnieją pewne znaki zapytania odnoszące się do technologii jonizacji. Nie jest pewny wpływ naładowanych cząsteczek na błonę śluzową. Nie jest wiadomym, jak jonizatory oddziałują na bakterie, które nie mogą być naładowane.

Najważniejsze jest jednak to, że oczyszczenie nastąpiło w sposób niezwykle skuteczny, w standardowych warunkach biurowych.

INFORMACJE OGÓLNE

Ludność krajów rozwiniętych spędza ok. 90% swojego czasu wewnątrz pomieszczeń.

Podstawowe warunki dla zachowania wysokiej jakości powietrza wymagają, by było ono czyste, co nie jest równoważne świeżemu powietrzu. Powietrzem świeżym nazywamy powietrze dostające się do wnętrza budynku poprzez system wentylacyjny spoza jego obrębu. By było ono czyste i zdrowie, wymagane jest jego bardzo skuteczne oczyszczanie.

Nanocząsteczki złożone z niezwykle drobnych komponentów składają się na nowe, niezbadane rodzaje środowiska powietrza, które są bardzo trudne w rozpoznaniu. Wiedza o nanocząsteczkach występujących w powietrzu wciąż wymaga rozwoju, niemniej już dziś wiemy, że wiele z nich odpowiada za schorzenia układu oddechowego. Zwłaszcza najdrobniejsze cząsteczki, które przedostają się dalece w głąb pęcherzyków płucnych, odpowiedzialne są najbardziej dotkliwe zachorowania – astmę, alergie, raka płuc oraz schorzenia układu sercowo-naczyniowego.

Krótkotrwałe dolegliwości zdrowotne mogą przybrać postać zmęczenia, bólu głowy, infekcji układu oddechowego, podrażnień skóry oraz oka.

Systemy wentylacyjne budynków są niezbędne, by dostarczać tlen oraz usuwać nadmiar wilgoci i innych niechcianych substancji. Filtry wentylacyjne nie są jednak zdolne do usuwania najdrobniejszych i najgroźniejszych cząsteczek. Zarazem, oczyszczanie przy pomocy chemikaliów lub gazów nie jest ekonomicznie rozsądne w obiektach o systemie wentylacji.

CZĄSTECZKI LOTNE

Szeroko zakrojone badania zanieczyszczenia powietrza na otwartych przestrzeniach oraz badania epidemiologiczne wykazały związek pomiędzy wielkością cząsteczek a ich wpływem na zdrowie. Oddziaływane to jest silniejsze dla małych cząsteczek (<2.5 mm), niż dla większych. Nawet przy niskim stężeniu pyłu (15mg/m³) nie ulega wątpliwości jego szkodliwy wpływ na zdrowie.

Jeżeli ludzkie drogi oddechowe oraz płuca napotkają wysokie stężenia nanocząsteczek (0.01 – 0.1 mm), to możliwe jest wystąpienie chorób zapalnych płuc. Nanocząsteczki przenikają wewnętrzny system obronny pęcherzyków. Po przeniknięciu do najwrażliwszych obszarów tkanki płucnej, rozpoczynają proces utleniania, co prowadzi do produkcji enzymów niszczących komórki ciała. Cząsteczki te przenikają ponadto do obiegu krwi, co jest przyczyną chorób sercowych oraz naczyniowych (zobacz załącznik nr 4, „Małe cząsteczki – wielki problem”, Vicky Stone i Ken Donaldson, Napier University, Edynburg).

EPA (amerykańska Agencja Ochrony Środowiska) zebrała szereg rozległych raportów dowodzących negatywnego wpływu cząsteczek na zdrowie (zobacz załącznik nr 5, „Wybrane badania nad cząstkami stałymi a zdrowiem, 1997–2001).

Od roku 1996, opublikowano przeszło 800 artykułów poświęconych temu zagadnieniu, w części dzięki zwiększonemu zainteresowaniu EPA. Wnioski wspólne wykazują korelację pomiędzy stopniem zanieczyszczenia a stopniem zachorowań, zgonów oraz przyjęć do szpitali. Najważniejsze ustalenia to:

- studia trwały wystarczająco długo, by były wiarygodne,
- badania dowodzą bezpośredniej przyczyny zgonów w zanieczyszczeniu powietrza,
- życie może ulec skróceniu bardziej o miesiące oraz lata, aniżeli dni,
- zanieczyszczenia mają szkodliwy wpływ także na stan serca i naczyń krwionośnych.

OBJAWY ASTAMTYCZNE ORAZ ALERGICZNE

Astma jest powszechnym schorzeniem, często trwającym całe życie, w niektórych przypadkach zagrażającym bezpośrednio życiu człowieka. W ostatniej dekadzie szereg raportów wskazał na przyrost zachorowań w wielu krajach, zwłaszcza wśród młodszej części populacji („Badania nad astmą” 1989, Burnley 1990, Magnus 1991). Dowiedziono, że nawet niskie stężenia substancji organicznych obecne w pomieszczeniach mogą być przyczyną objawów astmatycznych górnego układu oddechowego (Koren, 1992). Ponadto, stwierdzono związek między występowaniem objawów astmatycznych a poziomami substancji VOC – lotnych związków organicznych (Norback, 1995) oraz powiązanie pomiędzy astmą a pleśnią (Burr, 1988). Prawdopodobnym jest, że wpływ środowiska prowadzący do stanów zapalnych układu oddechowego jest jedną z przyczyn wzrostu zachorowań na astmę („Badania alergologiczne”, 1989).

