

Zintegrowane narzędzie do zarządzania ryzykiem, charakteryzujące zależność zanieczyszczenia powietrza i narażenia ludzi w środowisku miejskim

W trosce o zrównoważony rozwój społeczeństw konsekwentnie realizowane są priorytety Unii Europejskiej zapisane w 6 Programie Ramowym Działań. Jednym z nich jest poprawa jakości powietrza. Choć ogólnie obserwuje się poprawę w zakresie jakości powietrza, niezbędne jest kontynuowanie wysiłków na rzecz utrzymania właściwego trendu. Jednakże, dla niektórych zanieczyszczeń problem nadal istnieje, np. w przypadku pyłu lub ozonu w warstwie przyziemnej, obserwuje się narastający wpływ tych substancji na zdrowie wielu osób. Dlatego istnieje konieczność podjęcia odpowiednich działań. Występuje również nagromadzenie problemów w niektórych obszarach i miastach w związku z dużą koncentracją źródeł (ogrzewanie i chłodzenie budynków, transport i przemysł) oraz warunkami geograficznymi i klimatycznymi. W takich przypadkach odpowiedzialność w sprawie podjęcia koniecznych działań w celu redukcji wielkości emisji spoczywa na władzach lokalnych i regionalnych.

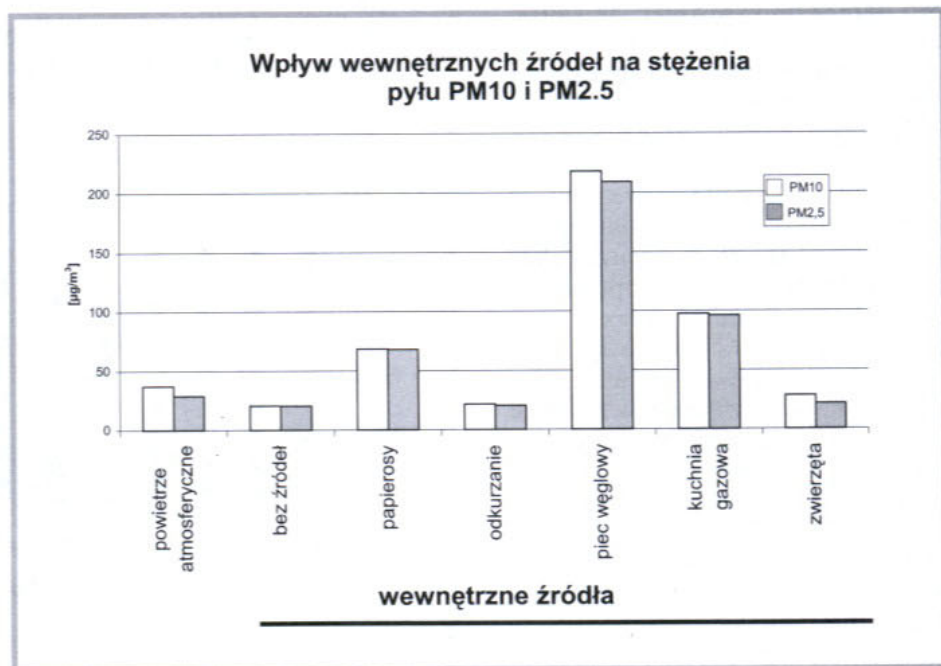
Wprowadzenie

Wspólnota Europejska podejmuje działania na wielu poziomach w celu obniżenia narażenia na zanieczyszczenie powietrza: poprzez prawo Unii Europejskiej, poprzez pracę na szczeblu międzynarodowym w celu zredukowania zanieczyszczeń transgranicznych, przez współpracę z sektorami odpowiedzialnymi za zanieczyszczenie powietrza oraz z krajowymi i regionalnymi władzami, a także z organizacjami pozarządowymi oraz przez prowadzenie działalności badawczej.

