

dr hab. inż. Agnieszka Ziernicka-Wojtaszek, prof. URK
Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja
w Krakowie

Motto:

*Nie lubię miasta...
Miasto!...to ciemny, nieczysty przedsiónek,
Którego niebo, dymem okopcone,
Nie zna jutrzeńki, nie zna wschodu słońca,
Ani rozumie, co śpiewa skowronek.*

Cyprian Kamil Norwid
Wspomnienie wioski (fragment)

*Powietrze na zewnątrz hal przylotów jest duszne i parne
Droga do miasta (...z lotniska) prowadzi przez 55 kilometrów smogu i monotonnego betonu.*

Norman Davies
Na krańce świata. Podróż historyka przez historię.
Przekład Elżbieta Tabakowska.
Znak Horyzont.
Kraków 2017, str. 587-588.

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr. inż. Roberta Sobolewskiego
pt.: „Ocena warunków aerosanitarnych i biotopoklimatycznych Legnicy
dla potrzeb kształtowania terenów zieleni”

Recenzję sporządzono na zlecenie Pana prof. dr. hab. inż. Krzysztofa Pulikowskiego Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z dnia 28 września 2022 r.

Wprowadzenie, rys historyczny problemu

Uczelnie rolnicze, dziś w większości przekształcone w uniwersytety przyrodnicze, podejmują coraz częściej także problematykę obszarów zurbanizowanych. Przybywa ludności miejskiej w skali światowej i w Polsce. W okresie powojennym ludność miejska Polski stanowiła około 30% ogółu ludności, aby po systematycznym wzroście w latach 90. XX wieku osiągnąć 60%. Odsetek ten utrzymuje się w przybliżeniu do chwili obecnej. Największe miasta na świecie liczą kilkanaście milionów ludności, a największe – Tokio 30 milionów. W Belgii 97% ludności mieszka w miastach. Innym problemem w skali światowej i w Polsce jest rozlewanie, rozpełzanie się miast. Wspomniane zjawisko obciąża środowisko naturalne – m.in. generuje smog transportowy oraz smog związany z ogrzewaniem domów.

Niedogodności i uciążliwości życia, zwłaszcza w wielkich miastach, były likwidowane i niwelowane z sukcesem, choć w nielicznych przypadkach, już na początku XX wieku

w ramach realizacji przez ówczesnych urbanistów tzw. miast ogrodów, a od lat 30. i w okresie powojennym w ramach realizacji postulatów tzw. Karty Ateńskiej.

W wielu dużych miastach i ośrodkach przemysłowych w Polsce wystąpiły, nie od razu ujawniane na skutek cenzury informacji, obszary ekologicznego zagrożenia, czyli tereny, na których występuje duża koncentracja uciążliwych zagrożeń, mocno zaawansowana degradacja środowiska, często połączone ze złym stanem sanitarnym i zagrożeniem zdrowia. W latach 1983–1985 wyodrębniono 27 takich obszarów. W 1992 roku zajmowały one 35 000 km², tj. prawie 1/10 terytorium Polski. Spośród tych 27 obszarów 4 uznano za rejony o wyjątkowo silnej degradacji. Są to: Górnośląski Okręg Przemysłowy, Legnicko-Głogowski Okręg Miedziowy, zespół miejski Krakowa oraz obszar Zatoki Puckiej i Gdańskiej.

W ostatnich latach, dokładniej w roku 2013, wobec intensyfikacji globalnego ocieplenia zaznaczającego się wyraźnie od lat 80. XX wieku, rząd RP przyjął opracowany przez Ministerstwo Środowiska „Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030”. Kształtowanie miejskiej polityki przestrzennej uwzględniającej zmiany klimatu uznano w nim za jedno z kluczowych działań. W związku z tym Ministerstwo Środowiska podjęło decyzję o przygotowaniu planów adaptacji do zmian klimatu dla 44 największych ośrodków miejskich, w których mieszka aż 30% ludności Polski – w przybliżeniu połowa ludności miejskiej.

Legnica, leżąca w najcieplejszym regionie Polski, jest jednym z tych miast o ludności przekraczającej 100 000 mieszkańców objętych wspomnianym planem. Podstawą wszystkich działań jest świadomość, że adaptacja do zmian klimatu jest równoznaczna z ochroną zdrowia mieszkańców, a w wielu przypadkach również życia. Dalsze działania proekologiczne podejmowane są w ramach wspólnoty unijnej pod hasłami zrównoważonego rozwoju, Zielonego Ładu i gospodarki nisko lub zeroemisyjnej.

Przedstawiona do recenzji praca łączy problematykę zanieczyszczenia powietrza w Legnicy z warunkami biotopoklimatycznymi. Wyniki tych badań służą do kształtowania terenów zielonych w tym mieście.