WZROST ZAINTERESOWANIA JAKOŚCIĄ POWIETRZA

Część populacji Szwecji zainteresowana wpływem czystości pomieszczeń na zdrowie wynosi pomiędzy 60 a 70% i stale wzrasta, wedle szacunków Społecznego Instytutu Zdrowia (1999 r.). Analizy wykazują suchość powietrza, zapylenie oraz hałas wśród najczęściej wymienianych problemów. Co więcej, osoby rzadko przebywające na zewnątrz są bardziej narażone na alergię oraz astmę.

PALENIE BIERNE

Dym tytoniowy to jedno z najpoważniejszych źródeł zanieczyszczenia powietrza wewnątrz pomieszczeń. Potwierdzono zwiększony stopień zachorowań na zapalenie płuc oraz oskrzeli wśród osób narażonych na palenie bierne (Sundell J, Kjellman M, 1995). Ponadto, palenie bierne jest bardzo częstą przyczyną zachorowań na astmę wśród dzieci.

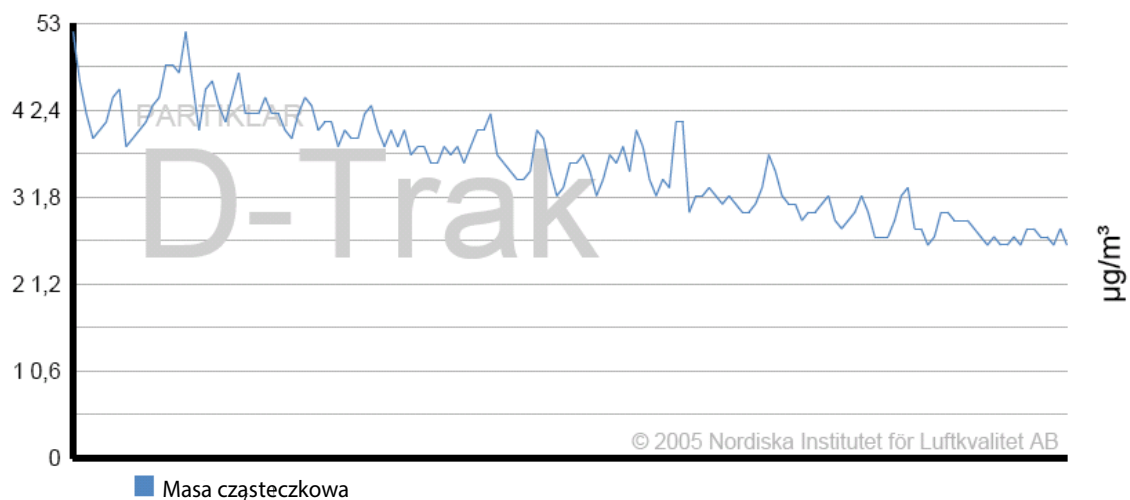
WPŁYW SPRZĄTANIA POMIESZCZEŃ NA JAKOŚĆ POWIETRZA

Znaczenie czystości gospodarstwa domowego dla jakości jego wewnętrznego środowiska jest znane od lat. Kurz oraz drobiny odrywają się od obiektów obecnych wewnątrz budynku, takich jak dywany, panele, materiały izolacyjne itd. (Lundqvist, 1986). Jednak największa część kurzu pochodzi od ludzi oraz ich działań. Kurz w gospodarstwach domowych składa się z włókien pochodzących z ubrań, alergenów z sierści zwierzęcej, pozostałości po jedzeniu oraz drobin papieru) (Lundqvist, 1986). Niektóre cząstki, jak sierść zwierzęca, trafiają do pomieszczeń z zewnątrz (Munir, 1993). Najdrobniejsze cząsteczki pochodzą z czynności gotowania, palenia, odkurzania itd. Są one często nośnikami alergenów i innych substancji śladowych. Kurz może być nośnikiem zanieczyszczeń chemicznych pochodzących z przemysłu oraz materiałów budowlanych. Obecne są w nim ponadto mikroorganizmy w rodzaju wirusów, bakterii oraz pleśni, rozwijających się w obszarach o wyższej temperaturze i wilgotności, a które są roznoszone przez człowieka. Ryzyko rozprzestrzeniania zwiększa się znacznie, gdy czystość nie jest zachowana.