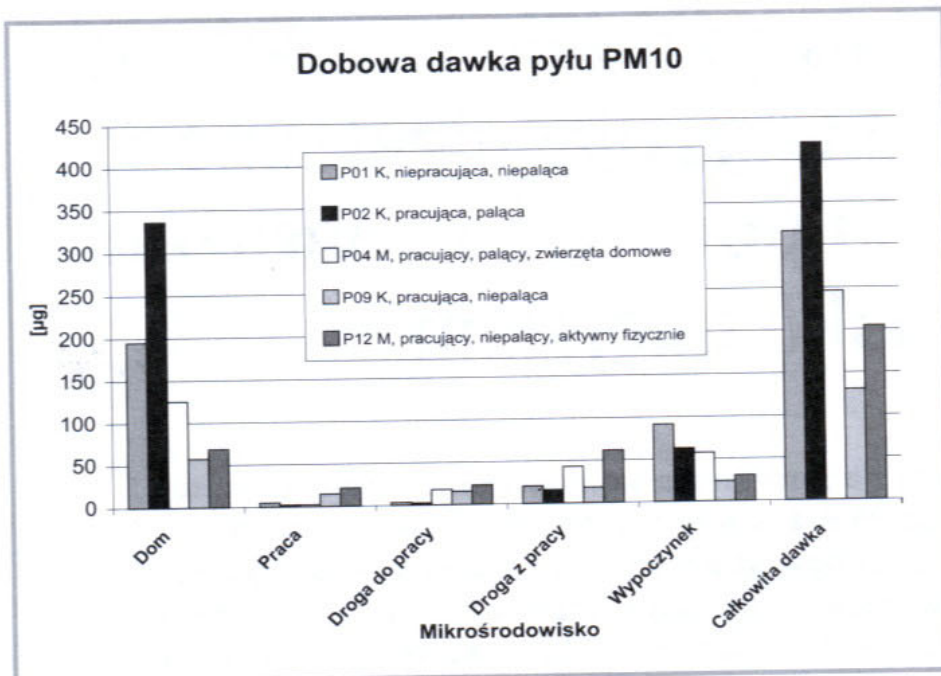
Jednym z nowych priorytetów zapisanych w programie tematycznym „Środowisko a Zdrowie” są „Studia i badania nad problemem jakości powietrza w pomieszczeniach oraz nad jej wpływem na zdrowie w celu zidentyfikowania priorytetów oraz oceny potrzeb utworzenia strategii wspólnotowej i planów działania w tym zakresie”. W odniesieniu do jakości powietrza w pomieszczeniach istnieje potrzeba przeglądu dotychczasowej wiedzy i podjęcia badań, a także zgromadzenia informacji, aby lepiej zrozumieć problem,

ustalić priorytety oraz ocenić potrzeby działania na poziomie UE. Część tego problemu odnosi się do jakości powietrza atmosferycznego, która jest przedmiotem działań podanych powyżej. Ale problem wiąże się także z uwalnianiem substancji chemicznych wykorzystywanych w

produktach takich jak dywany, kleje, farby i inne materiały konstrukcyjne. W miarę jak nastąpi wyjaśnienie problemów oraz ustalenie priorytetów, będą one musiały być powiązane z inicjatywami Krajów Członkowskich dotyczącymi Zintegrowanej polityki Produktowej oraz ze zweryfiko-



Rys. 1. Stężenia PM10 i PM2,5 powodowane przez wewnętrzne źródła emisji



Rys. 2. Dobowe dawki PM10 wchłaniane do organizmu drogą oddechową w różnych mikrośrodkowiskach

waną Polityką Wspólnoty dot. chemikaliów.

Komisja Europejska wypełniając zadania związane z prowadzeniem działalności badawczej finansuje wiele projektów w ramach nowych priorytetów, których wyniki powinny stopniowo przybliżać ocenę jakości powietrza w pomieszczeniach i związane z tym narażenie zdrowia ludności. Przykładem jest projekt badawczy URBAN - EXPOSURE finansowany przez Komisję Europejską.