Układ rozprawy

Oceniana rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Roberta Sobolewskiego liczy 242 strony maszynopisu, zawiera 61 tabel, 53 ryciny i 238 pozycji literatury. Układ obszernej rozprawy jest typowy dla przyrodniczo-technicznych prac naukowych. Zawiera więc kolejno przewidziane w tego rodzaju pracach rozdziały, jak: Wstęp, Hipotezy i cele, Przegląd literatury, Charakterystyka obszaru badań, Materiał i metody, Wyniki, Dyskusja, Podsumowanie i wnioski, Spis cytowanej literatury, Streszczenie, Abstrakt w języku angielskim, Spis tabel i Spis rycin. Pod tym względem przedstawiona do recenzji praca spełnia wymogi dysertacji doktorskiej. Niektóre ważniejsze rozdziały dzielą się ze względu na przedstawione kolejne treści merytoryczne na podrozdziały, a niektóre podrozdziały mają jeszcze swoje podpunkty. Czyni to pracę bardziej przejrzystą i łatwiejszą w odbiorze.

Należy tutaj wspomnieć o istnieniu w pracy rozdziałów nie zawsze spotykanych w rozprawach doktorskich. I tak, przed Wstępem słusznie zamieszczony został nienumerowany „Wykaz ważniejszych skrótów użytych w pracy”. Po Przeglądzie literatury zamieszczono rozdział 4 „Definicje najważniejszych pojęć stosowanych w pracy”. Moim zdaniem, mógłby on być zamieszczony nie jako merytoryczny rozdział 4, lecz jako nienumerowany, po wykazie najważniejszych skrótów użytych w pracy. Tak samo potrzebny rozdział 6 (1/2 strony) „Strategia rozwoju miasta Legnicy” mógłby z powodzeniem być włączony jako końcowy akapit w rozdziale 5 „Charakterystyka obszaru badań”. Ostatni, merytoryczny i bardzo ważny, rozdział 11 „Zalecenia i rekomendacje” nie wiadomo dlaczego, znalazł się na samym końcu,

po Podsumowaniu i wnioskach. Przypuszczam, że Autor chciał w ten sposób rozdzielić część przyrodniczą – poznawczą, od części praktycznej – inżynierskiej.

Przedstawione tu uwagi natury dyskusyjnej nie umniejszają wartości pracy, są tylko sugestią do rozważenia i przedyskutowania ewentualnie w szerszym gronie przy przygotowywaniu publikacji do druku.

I jeszcze jedna zasadnicza uwaga odnośnie do generalnego układu pracy. Niezależnie od liczby, numeracji i kolejności poszczególnych rozdziałów, układ pracy w jej części zwłaszcza dotyczącej Przeglądu literatury, Materiałów i metod, Wyników, Dyskusji i Wniosków zamyka się w trzech powiązanych i ściśle ze sobą połączonych tytułowych słowach kluczowych: warunki aerosanitarne – biotopoklimat – kształtowanie zieleni miejskiej na terenie miasta Legnicy. Parafrazując terminologię z teorii malarstwa, rzeźby czy literatury, jest to przykład doskonałego tryptyku, czyli dzieła naukowego składającego się z trzech części połączonych wspólnym tematem. Stanowi to dodatkowy zasadniczy walor pracy w czasach, gdy wiedza podąża bardziej w kierunku dalszego jej dzielenia i specjalizacji, niż syntezy.

Na zakończenie tego rozdziału warto zwrócić uwagę na stronę tuż za tytułem pracy poświęconą podziękowaniom. Wyrażono na niej wdzięczność rodzinie – rodzicom, licznym mistrzom i kolegom oraz serdecznemu koledze. Mistrzów jest pięcioro – to nie tylko promotorzy, ale także bliżsi czy dalsi współpracownicy. Są życzliwi koledzy doktoranci, w większości już wypromowani doktorzy. To nie układ: kierownicy i pracownicy, jak w kulturze korporacyjnej, a tradycyjna, kształtowana przez wieki wspólnotowa kultura akademicka, w której są mistrzowie, nie kierownicy, i w której następuje kształcenie następców, a nie zatrudnianie personelu.

Uniwersytet, zespół powiązany bardziej czy mniej formalnymi więzami, w którym odbywa się *„kształcenie młodej kadry naukowej, [...] polega na tym, że obowiązkiem starszych i wyżej ulokowanych w hierarchii jest przygotowanie swoich własnych następców. A dokładniej chodzi o to, aby dzielić się własnymi osiągnięciami badawczymi, pokazywać warsztat naukowy, techniki i metody badawcze, uczyć odnajdywania, selekcjonowania i interpretowania informacji, wdrażać do samodzielnego stawiania i rozwiązywania problemów, wpajać pasję naukowych poszukiwań i ciekawość poznawczą”* (Piotr Sztompka. Uniwersytet współczesny: zderzenie dwóch kultur. Nauka 1/2014, s. 7–18). Taką akademicką, życzliwą, solidną i skuteczną atmosferę tworzenia tej pracy czuje się w podziękowaniach na wstępie.

Zastosowane piśmiennictwo

Zacytowane piśmiennictwo liczy 238 pozycji, w większości anglojęzycznych. Pozycje polskie stanowią tylko 16% ogólnej liczby prac. Rozkład czasowy cytowanych publikacji cechuje się asymetrią lewostronną, ponieważ większa ich część przyjmuje wartości powyżej przeciętnej lub inaczej – wydłużone lewe ramię. Najczęstszymi są publikacje z lat 2014–2016 – 27%. Ostatnie pochodzą z roku 2020. Inne dane statystyczne tego typu: publikacje XXI-wieczne stanowią 94,5% cytowanych publikacji, po roku 2010 aż 67,8%. Świadczy to o tym, że Autor korzystał z najnowszych wiadomości z interesujących go dziedzin wiedzy.