Wyniki badań

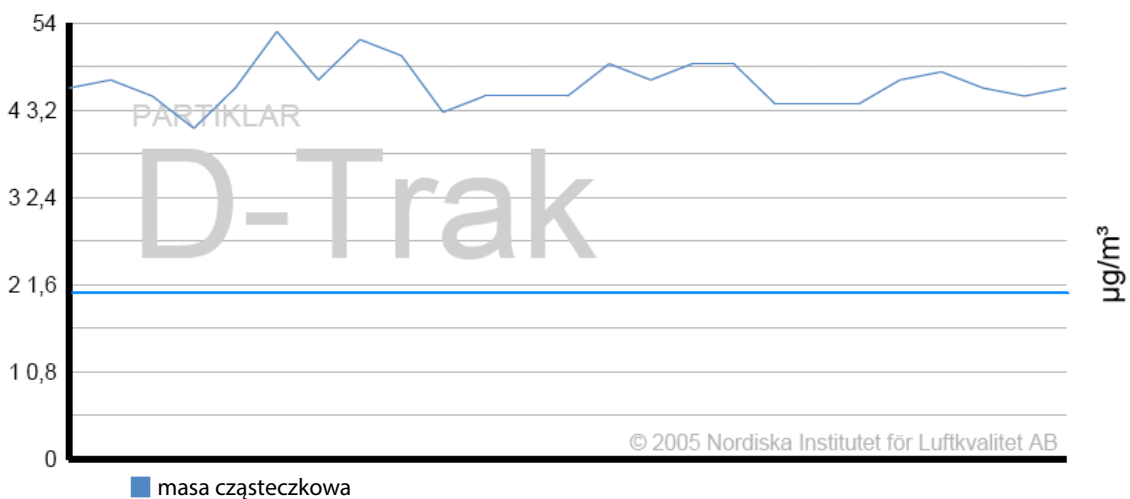
Oczyszczacz powietrza LightAir



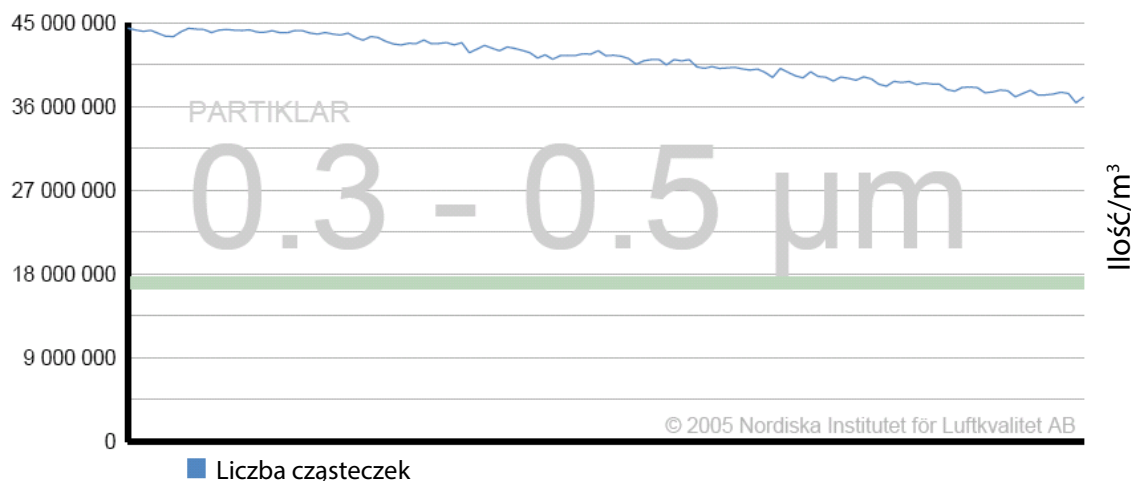


Wykres wykazuje masę cząsteczek obecnych w powietrzu, zwłaszcza tych większych. Zaobserwowano redukcję masy z poziomu 50 µg/m³ do 25 µg/m³ w okresie 20 minut, co oznacza spadek o 50%, co z kolei jest bardzo dobrym rezultatem. Jest to możliwe za sprawą skutecznej współpracy jonizatora z kolektorem, oraz wpływu napięcia na powietrze. Jonizator skuteczność zawdzięcza głównie ostrości wyładowania koronowego, zaś wytworzony ładunek elektryczny jest niewielkiej wartości.

Materiał porównawczy

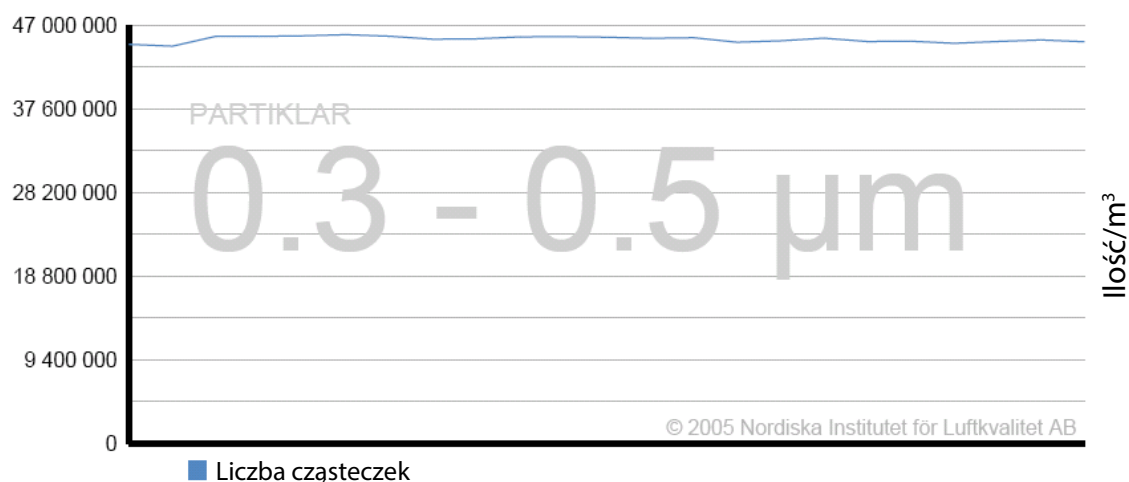


Powyższy wykres prezentuje materiał porównawczy. Łamana górna wskazuje stan powietrza przed przeprowadzeniem testu redukcji. Linia poniżej wskazuje na średni wynik po 19 minutach oczyszczania. Jak łatwo zauważyć, wystąpiła wyraźna poprawa w tym zakresie cząsteczek po przeprowadzeniu oczyszczania.

