

Prof. dr hab. inż. Marianna Czaplicka

Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN

Zabrze 25.10.2022

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Skotaka pt.

Metoda oceny jakości powietrza atmosferycznego uwzględniająca narażenie ludności na krótkookresową ekspozycję zanieczyszczeń

Głównym celem rozprawy doktorskiej było opracowanie metody oceny skutków narażenia krótkookresowego na wybrane zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, dla których prawnie określono wartości normatywne tj. pyłu zawieszonego PM_{2.5} i PM₁₀, ozonu troposferycznego (O₃), ditlenku azotu (NO₂), ditlenku siarki (SO₂) oraz tlenku węgla (CO). Natomiast cele szczegółowe obejmowały:

- ✓ Adaptację do warunków polskich jednej ze stosowanych w literaturze światowej metod szacowania skutków zdrowotnych w wyniku narażenia na powszechnie monitorowane zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, poprzez jej sparametryzowanie i uwzględnienie odpowiednich danych z kraju, z uwzględnieniem charakterystyki rozkładów stężeń wybranych zanieczyszczeń.
- ✓ Wskazanie możliwości bieżącego porównania jakości powietrza z uwzględnieniem ryzyka i wielkości potencjalnych skutków zdrowotnych powodowanych jego zanieczyszczeniem w różnych regionach kraju, w oparciu o jednolitą i sparametryzowaną metodę uwzględniającą istotne – ze zdrowotnego punktu widzenia – zanieczyszczenia.
- ✓ Zapewnienie merytorycznego wkładu do opracowania w Polsce zasad komunikowania o ryzyku zdrowotnym wynikającym z krótkookresowego narażenia ludności na zanieczyszczenie powietrza (tzw. epizody smogowe) w różnych regionach kraju.

Doktorant w dezyderacie dowodził prawidłowość tezy badawczej wskazującej, że *możliwe jest opracowanie zunifikowanej metody oceny stanu zanieczyszczenia powietrza uwzględniającej aspekty zdrowotne wynikające z krótkookresowego narażenia ludności na główne zanieczyszczenia powietrza*. Należy zauważyć, że jako krótkookresowe narażenie Doktorant przyjął czas ekspozycji wybranej populacji na określone stężenia wybranych zanieczyszczeń powietrza w czasie nie krótszym niż 1 godzina i nie dłuższym niż 7 dni.

Zrealizowany przez mgr inż. Skotaka zakres pracy obejmował:

- ✓ Wybór (i) obszaru z uwzględnieniem podziału kraju na 7 makroregionów z wyodrębnieniem obszarów miast i poza miejskich na oraz (ii) okresu przeprowadzenia analiz tj. lat 2003–2017.
- ✓ Przegląd literatury naukowej oraz na jej podstawie wybór metody oceny krótkookresowego wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie wraz z identyfikacją niezbędnych danych do procedur szacowania takich jak: dobór odpowiednich wskaźników, czasów uśredniania, metod numerycznych, jak również opracowanie relacyjnych baz danych i niezbędnych algorytmów.
- ✓ Identyfikację populacji narażonej na zanieczyszczenie powietrza z uwzględnieniem charakteru populacji i jej wrażliwości, w tym wybór trzech skutków zdrowotnych dla których przeprowadzono analizy (zgony ogółem oraz zgony w wyniku chorób układu oddechowego i krążenia), zgromadzenie i przetworzenie wskaźników demograficznych i zdrowotnych zgodnie z podziałem Polski na obszary, przeprowadzenie analiz zmienności uzyskanych wyników w czasie i przestrzeni, przygotowanie zestawień danych do metody szacowania skutków związany z narażeniem populacji zamieszkującej dane makroregiony na wybrane zanieczyszczenia powietrza.
- ✓ Ocenę poziomu narażenia – ekspozycji na zanieczyszczenie powietrza - na wytypowane zanieczyszczenia powietrza tj. pył zawieszony PM10 i PM2.5, O₃ oraz NO₂, SO₂ i CO, oraz zgromadzenie i przetworzenie wyników pomiarów jakości powietrza ze stacji PMŚ
- ✓ Analizę literatury oraz opracowanie propozycji definicji epizodów podwyższonych stężeń zanieczyszczeń (tzw. epizodów smogowych) z uwzględnieniem ryzyka zdrowotnego.
- ✓ Analizę potencjalnych skutków zdrowotnych wynikających z krótkookresowego narażenia na zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego.

- ✓ Analizę literatury oraz wybór metodyki tworzenia zdrowotnego indeksu jakości powietrza.

Rozprawa ma charakter interdyscyplinarny, gdyż łączy dwie dyscypliny nauki: ochronę środowiska i ochronę zdrowia.

W pierwszej części pracy Doktorant przedstawił obszerny przegląd literatury tematu odnosząc się do publikacji światowych, głównie USA. Przedstawił różne modele szacowania skutków zdrowotnych związanych z zanieczyszczaniem powietrza, wskazując jednocześnie ich ograniczenia. W części teoretycznej mgr inż. Skotak charakteryzował również rodzaje badań epidemiologicznych wykorzystywanych do określenia związków przyczynowo–skutkowych krótkookresowego narażenia wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie oraz przegląd stosowanych metod i wskaźników zdrowotnych ocen jakości powietrza.