Cytowane czasopisma bez względu na liczbę cytowań – nie wliczono tu bardzo nielicznych pozycji książkowych, materiałów konferencyjnych, źródeł natury statystycznej, informacji internetowych itp., to:

Acta Geographica Lodziensia, Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, Aerosol and Air Quality Research, Agricultural and Forest Meteorology, American Journal of Epidemiology, American Journal of Public Health, American Review of Respiratory Disease, Applied Ecology and Environmental Research, Arboricultural Journal, Architectural Science Review, Archives of Environmental Protection, Atmosphere, Atmospheric Chemistry and Physics, Atmospheric Environment, Atmospheric Pollution Research, Atmospheric Research,

Boundary-Layer Meteorology, Building and Environment,
 Challenges of Modern Technology, Chemical and Physical Meteorology, Chemosphere,
 Climate Sciences,
 Diabetologia,
 Ecological Applications, Ecological Chemistry and Engineering, Ekologia i Technika,
 Energy and Buildings, Energy Procedia, Environment International, Environmental Health
 Perspectives, Environmental Monitoring and Assessment, Environmental Pollution,
 Environmental Research, Environmental Science and Pollution Research, Environmental
 Science & Technology, Experimental Thermal and Fluid Science,
 Folia Geographica Socio-Oeconomica, Forests,
 Geographia Polonica, Geomatics and Environmental Engineering, Global Journal of
 Science Frontier Research Chemistry, Global NEST Journal,
 Hungarian Geographical Bulletin,
 Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, International Journal of Biometeorology,
 International Journal of Climatology, International Journal of Environment and Pollution,
 International Journal of Molecular Sciences, International Journal of Phytoremediation,
 Journal of Applied Meteorology and Climatology, Journal of Arboriculture, Journal of
 Central South University, Journal of Elementology, Journal of Environmental Management,
 Journal of Environmental Quality, Journal of Environmental Sciences, Journal of Geophysical
 Research: Atmospheres, Journal of Hydrology, Journal of Public Health,
 Landscape and Ecological Engineering, Landscape and Urban Planning,
 Maedica – a Journal of Clinical Medicine,
 Nature Communications, Nauka,
 Plant, Cell & Environment, Policy in Practice, Polish Journal of Environmental Studies,
 Polish Journal of Natural Sciences, Prace i Studia Geograficzne, Procedia Engineering,
 Procedia Environmental Sciences, Procedia Social and Behavioral Sciences, Przegląd
 Geofizyczny, Przegląd Geograficzny, ProScience, Pure and Applied Geophysics,
 Quaestiones Geographicae,
 Renewable Energy, Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Rocznik
 Ochrona Środowiska,
 Science of the Total Environment, Solar Energy, Stochastic Environmental Research
 and Risk Assessment, Sustainable Cities and Society, Sustainability,
 The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information
 Sciences, Theoretical and Applied Climatology,
 Unasylva, Urban Climate, Urban Development Issues, Urban Ecosystems, Urban
 Forestry & Urban Greening, Urban Science,
 Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie.

Analizowane pozycje literatury można podzielić na 3 zasadnicze działy: pierwszy to
 pozycje na temat charakterystyki środowiska atmosferycznego terenów miejskich, ze
 szczególnym zwróceniem uwagi na występujące zanieczyszczenia, drugi – bioklimatyczny –
 dotyczy wpływu warunków środowiska atmosferycznego na człowieka, trzeci związany jest
 z rolą zieleni w kształtowaniu jakości powietrza i komfortu termicznego na terenach miejskich.

Pobieżny tylko przegląd tytułów świadczy o tym, że Autor porusza się doskonale
 w bardzo szerokim światowym spektrum wiedzy meteorologicznej, aerosanitarnej,
 biometeorologicznej i medycznej, ekologii miasta i urbanistyki, zagadnień zieleni miejskiej.
 Doktorant potrafi poruszone zagadnienia nie tylko opisać, ale i umiejętnie połączyć.

Prawidłowo dobrana bibliografia cytowana w rozprawie świadczy o dobrym
 przygotowaniu teoretycznym Doktoranta do prowadzenia badań naukowych w zakresie
 mieszczącym się w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska. Mgr inż. Robert
 Sobolewski cytuje 2 artykuły, których jest współautorem, ale nie są to jego jedyne publikacje.

Cel pracy

Można zauważyć, że problematyka współczesnych, antropogenicznych zmian klimatu w sferze działań praktycznych – mitygacji i adaptacji do tychże zmian, zawiera się w dwu zagadnieniach. Na obszarach wiejskich jest to problem przede wszystkim suszy, na obszarach miejskich uciążliwości związanych z występowaniem czy współwystępowaniem niekorzystnych warunków aerosanitarnych i biometeorologicznych. Monitoring suszy rolniczej prowadzony jest między innymi przez IUNG, natomiast zagadnienia redukcji zanieczyszczeń, poprawy warunków biometeorologicznych i warunków życia przynajmniej w tych największych, ponad stutysięcznych, miastach rozwiązywane są przez ambitne, podjęte w 2013 roku przez Ministerstwo Środowiska, przedsięwzięcie opracowania planów adaptacji do zmian klimatu dla 44 polskich największych ośrodków miejskich, w których mieszka 30% ludności Polski. Autor rozprawy poszedł tą drugą drogą. Tematyka Jego rozprawy doktorskiej jest szczegółowym autorskim uzupełnieniem, a jednocześnie równoległym działaniem do przedsięwzięć prowadzonych w tym kierunku – adaptacji do zmian klimatu w mieście Legnica. Dlatego też cel pracy sformułowany przez Doktoranta w czterech zasadniczych punktach (z pominięciem w tym miejscu uszczegółowień celów zawartych w stosownych podpunktach) jako:

- ocena warunków aerosanitarnych i biotopoklimatycznych w Legnicy,
- ocena możliwości zastosowania wskaźników bioklimatycznych do analizy warunków aerosanitarnych,
- identyfikacja obszarów problemowych w zakresie zastosowania rozwiązań mających na celu poprawę warunków aerosanitarnych i biotopoklimatycznych,
- opracowanie zasad kształtowania powierzchni biologicznie czynnej w kontekście poprawy warunków biotopoklimatycznych i aerosanitarnych,

jest trafnym sprecyzowaniem celów przedstawionej do recenzji pracy i doskonale mieści się w dziedzinie zainteresowań naukowych dyscypliny ochrona i kształtowanie środowiska. Środowiskiem w tym przypadku jest konkretnie środowisko obszarów miejskich, a dokładniej – wielkomiejskich.

Metody badawcze

Pozyskane i wykorzystane materiały zostały opracowane w zależności od ich specyfiki w obszernym 26-stronicowym rozdziale 7: „Materiały i metody”. Trudno ocenić szczegółowo, jaki to był ów zbiór danych. Generalnie oceniając, był to zbiór olbrzymi, niewyobrażalny. W przeważającej większości pierwotne materiały były wartościami godzinnymi. Można przyjąć, że opracowywano 4 zanieczyszczenia, 5 elementów meteorologicznych i 6 wskaźników biometeorologicznych – razem 15 rodzajów danych. Jeśli przemnożyć te wartości przez 10 lat badań, 365 dni w roku i 24 godziny w ciągu doby, otrzymamy wartość ponad milion trzysta tysięcy danych. A nie był tu wliczany pył i operacje związane z obliczaniem skomplikowanych wskaźników biometeorologicznych, ani operacje związane z opracowaniami kartograficznymi.

Trzeba to jakoś krótko ocenić. Należy zaznaczyć, że pomiary elementów meteorologicznych do celów charakterystyki klimatu są prowadzone na całym świecie według standardów Światowej Organizacji Meteorologicznej. Jeśli obserwacje i pomiary elementów meteorologicznych są prowadzone nie tylko przez IMGW, ale – jak w tym przypadku – również przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska, trzeba je czasem dostosować – ujednoczyć do standardów WMO. Należy sprawdzić kompletność danych, w miarę możliwości uzupełnić braki. Autor przedstawionej do recenzji pracy przeszedł przez te etapy. Opisał także rodzaje użytych czujników do rejestrowania wartości wykorzystanych w pracy

elementów meteorologicznych, analizatorów, poborników i pyłomierzy służących do pomiaru zanieczyszczeń. Przy analizie zanieczyszczeń wyszczególnił metody pomiaru, techniki analityczne, urządzenia pomiarowe i urządzenia poboru. Był to pierwszy etap: zebrania wiarygodnych materiałów.

Idąc dalej, trzeba było zastosować odpowiednie metody statystyczne, graficzne i opisowe do charakterystyk zanieczyszczeń i wskaźników biometeorologicznych, przedstawić te dane w ich zmienności sezonowej, miesięcznej i godzinnej w porach roku, obliczyć i przedstawić je w postaci nie tylko średnich, ale i różnych miar położenia jak kwartył 1, mediana, kwartył 3, wartość maksymalna. I Autor pracy to wszystko wykonał. Na uwagę zasługują kolorowe wykresy ilustrujące zwłaszcza dynamikę dobową zjawisk, ułatwiające czytanie tekstu.

Zauważyć także należy doskonałe opanowanie i prawidłowe zastosowanie niezbędnych w tego typu pracach metod statystycznych, jak: przekształcanie w razie potrzeby istniejących rozkładów do rozkładu normalnego, stosowanie różnych miar położenia jak kwartył 1, mediana, kwartył 3, percentyl 90%, kwartył 4, analizy częstości, wartości ekstremalnych, amplitud, korelacja liniowa Pearsona, równania regresji wielorakiej z określeniem poziomów istotności, współczynników determinacji i błędów estymacji, analiza skupień i algorytmu k-średnich, mapy (diagramy) izolinowe. Doktorant dysponuje i biegle posługuje się niezbędnymi programami, jak Statistica 12 i Microsoft Office Excel Professional Plus 2007.

Omówienie wyników badań

W dużym skrócie treść poszczególnych rozdziałów wyników badań można przedstawić w poniższej charakterystyce:

8.1. Zmienność pierwotnych zanieczyszczeń gazowych

Badano zmienność stężeń SO_2 , NO_2 i CO w aspekcie zmienności sezonowej, miesięcznej i dobowej (wartości godzinowe), z uwzględnieniem różnych statystycznych miar położenia i przyjętych przedziałów wielkości stężeń, kierunków wiatru z uwzględnieniem stacji i okresów badawczych.