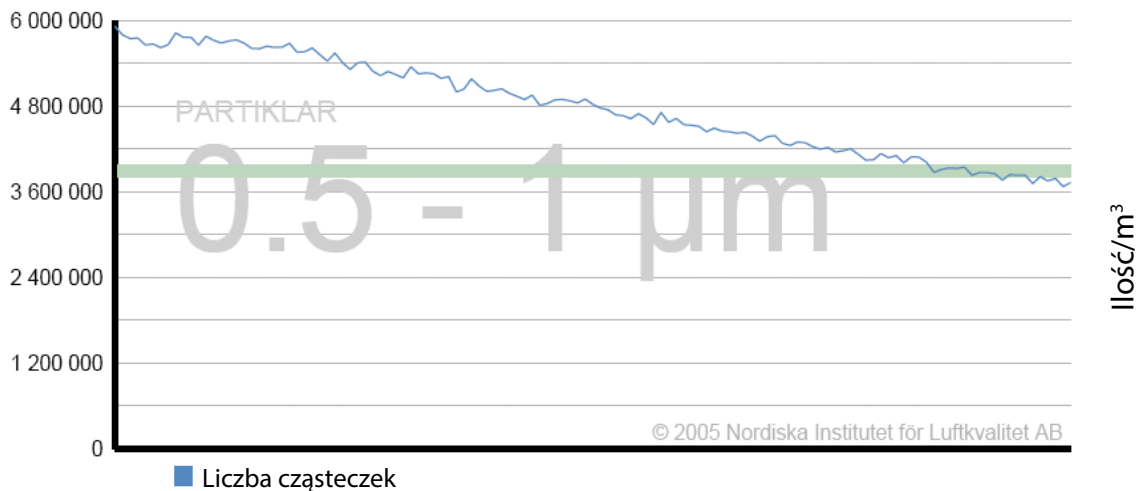


Powyżej obserwujemy cząsteczki, które są najtrudniejsze do uchwycenia w konwencjonalnym filtrze mechanicznym. Szarzielona linia wyznacza przeciętną dla normalnego powietrza. Ukazany zakres ilości nie zmienia się nadmiernie. Oczyszczanie redukuje ok. 6.85% cząsteczek, co nie wydaje się być dobrym rezultatem. Należy jednak pamiętać, że zastosowana technologia prowadzi do łączenia się mniejszych cząstek w większe, które na powrót zastępują już wychwycone cząsteczki. Ogromne ilości nanocząsteczek zbijają się w większe drobiny, a zatem rezultaty widoczne na wykresie dotyczą zarówno eliminacji cząstek w tym rozmiarze, jak i równoczesnej produkcji cząsteczek – co oznacza drastyczną redukcję tych mniejszych. Dlatego też wynik na poziomie 6.85% jest w rzeczywistości bardzo dobry. W opisywanym zakresie przeprowadzono wiele doświadczeń, gdyż filtry mają trudności z przechwytywaniem cząstek w opisywanej skali. Niemniej, cząsteczki te nie stanowią szczególnego zagrożenia dla zdrowia. Układ odpornościowy blokuje je bardzo skutecznie.

Materiał porównawczy

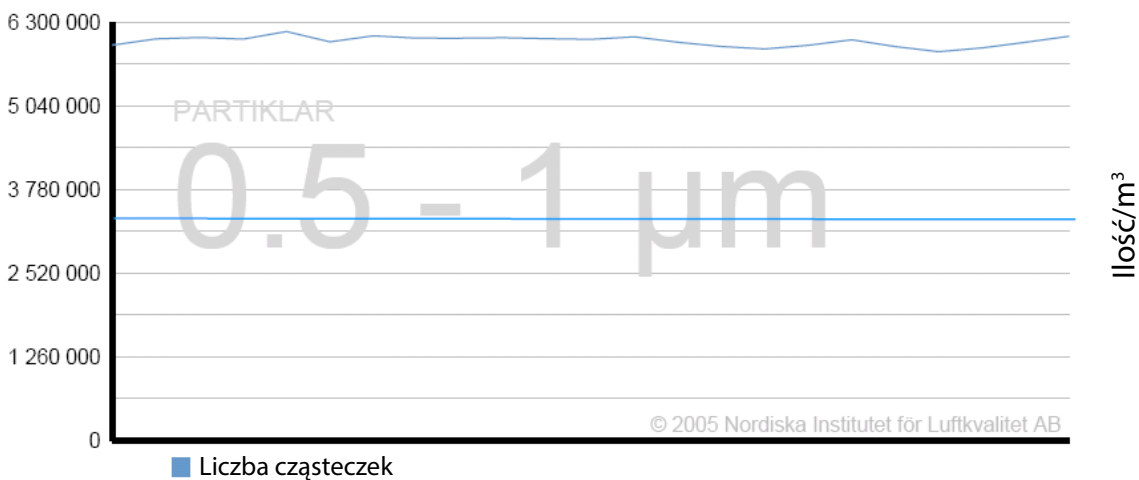


Doświadczenie w danym zakresie rozmiaru cząsteczek wskazuje, że oczyszczacz nie zmniejsza ilości cząsteczek, lecz tworzy nowe, większe cząsteczki w miejsce mniejszych. Przyczyną tego zjawiska jest tendencja nanocząsteczek do grupowania się w większe cząsteczki. Większe cząsteczki są jednak mniej szkodliwe dla zdrowia. Rezultat po oczyszczeniu wyniósł 40.000.000 cząsteczek/m³.

