

# Praca dyplomowa inżynierska

## Rozwiązania techniczne z zakresu eliminacji cząstek PM<sub>2,5</sub> z powietrza atmosferycznego



**Autor: Adrian Okołowicz**

Nr albumu: 277520

Promotor: prof. dr hab. inż. Tomasz Sosnowski

Rok akademicki: 2018/2019

### Wprowadzenie

Oddziaływanie cząstek pyłu zawieszonego na zdrowie człowieka i klimat ma związek z ich rozmiarami oraz składem chemicznym. Cząstki PM<sub>2,5</sub> (frakcja pyłu zawieszonego o rozmiarach poniżej 2,5 μm) trafiają z powietrzem do płuc, pęcherzyków płucnych, a mniejsze przenikają nawet do krwioobiegu. Z krwią mogą przedostawać się do innych narządów, przenosząc metale ciężkie (m.in. Ni, Cd, Pb) i substancje rakotwórcze (m.in. WWA) zgromadzone na cząstkach pyłu lub tworzące te cząstki. Niezmiernie ważne jest zatem monitorowanie i redukcja stężenia PM<sub>2,5</sub> w powietrzu.

### Cel i zakres pracy

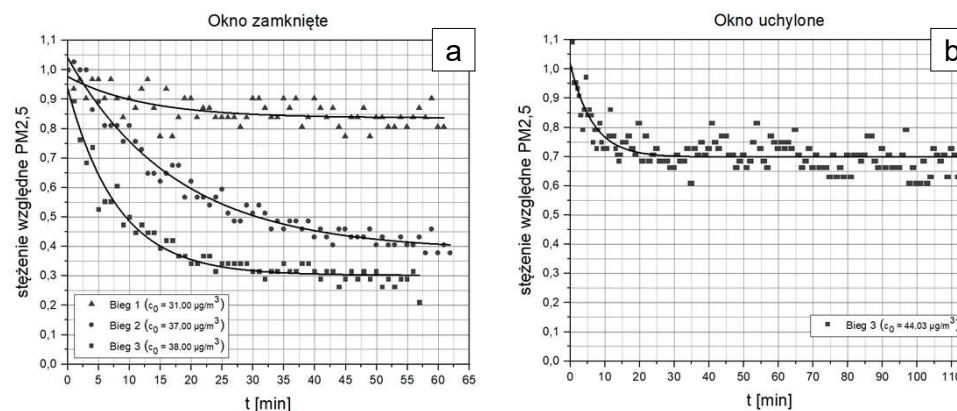
Celem pracy jest określenie dostępności i rodzajów urządzeń lokalnej eliminacji cząstek PM<sub>2,5</sub> wraz z ich skutecznością. Zakres pracy obejmuje:

- Zidentyfikowanie źródeł zanieczyszczenia powietrza cząstkami PM<sub>2,5</sub>.
- Określenie wpływu występowania cząstek drobnych w powietrzu na zdrowie ludzi i klimat, również w kontekście smogu.
- Porównanie profesjonalnego monitoringu PM<sub>2,5</sub> z działaniem tanich urządzeń pomiarowych oraz ocena zastosowania lokalnych układów eliminacji zanieczyszczeń pyłowych.
- Pomiar doświadczenia skuteczności domowego oczyszczacza powietrza, jako przykładowego urządzenia lokalnej eliminacji cząstek PM<sub>2,5</sub>.

### Część teoretyczna

Określono naturalne i antropogeniczne źródła bezpośredniej emisji cząstek PM<sub>2,5</sub> (pyłu pierwotnego) oraz jego prekursorów (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, lotne związki organiczne), ulegających w atmosferze przemianom fizycznym i chemicznym, prowadząc do powstania pyłu wtórnego. Wyszczególniono udziały poszczególnych sektorów w emisji tego zanieczyszczenia. Opisano bezpośredni i pośredni wpływ pyłu zawieszonego na klimat. Zidentyfikowano skutki zdrowotne, jakie powoduje krótko- i długookresowe narażenie na podwyższone stężenia pyłu zawieszonego.

Zestawiono profesjonalny monitoring stężenia PM<sub>2,5</sub> z konsumenckimi monitorami jakości powietrza. Przytoczono przykłady lokalnych układów eliminacji pyłu zawieszonego z ich charakterystykami i skutecznością. Wskazano na istotny udział roślin w redukcji stężenia PM<sub>2,5</sub>.



**Rys.1.** Względna redukcja stężenia masowego PM<sub>2,5</sub> w pomieszczeniu przy różnych przepływach powietrza przez oczyszczacz przy oknie zamkniętym (a) i uchylonym (b)

### Część doświadczalna

Badania prowadzono w pomieszczeniu o kubaturze ok. 47 m<sup>3</sup> (16 m<sup>2</sup> x 2,93 m). Mierzono indeks jakości powietrza (AQI), który przeliczono na stężenia masowe PM<sub>2,5</sub>. Pomiarów dokonywano na różnych stopniach pracy urządzenia (przy czym bieg 3 oznacza przepływ powietrza na poziomie 220 m<sup>3</sup>/h) oraz przy oknach zamkniętych, jednym rozszczelnionym lub jednym uchylonym. Zbadano również relaksację, czyli powrót układu do stanu początkowego przy oknie otwartym. Przykładowe wyniki pomiarów zaprezentowano na rys. 1.

### Wnioski

W Polsce największy udział w emisji PM<sub>2,5</sub> (ok. 50%) ma spalanie poza przemysłem, czyli sektor komunalno-bytowy, tzw. niska emisja. Dostępne urządzenia lokalnej eliminacji pyłu zawieszonego (w tym PM<sub>2,5</sub>) z powietrza zewnętrznego, np. CityTree, Smog Free Tower, cechują się niską sprawnością oraz wysokimi kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi. Skuteczną metodą redukcji stężenia PM<sub>2,5</sub> w pomieszczeniach jest użycie przenośnego oczyszczacza powietrza przy oknach zamkniętych. Szybkość oczyszczania silnie zależy od natężenia przepływu powietrza przez oczyszczacz. Przy największej wydajności, urządzenie może obniżyć stężenie PM<sub>2,5</sub> nawet o 70% w ciągu 30 minut. Efektywność oczyszczania znacząco maleje przy oknie otwartym (uchylonym).