8.2. Zmienność wtórnego zanieczyszczenia gazowego

Podobnie jak dla stężeń SO_2 , NO_2 i CO , badano zmienność stężeń O_3 , dodatkowo analizowano częstość występowania 4 przedziałów stężeń dla poszczególnych godzin w dni gorące i upalne latem 2011–2014.

8.3. Zanieczyszczenia pyłowe – struktura czasowa

Przedstawiono częstość dobowych przedziałów stężeń PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$ z uwzględnieniem miar położenia w poszczególnych miesiącach oraz mapy (diagramy) izolinowe oceny częstości godzinnych stężeń NO_2 i CO zimą, wiosną i jesienią podczas dni, w których stężenia pyłów występowały według opracowanych wcześniej przedziałów wartości.

8.4. Warunki bioklimatyczne

Scharakteryzowano wskaźniki: temperatury efektywnej (TE) i efektywno-radiacyjnej (TRE) dla lata oraz dla miesięcy od maja do września, wartości godzinne, wskaźniki temperatury odczuwalnej (STI) i fizjologicznie odczuwalnej (PST) w porach roku, miesiącach i przebiegu godzinnym, a także stres zimna i gorąca na podstawie wskaźnika stresu termofizjologicznego (PhS) oraz uniwersalny wskaźnik odczuć cieplnych (UTCI) w porach roku, miesiącach i w przebiegu godzinnym. Przedstawiono warunki meteorologiczne towarzyszące maksymalnym i minimalnym wartościom wymienionych 6 wskaźników w poszczególnych godzinach doby latem, a także częstość występowania odczuć cieplnych w oparciu o 6 wskaźników w poszczególnych godzinach podczas dni upalnych i gorących latem.

8.5. Zanieczyszczenia powietrza a warunki bioklimatyczne

Oceniono częstości występowania bodźców termicznych zimą, wiosną, latem, jesienią w oparciu o wskaźniki STI, PST, PhS i UCI, przy zróżnicowanych warunkach aerosanitarnych. Z uwagi na dużą frekwencję występowania niekorzystnych warunków termicznych przy wysokich stężeniach O₃, określoną na podstawie wskaźnika PhS, w oparciu o mapy izoliniowe dokonano oceny przebiegu jego wartości minimalnych oraz różnicy dobowej pomiędzy wartością minimalną a maksymalną w poszczególnych dniach miesiący letnich. Scharakteryzowano wartości maksymalne O₃ i NO₂ w poszczególnych godzinach latem wraz z towarzyszącymi im warunkami meteorologicznymi i bioklimatycznymi. Przedstawiono odczucia cieplne przy różnych stężeniach pyłów PM₁₀. Określono zależność pomiędzy stężeniami O₃ a NO₂ w poszczególnych godzinach analizowanych pór roku i zaprezentowano model regresji kroczącej wielorakiej pomiędzy O₃ a elementami meteorologicznymi i wskaźnikami bioklimatycznymi (TE, TRE, STI, PST, PhS, UCI) z udziałem NO₂ w poszczególnych godzinach pór roku.

8.6. Charakterystyka powierzchni czynnych w granicach miasta

Scharakteryzowano zróżnicowanie 10 powierzchni czynnych według 8 stron świata i w zasięgu 12 500 metrowych promieni.

8.7. Wpływ powierzchni czynnych na poziom zanieczyszczenia ozonu troposferycznego

Scharakteryzowano częstość docierania godzinnych stężeń O₃, w wyznaczonych zakresach, względem udziału powierzchni czynnych. Przedstawiono macierz korelacji między wyznaczonymi zakresami godzinnych stężeń O₃ a procentowym udziałem rodzaju powierzchni czynnej oraz równania regresji liniowej dla wybranych istotnie statystycznie zależności pomiędzy stężeniem O₃ a rodzajem powierzchni czynnej.

8.8. Próba klasyfikacji biotopoklimatów na podstawie rodzajów powierzchni czynnych

Za pomocą analizy skupień i metody k-średnich, w oparciu o test Fishera, wyznaczono 7 biotopoklimatów uwzględniających udział 10 kategorii powierzchni czynnych – w typie 2 najbardziej heterogenicznym wyróżniono dodatkowo pięć podtypów.

8.9. Rozmieszczenie biotopoklimatów i ich rola w strukturze miasta

Dokonano regionalizacji biotopoklimatów po przedstawieniu ich typologii w poprzednim rozdziale.

8.10. Charakterystyka udziału powierzchni biologicznie czynnych w poszczególnych typach i podtypach biotopoklimatów

W oparciu o średni procentowy udział ogólnej powierzchni biologicznie czynnej dokonano przyporządkowania biotopoklimatów do trzech głównych grup:

- 1) biotopoklimaty z dużym udziałem powierzchni biologicznie czynnej (>50%),
- 2) biotopoklimaty ze średnim udziałem powierzchni biologicznie czynnej (25–50%),
- 3) biotopoklimaty z niskim udziałem powierzchni biologicznie czynnej (<25%).

Dodatkowo wyodrębniono czwartą grupę: biotopoklimaty podporządkowane uprawom rolniczym.