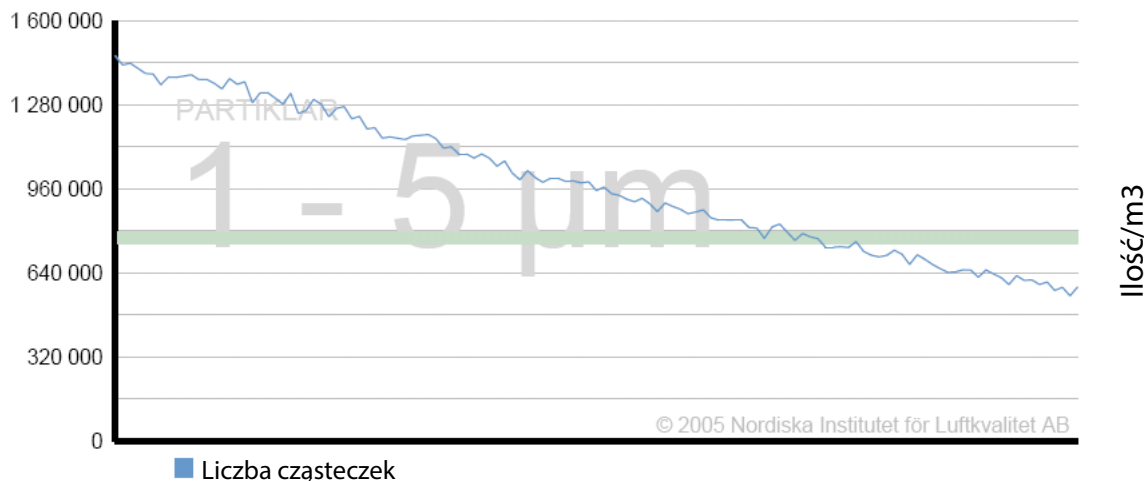


Nawet w tym paśmie cząsteczek występują takie, które mogą być wdychane oraz wywoływać problemy, lecz co do zasady zostają one wychwycone w górnych drogach oddechowych i nie docierają do pęcherzyków w najwrażliwszych partiach płuc. Szarozielona linia wykazuje średnią ilość cząsteczek w powietrzu w Sztokholmie. Możliwe jest zaobserwowanie redukcji z 6.000.000 do 3.500.000 cząsteczek na m³, co oznacza 47% redukcję w ciągu 19 minut. Jest to bardzo dobry wynik, jako że technologia tego typu także wytwarza cząsteczki w tej skali, z mniejszych nanocząsteczek.

Materiał porównawczy

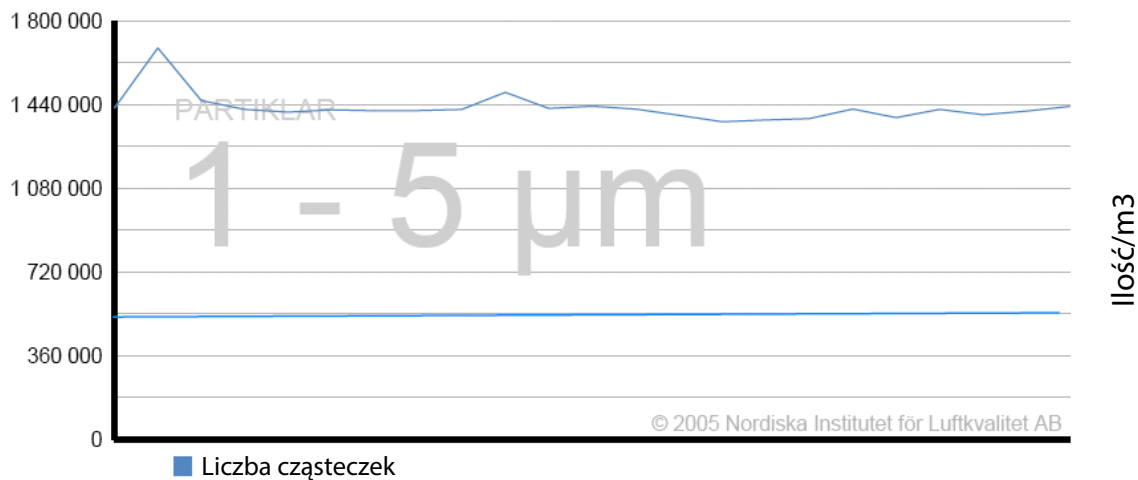


Porównanie poziomu cząsteczek w powietrzu ze średnią po przeprowadzeniu redukcji. Widzimy wyraźną poprawę, co jest dobre. Wskazanie to jest bardzo klarowne.

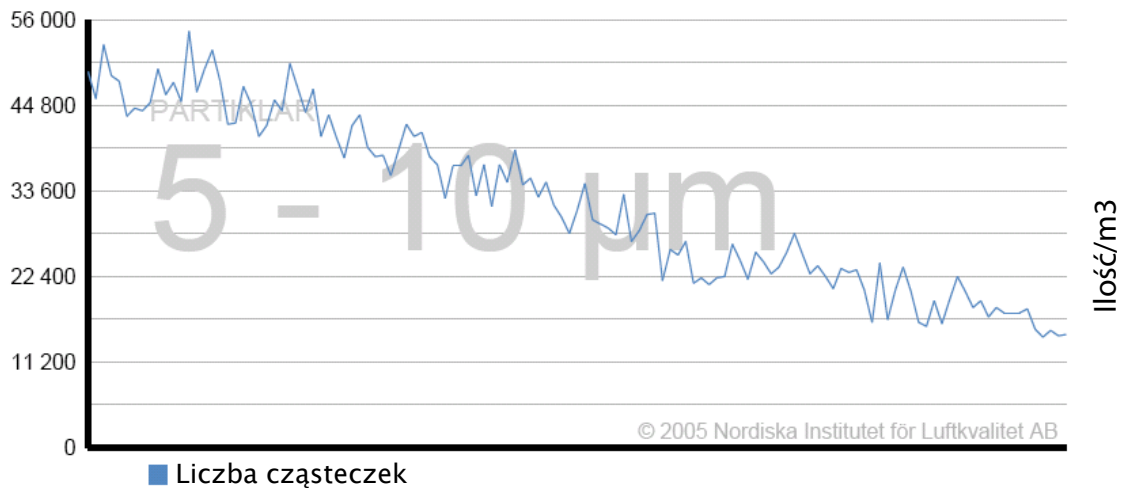


W powyższym zakresie widoczna jest redukcja o 75%, co jest wynikiem bardzo dobrym. Wraz z szybszą od mniejszych cząsteczek sedimentacją, cząstki te są trudniejsze do przechwycenia dla oczyszczacza. Szarzielona linia wskazuje średnią dla powietrza w Sztokholmie. Jonizator kontynuuje uzyskiwać dobre rezultaty. W zakresie tym obecne są bakterie oraz wybrane pyłki.