Cele i zadania projektu

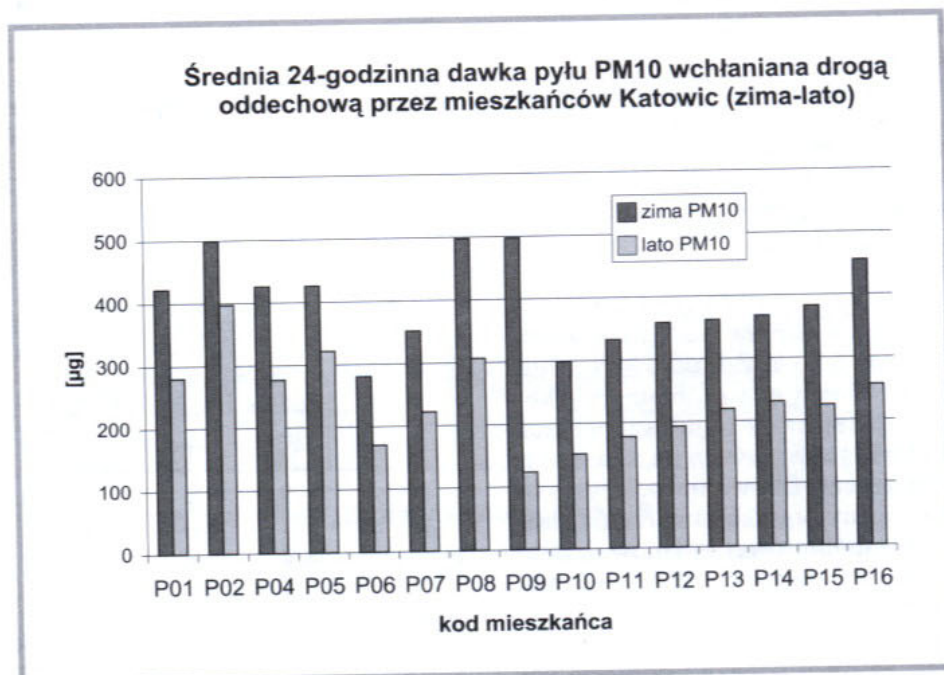
Głównym celem projektu było dokonanie analizy ilościowej całkowitego narażenia człowieka na zanieczyszczenia powietrza oraz zanieczyszczenia produktami ubocznymi procesu chlorowania wody pitnej w niektórych europejskich obszarach miejskich. To wspólne przedsięwzięcie obejmowało dwie najważniejsze ścieżki ekspozycji/drogi narażenia: wdychanie oraz absorpcję przez skórę. Projekt miał na celu opracowanie naukowych metod wraz z wielofazowym modelowaniem systemu zarządzania środowiskiem dla znalezienia lepszych rozwiązań w zakresie zmniejszania niekorzystnego wpływu substancji zanieczyszczających powietrze, w tym produktów ubocznych procesu dezynfekcji wody pitnej, a tym samym - poprawę warunków życia ludności w środowisku miejskim w Europie.

Do realizacji celu projektu zdefiniowane zostały następujące zadania:

1. opracowanie, przetestowanie oraz wdrożenie najnowszych narzędzi do identyfikacji oraz analizy ilościowej całkowitego narażenia człowieka na zanieczyszczenia powietrza w środowisku miejskim oraz użytkowania wody, w gospodarstwach domowych;
2. stworzenie zintegrowanej bazy danych umożliwiającej ocenę narażenia na zanieczyszczenie powietrza w środowisku miejskim w Europie oraz charakterystykę narażenia człowieka w przypadku wdychania zanieczyszczeń w pomieszczeniach zamkniętych oraz na zewnątrz,

a także w wyniku absorpcji przez skórę. Dane te w połączeniu z pomiarami meteorologicznymi ułatwią określenie wpływu zanieczyszczeń powietrza utrzymujących się na zewnątrz na narażenie człowieka w pomieszczeniach zamkniętych. W projekcie niniejszym wykorzystane zostaną wszelkie dostępne informacje uzyskane w poprzednich badaniach w celu dokonania charakterystyki narażenia człowieka w skali europejskiej;