11. Zalecenia i rekomendacje

Rekomendacje w zakresie kształtowania form zieleni na terenie Legnicy przedstawiono w formie wytycznych i odniesiono do wyróżnionych w pracy jednostek biotopoklimatycznych (tab. 61). Zalecenia podzielono na dwie kategorie działań: o charakterze wiodącym i o charakterze wspierającym. Działania o charakterze wiodącym mają na celu zwiększenie ogólnej powierzchni biologicznie czynnej w terenie poprzez wprowadzenie różnych form zieleni (wysokiej, niskiej, w tym zielonych ścian i dachów) w danej grupie biotopoklimatów. Działania o charakterze wspierającym mają na celu zwiększenie efektywności zieleni już istniejącej, poprzez jej większe zróżnicowanie lub zachowanie bez zmian w przeobrażanej przestrzeni.

Wyczerpujące treści poszczególnych rozdziałów można by dla większej jasności, przejrzystości i czytelności podzielić na trójstopniowe podrozdziały, co by uczyniło pracę

bardziej przejrzystą w praktycznym odbiorze. Warto zauważyć, że taki trójstopniowy podział stosowany jest w rozdziałach poświęconych przeglądowi literatury oraz materiałom i metodzie.

Możliwości praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań

Na uwagę zasługuje walor praktyczny uzyskanych wyników badań. Opracowanie może być wykorzystane w dokumentach planistycznych, np. związanych z procesem planowania terenów zieleni, miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego czy strategiach rozwoju miasta. Jeśli stosowne gremia uznają, że wyniki pracy mogą się przydać do realizacji dokumentu „Plan adaptacji miasta Legnicy do zmian klimatu do roku 2030”, to wiele na tym zyskają. Doktorant w osobnym rozdziale 11 „Wyniki” formułuje praktyczne zalecenia i rekomendacje. Zalecenia dzieli na dwie kategorie działań: o charakterze wiodącym i wspierającym. Rekomendacje w zakresie kształtowania form zieleni przedstawia w formie wytycznych.

Rozprawa ma jednak zdecydowanie charakter naukowy i stanowi ważne rozszerzenie aktualnego stanu wiedzy na temat warunków aerosanitarnych i biotopoklimatycznych terenów wielkomiejskich na przykładzie Legnicy. Za najważniejsze osiągnięcie o charakterze aplikacyjnym można uznać opracowanie uproszczonej mapy biotopoklimatycznej. Ocena biotopoklimatów pozwoli na zróżnicowanie powierzchni np. zabudowy osiedlowej pod kątem określenia obszarów bardziej i mniej wrażliwych na zmiany klimatu. Przyczyni się to do wyznaczania obszarów wymagających priorytetowych działań.

Oryginalność rozwiązania problemu badawczego

Przedstawiona do recenzji praca pozytywnie zaskakuje czytającego swoją nieschematycznością i niekonwencjonalnością. Wykonano już wiele prac na temat dynamiki poszczególnych czy kompleksu zanieczyszczeń różnych miejscowości i obszarów. Doskonale także rozwija się biometeorologia i bioklimatologia jako samodzielna gałąź nauki. Istnieje też wiele tego typu opracowań dla miejscowości cieszących się doskonałymi, sprzyjającymi warunkami biometeorologicznymi. Są to przede wszystkim renomowane miejscowości uzdrowiskowe. Ostatnio pojawiło się wiele prac promujących walory klimatyczne i bioklimatyczne dla rozwijającej się turystyki i agroturystyki, gdzie walory bioklimatyczne są jednymi z walorów środowiska obok walorów kulturowych i zagospodarowania turystycznego.

Oryginalność podejścia Autora polega po pierwsze na tym, że zajął się nie tylko tymi niesprzyjającymi czy raczej uciążliwymi warunkami aerosanitarnymi i bioklimatycznymi, ale przede wszystkim połączył zanieczyszczenia z niekorzystnymi warunkami biometeorologicznymi. Wysokie stężenia zanieczyszczeń powietrza często występują jednocześnie z ekstremalnymi warunkami meteorologicznymi i biometeorologicznymi, co w konsekwencji przekłada się to na dyskomfort termiczny i zdrowie mieszkańców. Dlatego na początku recenzji zostało umieszczone motto z N. Daviesa, który wysiadł z samolotu na dalekim kontynencie i stwierdził lapidarnie: „parno, smog i beton”.

Aby podkreślić oryginalność pracy Doktoranta i jego kompleksowe podejście, w przeciwieństwie do istniejących opracowań analitycznych zanieczyszczeń, warunków biometeorologicznych i zieleni, warto przytoczyć jeszcze jeden cytat trafnie podkreślający istotę rzeczy – kompleksowości. To fragment utworu Tuwima „Straszni mieszczanie” doskonale ilustrujący podejście odwrotne, „niekompleksowe”: *„I oto idą, zapięci szczelnie, / Patrzą na prawo, patrzą na lewo. / A patrząc – widzą wszystko oddzielnie / Że dom... że Stasiek... że koń... że drzewo...”*

Takich przykładów podobnych kompleksowych podejść w przeglądzie literatury światowej Autor podaje zaledwie 8 pozycji, w tym dwa polskie.