Materiał porównawczy:

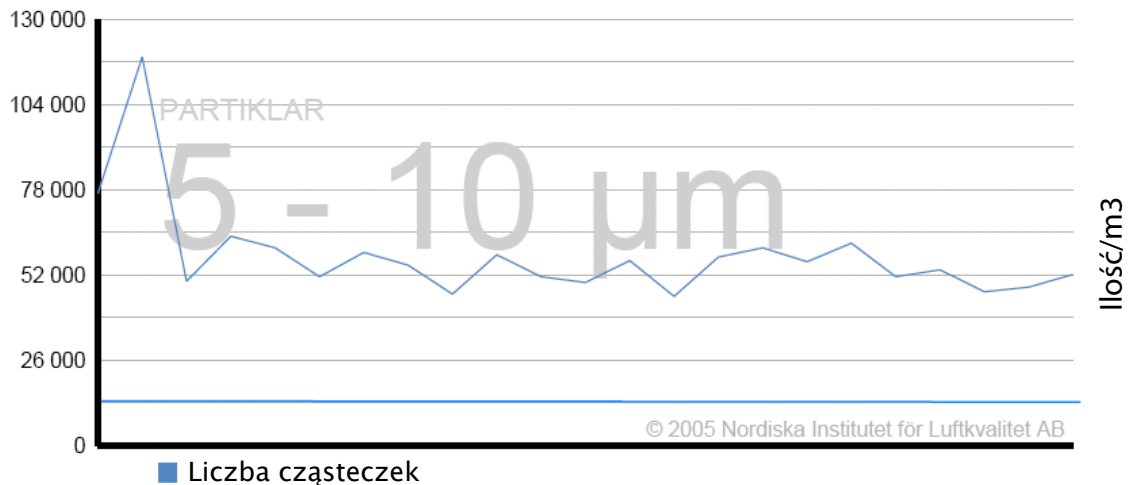


Ponownie, możliwe jest zaobserwowanie stałego poziomu cząsteczek w dłuższym okresie czasu.

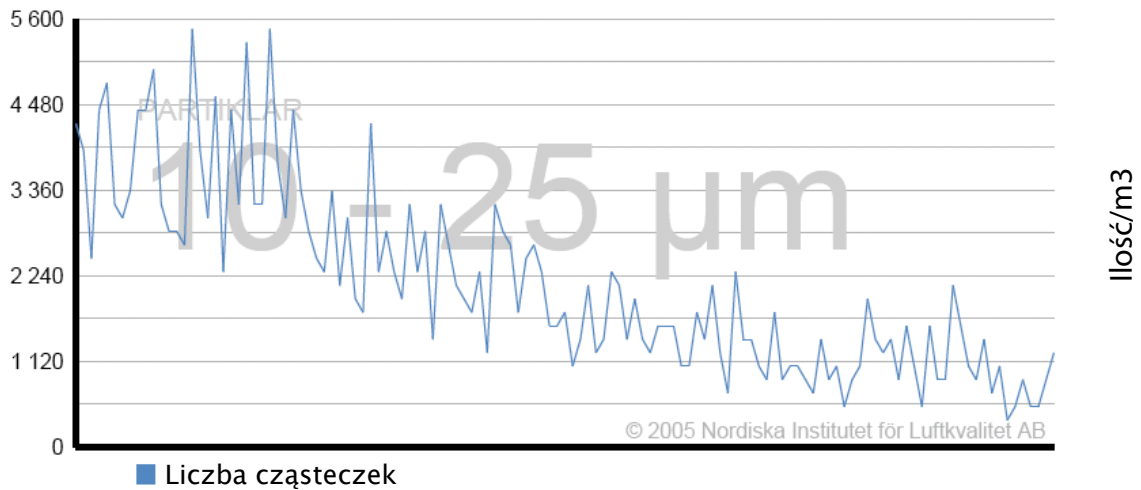


Cząsteczki te jako pierwsze są widoczne ludzkim okiem. Szybko podlegają opadaniu. Możemy zaobserwować dobre efekty pracy jonizatora w zakresie redukcji cząsteczek, aż do poziomu dalece lepszego niż przeciętna jakość powietrza. Eliminacja w 75% jest wynikiem bardzo dobrym.