3. przeprowadzenie oceny ryzyka w przypadku populacji miejskich na terenie Europy w zakresie dozymetrii wdychania oraz absorpcji przez skórę. Otrzymane wyniki będą pomocne przy opracowywaniu ekonomicznie opłacalnych strategii redukcji narażenia na zanieczyszczenia, a tym samym - ochrony zdrowia człowieka;
4. połączenie narażenia człowieka na pyły i różnego rodzaju zanieczyszczenia gazowe znajdujące się w pomieszczeniach zamkniętych z modelem mechanicznego i fizjologicznego wdychania oraz badaniami nad wchłanianiem przez skórę. Opracowywany aktualnie dozymetryczny model mechanicznego wdychania pyłów i zanieczyszczeń gazowych znajdzie zastosowanie przy dokonywaniu zintegrowanej oceny i analizy narażenia. Ponieważ pyły znajdujące się w pomieszczeniach zamkniętych oraz na zewnątrz posiadają różne właściwości fizycz-



Rys. 3. Zróżnicowanie sezonowe (zima-lato) dobowej dawki PM10 wchłanianej przez grupę testową mieszkańców Katowic

ne, istotne jest zrozumienie jaki wpływ mają powyższe różnice na układ oddechowy człowieka i dawkę wewnętrzną wprowadzoną do organizmu;

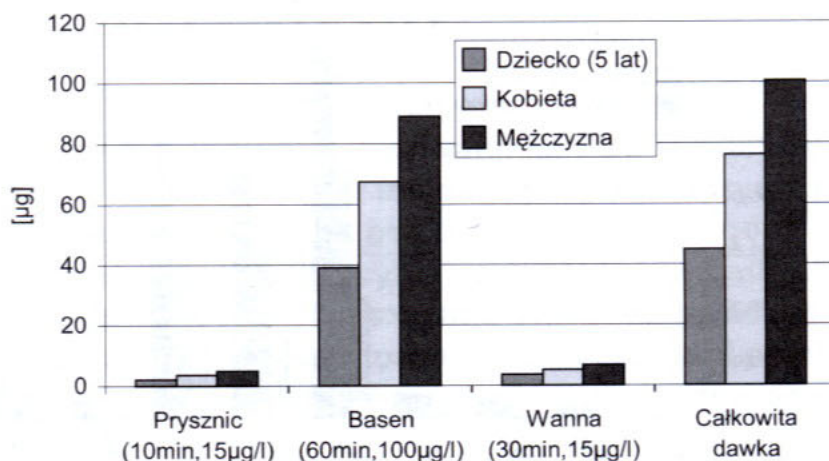
5. zastosowanie obecnych badań modelowych, prowadzonych w ramach niniejszego projektu w celu zademonstrowania funkcjonalności (studium aktualności) wyników pomiarów uzyskanych w poprzednich badaniach;
6. włączenie narzędzi modelowania narażenia do najnowszeo systemu zarządzania celem zademonstrowania możliwości badania narażenia człowieka w środowisku miejskim. System zarządzania zostanie przedstawiony służbom kierowniczym i administracyjnym, władzom lokalnym, kręgom społecznym i biznesowym;
7. aktywne zaangażowanie władz miejskich i organizacji społecznych w stosowanie systemu zarządzania jakością powietrza wraz z modułami narażenia; badania demonstracyjne w środowiskach miejskich na terenie Europy. Społeczeństwo zostanie zapoznane z możliwościami systemu zarządzania narażeniem/ryzykiem i poinformowane o drogach narażenia w środowiskach miejskich na terenie Europy;
8. poprawa jakości życia mieszkańców Europy na skutek lepszego zrozumienia konieczności dbania o czystość atmosfery i prawidłowe użytkowanie wody w środowisku miejskim.

Wyniki

W trakcie trzyletnich badań i prac międzynarodowego konsorcjum opracowane zostały trzy moduły pozwalające na:

- szacowanie stężeń pyłu PM10, PM2,5 i PM1 w pomieszczeniach;
- szacowanie godzinowej dawki frakcji PM wchłanianej do organizmu drogą inhalacyjną;

Zmienność dawki THM w zależności od wieku i płci mieszkańców



Rys. 4. Zmienność wchłanianej dawki chloroformu w zależności od wieku i płci oraz miejsca ekspozycji

- szacowanie godzinowej dawki chloroformu wchłanianej do organizmu drogą inhalacyjną i przez skórę.