Poziom ogólnej wiedzy teoretycznej kandydata w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska

Recenzent na podstawie oryginalnie rozwiązanego problemu naukowego musi ocenić poziom ogólnej wiedzy teoretycznej kandydata w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska. Ta wiedza jest przecież sprawdzana przede wszystkim w trakcie stosownych egzaminów. Jest to zadanie trudne. Owa znajomość środowiska i jego ochrony przekracza możliwości jednego człowieka. Odnośnie tylko do środowiska, bez jego ochrony – „Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze” pod redakcją Leszka Starkla, biorąc tylko pod uwagę rozdział trzeci, „Współczesne środowisko przyrodnicze”, pisana była przez kilkunastu, blisko 20, specjalistów od różnych elementów tegoż środowiska. Nie ma takiego człowieka, który by był autorytetem w kwestii całego środowiska. W dokumencie „Adaptacja wrażliwych sektorów i obszarów Polski do zmian klimatu do roku 2070” pod redakcją prof. dr. hab. Macieja Sadowskiego każdy sektor czy obszar, a jest ich kilkanaście, opracowuje przeciętnie 6 specjalistów.

Po zapoznaniu się z treścią pracy stwierdzam, że Doktorant oryginalnie rozwiązując swój problem naukowy, wykazał przy okazji duży poziom ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska. Uzasadnienie: 1. W takich szczególnie rozdziałach pracy jak Wstęp, Przegląd literatury, Dyskusja Autor rozwiązując swój problem naukowy i rozpatruje go na tle dotychczasowych rozwiązań na całym świecie. Na str. 22 nie boi się użyć zwrotu „Badania prowadzone na całym świecie wskazują na wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka”. 2. Doktorant postrzega środowisko we wzajemnym powiązaniu jego elementów i wpływie na człowieka, wie, że skuteczne rozwiązania można zapewnić między innymi przez zwiększanie powierzchni terenów zielonych w miastach. Widzi kompleksowo, całościowo i szczegółowo, gdy jest taka potrzeba, i ogólnie, gdy tak należy. To podejście przejawia się szczególnie w powiązaniu warunków aerosanitarnych miast i warunków bioklimatycznych z rolą zieleni w poprawie tych warunków, co już podkreślano w rozdziale „Możliwości praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań”.

Umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Na koniec, po dokładnym zapoznaniu się z pracą, stwierdzam, że na tę część recenzji odpowiedź musi być zdecydowanie pozytywna. Uzasadniam to tym, że:

1. Problematyka pracy doktorskiej osadzona jest w aktualnych światowych, unijnych i polskich, wymagających pilnych przedsięwzięć i rozwiązań, problemach ochrony i kształtowania środowiska, w tym wypadku wielkomiejskiego, w zakresie poprawy warunków aerosanitarnych i przeciwdziałania warunkom biometeorologicznym groźnym dla samopoczucia i zdrowia człowieka, ich zwiększonej częstości występowania wraz z postępującym ociepleniem klimatu. Jednym ze skutecznych sposobów jest zwiększenie obszarów terenów zielonych, szczególnie zieleni wysokiej na obszarach miejskich.
2. Doktorant wykazał się bardzo dobrym opanowaniem warsztatu samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Praca zawiera: jasno postawiony cel i hipotezy robocze, aktualny stan badań światowych w zakresie problematyki pracy, opisane bardzo szczegółowo materiały i metody (tak aby praca – jak każda praca naukowa i jej wyniki – mogły być intersubiektywnie sprawdzalne, porównywalne i komunikowalne), wyniki, dyskusję, wnioski, literaturę.

3. Doktorant przedstawił i rozwiązał zaprezentowany problem naukowo-poznawczy. Podane wyniki wnoszą też coś nowego: na uwagę zasługuje powiązanie warunków biometeorologicznych z zanieczyszczeniami powietrza. Wysokie stężenie zanieczyszczeń powietrza często idzie w parze z ekstremalnymi warunkami meteorologicznymi, a w konsekwencji przekłada się na komfort termiczny i zdrowie mieszkańców terenów zabudowanych. Aby temu zapobiec, wytypowano obszary o niekorzystnych warunkach biotopoklimatycznych, dla których sformułowano zalecenia i rekomendacje mające na celu zwiększenie powierzchni biologicznie czynnych, które z kolei przyczynią się do poprawy warunków bioklimatycznych miasta. Praca ma więc oprócz waloru poznawczego konkretny aspekt praktyczny, co uzasadniono w rozdziale „Możliwości praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań”.
4. Doktorant potrafi skutecznie zaprezentować swoją pracę. W doskonale skonstruowanym jednostronicowym streszczeniu zawarł całą ponad dwustustronicową treść pracy. Nie wiem, dlaczego streszczenie jest na końcu, a nie na początku, tak jak zwykle w publikacjach. Być może obowiązują tu inne zwyczaje czy przepisy.

Powstała praca wartościowa o wynikach udokumentowanych licznymi testami statystycznymi, ilustrowana dużą liczbą czytelnych tabel, wykresów i fotografii, o dużym znaczeniu praktycznym, interdyscyplinarna, na pograniczu rozwoju regionalnego i lokalnego, architektury krajobrazu, zagospodarowania przestrzennego, turystyki, klimatologii i bioklimatologii. Mgr inż. Robert Sobolewski wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną mieszczącą się w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska. Stworzenie wiarygodnej bazy danych, jej analiza i poprawne wnioskowanie świadczą o umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktoranta. Stwierdzam, że poruszona tematyka pracy doktorskiej mieści się w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska.