Materiał porównawczy

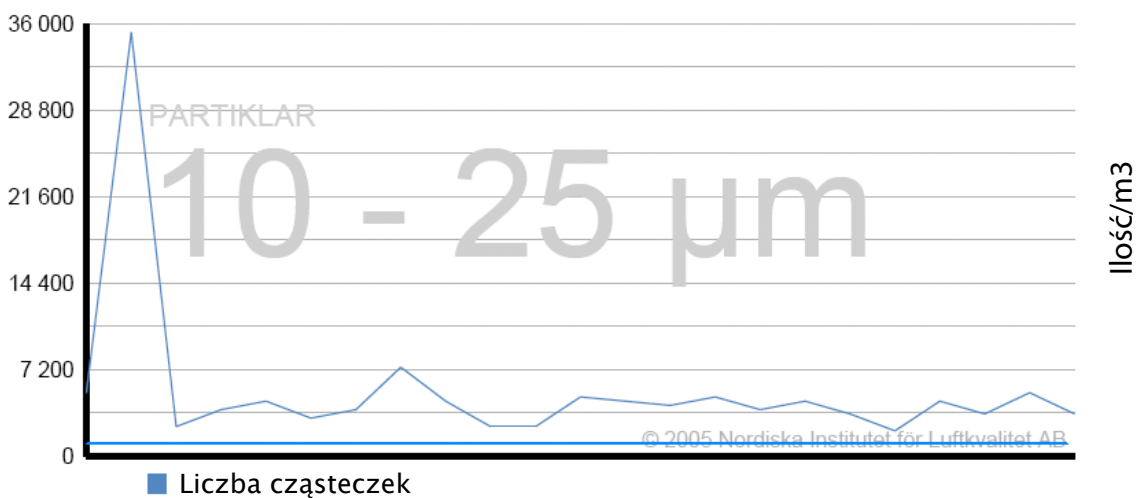


Dolna linia wskazuje wyniki po oczyszczeniu. Po raz kolejny zauważamy kumulowanie się mniejszych cząsteczek, w pewnym zakresie. Powinno ponadto wystąpić opadanie cząstek.

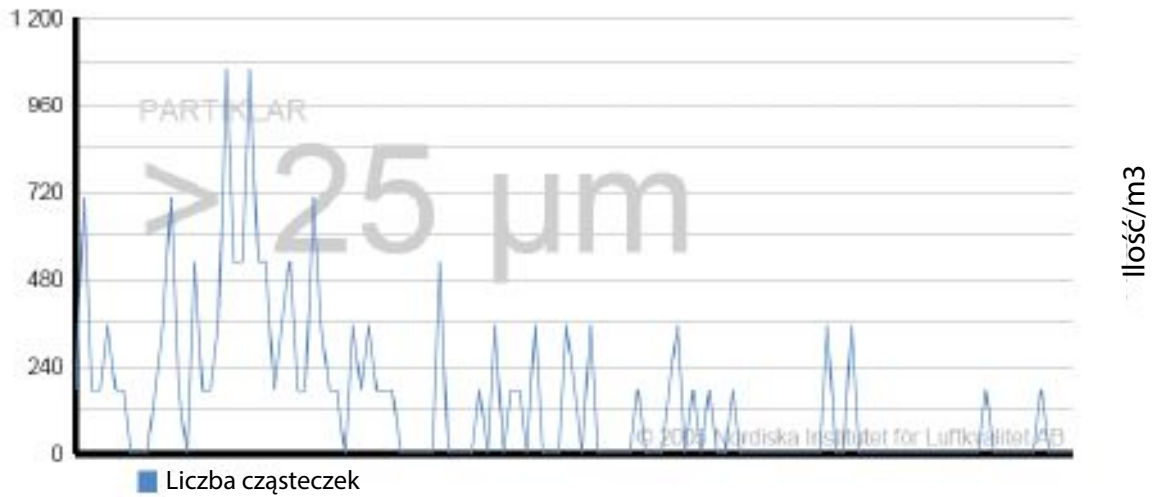


Większe cząsteczki podlegają redukcji, jak wskazuje powyższy wykres.

Materiał porównawczy



Prosta linia wskazuje poziom cząsteczek po oczyszczeniu. Cząsteczki tej wielkości pochodzą głównie z papieru i podobnych materiałów.



In this spectrum we see the particles meaning dust. The beginning of this graph is especially interesting as it shows the clustering of smaller into larger particles actually temporarily increasing the number of large particles in this spectrum. Then the curve drops rapidly down to almost 100% cleaning in this particle spectrum of dust. This is a remarkable and excellent result by a passive air cleaner. We can also observe that the particle level is kept low after the initial reduction.

Materiał porównawczy:

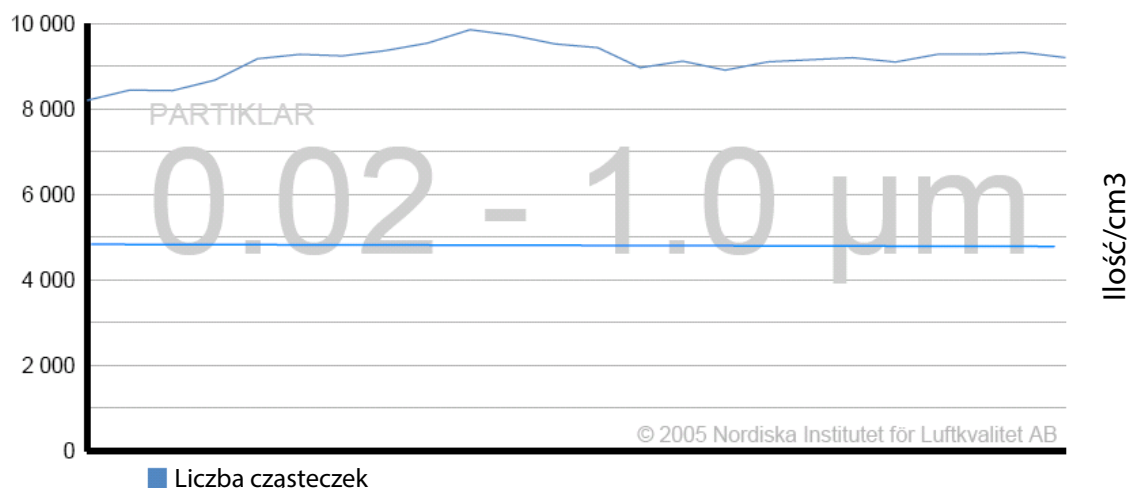




Powyższy wykres przedstawia najmniejsze cząsteczki obecne w powietrzu. Te nanocząsteczki pochodzą głównie ze spalin samochodowych oraz procesów spalania i produkcji fotochemiczno-katalitycznej.