Moduły te zostały zintegrowane z systemem zarządzania jakością powietrza AirQUIS, co umożliwia szacowanie dobowej dawki analizowanych zanieczyszczeń przez mieszkańców poruszających się na terenie miasta w ciągu dnia, a narażonych na stężenia pyłów w powietrzu otaczającym, w środkach transportu, w pomieszczeniach biurowych, szkołach, przedszkolach, a także w terenach rekreacyjnych.

Testowanie opracowanego narzędzia przeprowadzono dla Oslo (Norwegia), Haify (Izrael) oraz Katowic.

Wykonane przez Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych testy modułu narażenia dla miasta Katowice obejmowały:

- badania wymiany powietrza pomiędzy otoczeniem a pomieszczeniami zamkniętymi,
- badania składu frakcyjnego pyłu zawieszonego w powietrzu otaczającym oraz w pomieszczeniach zamkniętych na terenie Katowic,
- badania wpływu różnych wewnętrznych źródeł emisji na po-

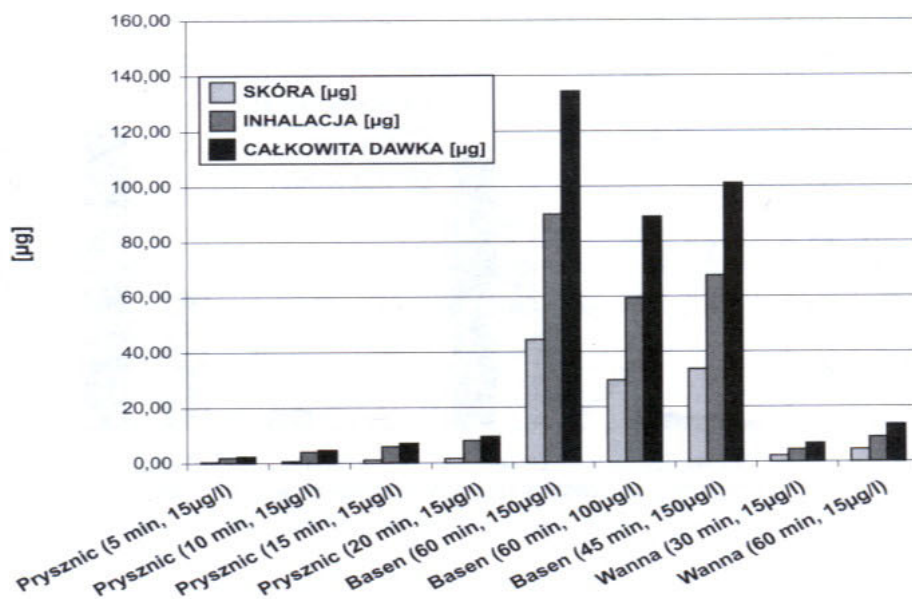
ziom stężeń poszczególnych frakcji pyłu w pomieszczeniach,

- określenie dawki pochłanianego pyłu przez różne grupy wiekowe mieszkańców Katowic w zależności od ich miejsc pobytu w ciągu doby, rodzaju używanych środków transportu, uruchamianych wewnętrznych źródeł emisji pyłów (kuchnie gazowe, odkurzenie, piece grzewcze, obecność zwierząt) i stylu życia (palenie papierosów, miejsce i rodzaj ćwiczeń relaksacyjnych),
- wchłanianie chloroformu zawartego w wodzie wodociągowej drogą oddechową i przez skórę podczas używania prysznica, kąpieli w wannie i korzystania z basenu.

Uzyskane dla wszystkich trzech miast wyniki testu modułu narażenia wykazały jednoznacznie, że:

- bez wewnętrznych źródeł emisji stężenia pyłu zawieszonego wewnątrz pomieszczeń są od 40 -70% niższe od stężeń w powietrzu otaczającym (rys.1),
- różnice w poziomie stężeń pyłu zawieszonego wewnątrz pomieszczeń bez pracy wewnętrznych źródeł emisji między testowanymi miastami wynikały z różnic w stężeniach tego zanieczyszczenia w powietrzu otaczającym oraz

Wielkość dawki chloroformu w zależności od sposobu korzystania z wody



Rys. 5. Drogi wchłaniania i wysokość wchłaniania chloroformu zawartego w wodzie wodociągowej

stanu technicznego budynków (wiek budynków, izolacja termiczna, szczelność okien),