W drugiej części natomiast, przedstawiono praktyczny sposób wykorzystania zaproponowanej metody do tworzenia zdrowotnych indeksów jakości powietrza w oparciu o wyniki pomiarów prowadzonych na stacjonarnych stacjach referencyjnych publikowane przez Państwowy Monitoring Środowiska GIOŚ.

Koncepcja rozprawy przyjęta przez Doktoranta, na podstawie przeglądu literatury tematu, wynikała z wymagań oceny ryzyka zdrowotnego związanego z zanieczyszczeniem powietrza zgodnej z procedurą matematycznego szacowania powiązanych ze sobą procesów Air Pollution – Health Risk Assessment (AP–HRA) obejmującej: (i) identyfikację wielkości populacji narażonej na zanieczyszczenie powietrza z uwzględnieniem charakteru tej populacji, w tym grup wiekowych, płci oraz wielkości populacji wrażliwej, (ii) ocenę poziomu narażenia danej populacji, z uwzględnieniem jakości powietrza, (iii) analizę potencjalnych skutków zdrowotnych wynikających z narażenia na zanieczyszczenie powietrza, w tym identyfikację potencjalnych skutków związanych z danym zanieczyszczeniem powietrza w danej populacji oraz wyborem odpowiednich procedur oszacowania ryzyka dla danego zanieczyszczenia oraz analizowanego skutku zdrowotnego.

Wytypowany przez Doktoranta model zastosowano do stworzonej bazy danych stężeń PM_{2.5}; PM₁₀, NO₂, SO₂, CO, O₃ w powietrzu dla całej Polski z uwzględnieniem podziału kraju na 7 makroregionów oraz dwa typy obszaru (miasta i obszar poza nimi) obejmującej lata 2003–2017. Ponadto oszacowano wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie dla dobowego narażenia mieszkańców populacji generalnej i trzech oczekiwanych skutków zdrowotnych, tj.

przedwczesnych zgonów ogółem oraz zgonów w wyniku chorób układu krążenia i oddechowego. Doktorant zaproponował dwie nowe definicje identyfikacji epizodów wysokich stężeń uwzględniające ryzyko zdrowotne oraz wykonał analizę w zakresie oceny skutków zdrowotnych podczas epizodów smogowych. Należy zauważyć, że zaproponowana w rozprawie metoda uwzględnia najnowsze wyniki badań epidemiologicznych prowadzonych w ujęciu oceny ryzyka względnego sześciu wspomnianych powyżej zanieczyszczeń powietrza.

Na podstawie otrzymanych wyników oraz przy przyjętych przez Doktoranta założeniach, jako praktyczną propozycję wykorzystania analiz związanych z krótkookresowym narażeniem na zanieczyszczenie powietrza, opracował propozycję zdrowotnego indeksu jakości powietrza dla Polski. Mgr inż. Skotak tworząc indeks wykorzystał wskaźnik ryzyka względnego (RR), który zmodyfikował. Jednak jak sam zauważa, przedstawione w pracy propozycje informują o jakości powietrza przy 24-godzinnym czasie uśredniania stężeń. W ramach rozprawy Doktorant zaproponował nowe prozdrowotne kryteria występowania epizodów podwyższonych stężeń, tzw. epizodów smogowych. W propozycji definicji epizodów uwzględnił dwa kryteria tj. (i) rekomendowane przez WHO wartości celów pośrednich oraz (ii) wskaźniki ryzyka względnego RR zgodnie z najnowszymi światowymi propozycjami. Ponadto w pracy przedstawiono również praktyczne możliwości zastosowania proponowanej metody szacowania skutków zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w postaci zdrowotnych indeksów jakości powietrza. Mgr inż. Skotak zaproponował dwie metody wyznaczenia tego typu indeksów dla Polski uwzględniające poziom ryzyka zgonu oraz analizowanych w pracy rodzajów skutków zdrowotnych. Zaproponowane w pracy indeksy zdrowotne porównał z europejskim indeksem jakości powietrza. Analiza danych otrzymanych przy zastosowaniu modelu opartego o AP-HRA do oceny ryzyka zdrowotnego związanego z zanieczyszczeniem powietrza wykazała następujące zależności:

- skutki zdrowotne związane z narażeniem krótkookresowym na zanieczyszczenia powietrza wskazują na nierównomierne ich rozłożenie w kraju.
- najwyższą liczbę przedwczesnych zgonów ogółem zaobserwowano dla makroregionu Południowego, szczególnie zauważalną dla pyłu PM_{2.5} i PM₁₀ oraz NO₂ i SO₂.
- najniższe skutki zdrowotne dla pyłu PM_{2.5}, PM₁₀ i NO₂ dotyczą makroregionu Południowo-Zachodniego, dla O₃ i SO₂ – makroregionu Północnego, zaś dla CO – Północno-Zachodniego.