Szarozielona linia to przeciętna dla powietrza w Sztokholmie. W początkowym etapie, stężenie cząstek wynosiło ok. 9.000 / cm³, co jest równoważne 9.000.000.000 / m³. Jest to standardowe środowisko biurowe w Sztokholmie. Po 20 minutach, poziom ten obniżył się do 5.000 cząstek / cm³, co oznacza spadek o 47%. Przeciętna dla pomieszczenia biurowego w Sztokholmie bez oczyszczacza wynosi około 7.300 cząstek / cm³. Osiągnięcie poziomu 5.000 cząstek / cm³, podczas gdy w tym samym czasie powietrze na zewnątrz zawiera 20.000 cząstek / cm³, jest bardzo dobrym wynikiem w tak krótkim okresie czasu.

Materiał porównawczy:



Górna łamana wykresu przedstawia wysokie wartości. Linia poniżej wykazuje rezultaty po oczyszczaniu. Różnica jest widoczna. Ciężko jest przeprowadzić oczyszczanie w tym zakresie, gdyż cząsteczki są tak niewielkie a pomieszczenie można uznać za czyste. Jest to trudny test dla oczyszczacza-jonizatora, który zdał bardzo dobrze (por. test redukcyjny powyżej).

Test wykonano zgodnie z normą ISO 14644 – Pomieszczenia czyste i związane z nimi środowiska kontrolowane oraz standardami IEST (Instytutu Nauki i Technologii Środowiska) dla testów nanocząsteczek. Badanie przeprowadzono w typowym środowisku biurowym w Sztokholmie. Ocena oczyszczacza powietrza LightAir wykazała, że oczyszczacz on powietrze skutecznie i nie wytwarza produktów ubocznych, jak ozon. Pomiar ozonu następował równoległe z badaniem i nie wykryto jego mierzalnej obecności. Metody badawcze NIAQ oparte są o szwedzki Standard SS-EN ISO 14644-1, SS-EN ISO 1644-2 oraz IEST-G-CC1002.

Cząsteczki lotne w obiektach "Syndromu Chorego Budynku" Bengt Christensson, Narodowy Instytut Środowiska Pracy

Z szeroko zakrojonych studiów oraz pomiarów zanieczyszczenia powietrza na otwartych przestrzeniach, a także dzięki wyczerpującym badaniom epidemiologicznym wiadomym jest, że istnieje bardzo silny związek pomiędzy stężeniem cząsteczek a stanem zdrowotności. Związek ten jest silniejszy w przypadku mniejszych cząsteczek ($<2.5 \mu\text{m}$) niż tych większych. Już przy bardzo niskich stężeniach pyłu ($>15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dowiedziono występowania zjawisk chorobowych.

Cząsteczki lotne to zanieczyszczenie zawsze obecne w pomieszczeniach, lecz jak dotąd nie wystarczająco zbadane. Jakość powietrza w pomieszczeniach zazwyczaj skupiała się na gazach węglowodorowych, mikroorganizmach, formaldehydzie, amoniaku, dwutlenku węgla oraz pewnych uwarunkowaniach fizycznych.

Charakterystyczne dla cząsteczek lotnych jest ich występowanie w zróżnicowanych rozmiarach od setnych do dziesiątych części mikrometra oraz poziom ich mierzalności (zarówno w ujęciu liczbowym jak i masowym) silnie uzależniony od rozmiaru cząsteczek. Różnicowanie przybiera znaczne wymiary w ujęciu czasowym oraz przestrzennym. Podrażnienia skóry oraz oczu, a także górnych dróg oddechowych mogą być powiązane z obecnością cząsteczek.

Przez ostatnie 10 lat, Narodowy Instytut Środowiska Pracy przeprowadził testy cząsteczek w obiektach "Syndromu Chorego Budynku". Celem badań było ustalenie związku pomiędzy problemami zdrowotnymi oraz poziomem cząsteczek, a także wskazanie istotnych dla zagadnienia parametrów cząsteczek. Ponadto szukano odpowiedzi na pytania, skąd dokładnie biorą się cząsteczki w pomieszczeniach, oraz jak wygląda proces ich powstawania, rozmieszczenia i dalszego przemieszczania w budynkach. Obecnie trwa trzyletni projekt badawczy w tym zakresie, finansowany przez BFR (Szwedzką Radę Badań Budowniczych). Gdy wyniki zostaną opublikowane tej jesieni, niektóre z wątpliwości mogą zostać rozwiązane.

Raport nie jest jeszcze gotowy. prawdopodobnym jest, że "chore" budynki można podzielić na przynajmniej dwie kategorie, mianowicie budynki zanieczyszczone oraz budynki uszkodzone przez wodę. W zanieczyszczonych budynkach występuje zazwyczaj zwiększony poziom kurzu, zwłaszcza cząsteczek większych niż $1 \mu\text{m}$. Powodem może być niewydajna wentylacja, brak sprzątania, zmurszałe lub niewłaściwe materiały budowlane, nadmiar ludzi, niewłaściwe wykorzystanie pomieszczeń oraz zbutwiałe podłogi. Najczęściej, jest to kombinacja ww. czynników.

Małe cząsteczki ($<1 \mu\text{m}$) pochodzą głównie ze spalania. Jego źródła we wnętrzach to: palenie, świecie, rozpalony ogień, gotowanie etc. Gdy w pomieszczeniach nie mają miejsca żadne czynności, poziom cząsteczek wynika z aktywności zewnętrznych źródeł: spalin samochodowych, grzewczych oraz przemysłowych. Pojemność filtrów powietrza oraz objętość dostarczanego powietrza określa jak wiele drobnych cząsteczek dostaje się do budynku z zewnątrz.