- włączanie wewnętrznych źródeł emisji powodowało nawet 10-krotny wzrost stężenia pyłu zawieszonego wewnątrz pomieszczeń,
- największy wpływ na kształtowanie poziomu stężeń pyłu zawieszonego wewnątrz pomieszczeń, a tym samym na wchłanianie dawki tego zanieczyszczenia mają piece węglowe (rys.1),
- nieco mniejszy wpływ na poziom stężeń pyłu zawieszonego wewnątrz pomieszczeń, a tym samym na wchłanianie dawki tego zanieczyszczenia ma palenie papierosów, a następnie praca kucharki gazowej (rys.1),
- również obecność zwierząt w pomieszczeniach wpływa na ponad półtora-krotny wzrost poziomu stężeń pyłu zawieszonego w pomieszczeniach, a tym samym na wzrost pochłanianej dawki tego zanieczyszczenia,
- wysokość wchłanianych dawek pyłu zawieszonego przez mieszkańców zależy jednak od rodzaju i czasu pracy wewnętrznych źródeł emisji oraz ich stylu życia (rys.2),
- wykonywanie ćwiczeń relaksacyjnych w pomieszczeniach, a także na wolnym powietrzu powoduje

wzrost wchłanianych dawek pyłu zawieszonego,

- dorośli mieszkańcy narażeni są na pochłanianie większych dawek pyłów (rys.3),
- spośród dorosłych mieszkańców miast bardziej narażeni na wchłanianie pyłów są mężczyźni,
- kobiety, młodzież i dzieci z racji fizjologicznych właściwości organizmów są narażeni na mniejsze dawki pochłanianego pyłu zawieszonego, niezależnie od miejsca zamieszkania, rodzaju i czasu pracy wewnętrznych źródeł emisji oraz stylu życia w porównaniu do męskiej części populacji,
- zawarty w wodzie wodociągowej chloroform jest wchłaniany zarówno drogą inhalacyjną, jak i przez skórę podczas czynności higienicznych oraz rekreacyjnych (rys.4),
- główną drogą narażenia na chloroform zawarty w wodzie jest system oddechowy (rys.5),
- zarówno podczas kąpieli pod prysznicem, w wannie, jak i w czasie korzystania z pływalni droga inhalacyjna ma zasadniczy udział w dobowej dawce chloroformu dostarczonej organizmowi,
- wysokość dobowej dawki chloroformu dla organizmu zależy od stężenia tego zanieczyszczenia w wodzie wodociągowej, czasu ekspozycji organizmu na działanie tego

zanieczyszczenia zarówno poprzez inhalację, jak i przez skórę, a także od wieku i płci mieszkańca.

Opracowane w ramach projektu narzędzie wspomagające procesy zarządzania jakością powietrza powinno być doskonałe przede wszystkim w kierunku poszerzenia listy zanieczyszczeń do szacowania dawek wchłanianych do organizmu, a także rozszerzenia charakterystyk wewnętrznych źródeł emisji.

Niemniej z przeprowadzonych w ramach projektu UE URBAN - EXPOSURE badań już wynika, że jakość powietrza w pomieszczeniach zamkniętych może w większym stop-

niu wpływać na narażenie zdrowia ludzi niż jakość powietrza atmosferycznego. Skoro więc wymierne stają się efekty realizowanych strategii międzynarodowych, krajowych i regionalnych w zakresie poprawy jakości powietrza atmosferycznego, konieczne jest zintensyfikowanie działań przede wszystkim na polu podnoszenia świadomości społeczeństwa o odpowiedzialności za jakość powietrza w pomieszczeniach, a także znaczenia stylu życia w narażeniu własnego zdrowia.

Udział polskiego partnera w tym projekcie pozwolił na uczestniczenie w tworzeniu nowego narzędzia, wzbogacenie wewnętrznych baz danych do modelowania narażenia o charakterystyki parametrów odpowiadających warunkom polskich mieszkań, a także o scenariusze dobowych zachowań mieszkańców dużych miast.

Janina Fudała
Instytut Ekologii
Terenów Uprzemysłowionych
Krajowy koordynator prac
w projekcie URBAN-EXPOSURE