- najmniejsze różnice w ujęciu skutków zdrowotnych pomiędzy makroregionami zaobserwowano dla O₃.
- wysokie wartości liczby przedwczesnych zgonów dla chorób układu oddechowego w wyniku narażenia na pył zawieszony PM_{2.5} i PM₁₀ występowały w przypadku makroregionu Województwo Mazowieckie.
- największą liczbę przedwczesnych zgonów obserwowanych podczas epizodów podwyższonych stężeń zanieczyszczeń dla analizowanych skutków zdrowotnych tj. chorób układu krążenia, oddechowego, zaobserwowano dla pyłu PM_{2.5}, co potwierdza dominujący wpływ tego zanieczyszczenia na zdrowie

Ponadto uzyskane wyniki wskazują, że dla pyłu PM_{2.5}, PM₁₀ oraz NO₂ i SO₂, górna granica przedziałów dla jakości powietrza oznaczanej jako „bardzo dobra” jest wyższa w przypadku indeksu UE. Doktorant zwraca również uwagę na bardzo dużą różnicę dla przedziałów „bardzo zła” i „ekstremalnie zła” w indeksie EU dla SO₂. Inną tendencję zaobserwował w przypadku O₃, dla przedziałów niskich stężeń, gdzie indeks UE wskazuje na ostrzejsze kryteria niż dla indeksów zaproponowanych w pracy.

Szczegółowa analiza uzyskanych korelacji stała się podstawą sformułowania przez Doktoranta 9 wniosków o różnym stopniu uszczegółowienia, z czego w mojej ocenie najistotniejsze to:

1. Stosując koncepcję oceny ryzyka zdrowotnego AP-HRA związanego z zanieczyszczeniem powietrza atmosferycznego, możliwe było opracowanie oraz zaadoptowanie do warunków Polski zunifikowanej metody oceny stanu zanieczyszczenia powietrza w ujęciu zdrowotnym, co potwierdza przyjętą w pracy tezę.
2. Zła jakość powietrza atmosferycznego w Polsce prowadzi do wymiernych skutków zdrowotnych związanych z krótkookresowym narażeniem, które są niższe niż wynikające z narażenia długookresowego. Pomimo tego, skutki krótkookresowego narażenia nie powinny być pomijane w ocenach jakości powietrza.
3. Najpoważniejsze skutki zdrowotne (definiowane liczbą przedwczesnych zgonów) związane z krótkookresowym (dobowym) narażeniem na zanieczyszczenie powietrza dotyczą pyłu zawieszzonego PM_{2.5}.
4. Skutki zdrowotne związane z narażeniem krótkookresowym na zanieczyszczenia powietrza nie są równomiernie rozłożone przestrzennie, co wynika nie tylko z rozkładu stężeń poszczególnych zanieczyszczeni powietrza atmosferycznego w Polsce, ale również z wielkości

narażonej populacji oraz jej podatności na dane zanieczyszczenie (definiowanie wskaźnikami zdrowotnymi i udziałem grup wrażliwych w populacji narażonej).

5. Zastosowana w pracy metoda umożliwia sformułowanie nowych, prozdrowotnych definicji wartości granicznych występowania epizodów podwyższonych stężeń, tzw. epizodów smogowych.

6. Zastosowana w pracy metoda umożliwia zaproponowanie zdrowotnych indeksów jakości powietrza dla Polski.

Podjęta przez Doktoranta tematyka poszerza możliwości wykorzystania modeli matematycznych do oceny wpływu jakości powietrza na jakość życia. Należy zauważyć, że stosowanie modeli w przypadku zanieczyszczenia powietrza napotyka na szereg trudności, głównie ze względu na niepełną wiedzę na temat powiązań zanieczyszczenia powietrza ze zdrowiem, a jednoczesna ocena ryzyka występujących w powietrzu atmosferycznym wielu zanieczyszczeń nadal stanowi nierozwiązany problem. Mgr inż. Skotak we wstępie opisał liczne modele wykorzystywane do oceny wpływu jakości powietrza na jakość życia, lecz nie wyjaśnił jakie przesłanki skłoniły go do wyboru modelu AP-HRA. Jak we wstępie zauważył Doktorant badania kohortowe są najbardziej istotnym rodzajem badań epidemiologicznych, dlatego też rodzi się pytanie, czy Doktorant podjął próbę zweryfikowania modelu na podstawie tego typu badań?

Niemniej jednak należy podkreślić, że wdrożenie przedstawionej metody oraz opracowanie dla niej procedur stosowania w przyszłości, może nie tylko stanowić uzupełnienie przyjętych modeli zarządzania jakością powietrza, ale również umożliwić wiarygodną i skwantyfikowaną ocenę jakości powietrza atmosferycznego w ujęciu ryzyka dla zdrowia oraz dostarczyć argumenty dla decydentów w celu podejmowania optymalnych działań zmierzających do ograniczenia ryzyka zdrowotnego w relatywnie szybkim czasie.

Reasumując, uważam, że praca wykonana przez mgr inż. Krzysztofa Skotaka spełnia wymagania stawiane pracom przy ubieganiu się o stopień naukowy doktora i wnioskuje o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