Informacje o nieprawidłowościach, które się pojawiły w ocenianej rozprawie doktorskiej

Z obowiązku recenzenta muszę wykazać nieprawidłowości napotkane podczas czytania pracy. Przy ich wyliczaniu kierowałam się trzema klasycznymi zasadami, a więc: *primum non nocere* – „po pierwsze, nie szkodzić”. Generalna misja recenzji to przygotowanie następców recenzentów. Nie znaczy to, że za wszelką cenę i bez względu na wszystko. Nie straciły na aktualności słowa Mariana Hemara zawarte w utworze „Chleb kulikowski”, w tomie „Strofy lwowskie”: „*Do czyich rąk ostatni z nas / Odda chorągwi drzewce? Komu / Przekáže, gdy nadejdzie czas, / Aby ją cało niósł do domu? / Gdzie są te ręce, w które my / Oddamy nasze gwiazdy, szarfy / Pieśni, marzenia, struny, harfy, / Przysięgi, krzyże, wiersze, / Lwy?*”

Uwagi uwzględnione przy przygotowaniu pracy do druku poprawią jej jakość.

Wykazane nieprawidłowości są różnego rodzaju. Czasem przedstawiam propozycje, czasem własny punkt widzenia jako recenzenta, mniej lub bardziej różniący się od piszącego rozprawę. Można więc je traktować jako ewentualne propozycje do rozważenia według drugiej zasady *de gustibus non est disputandum* – „o gustach się nie dyskutuje”.

I trzecia zasada *errare humanum est* – „błądzić (mylić się) jest rzeczą ludzką”. Uważa się, że popełnianie błędów jest nieodłączną częścią ludzkiej natury, należy więc uczyć się na błędach, aby ich więcej nie popełniać. Wyliczanie owych nieprawidłowości następuje zgodnie z układem stron, chociaż mogłoby być tematycznie, ale tak łatwiej będzie poprawiać.

1. str. 1 tytułowa – dlaczego imię i nazwisko w dopełniaczu, a nie mianowniku, jak jest powszechnie przyjęte?

2. str. 2 – dlaczego pusta?
3. wszystkie strony – dlaczego po numerze strony innowacyjny dopisek „strona”?
4. w jakim celu nad tekstem na wszystkich stronach jest powtórzony tytuł pracy. Jeśli już – to czy nie lepiej by było, gdyby tam był numer kolejnego rozdziału i jego brzmienie (początek brzmienia)?
5. str. 4 – dlaczego pusta?
6. str. 5 – czy nie lepiej by się czytało, gdyby „OPIS” nie był wyśrodkowany?
7. str. 6 – dlaczego pusta?
8. str. 7 – w spisie tabel i rycin są kropki wiodące do strony, tu na odmianę nie ma, nie ułatwia to czytania
9. str. 7 – czy zaprezentowany spis treści pod względem graficznym (wcięcia lub ich brak) jest najlepszym rozwiązaniem, proszę porównać inne układy spisów
10. str. 7 i 8 – czy w rozdziale 8 „Wyniki” trójczłonowe, trójcyfrowe podrozdziały nie uczyniłyby pracy bardziej czytelną?
11. str. 8 – czy rozdział 11 „Zalecenia i rekomendacje” nie byłby bardziej właściwy przed dyskusją, podsumowaniem i wnioskami?
12. str. 8 – czy bibliografia zwyczajowo nie powinna być bez numeracji, jak spis tabel i rycin?
13. str. 9 – dlaczego tekst zaczyna się od małego wcięcia akapitowego, a nie normalnego?
14. str. 9 – 3 razy „i”, 4 razy „w” na końcu wiersza – podobno nie jest to mile widziane
15. str. 9 – czy „Wstępu” nie da się podzielić przynajmniej na dwie myśli oddzielone wcięciem akapitowym?
16. str. 10 – dlaczego pusta?
17. str. 12 – dlaczego pusta?
18. str. 13 „Gong i in. 2015 ...badając udokumentowano...” – powinno być „udokumentowali”
19. str. 40 – rozdział 4 – czy nie lepiej go umieścić po skrótach na początku pracy, bo raczej nie jest to kolejny rozdział merytoryczny
20. str. 42 – na początku tekstu „Charakterystyka obszaru badań” dobrze by było się powołać na usytuowanie Legnicy na tle regionów fizycznogeograficznych Kondrackiego
21. str. 42 – „PONE dla miasta Legnicy 2013” – brak w literaturze
22. str. 42 – środek strony – liczba dni z pokrywą śnieżną w styczniu, lutym, kwietniu i grudniu, czyżby w marcu pokrywa śnieżna nie występowała?
23. str. 44 – „POŚM, do 2020 r.” – brak w literaturze
24. str. 45 – rozdział „Strategia rozwoju miasta Legnicy” (pół strony) – czy nie włączyć jej do rozdziału 5 „Charakterystyka obszaru badań”?
25. str. 66 – koniec strony – „Dla średnich dobowych wartości temperatury i wilgotności względnej powietrza wykonano równanie regresji wielorakiej kroczącej dla poszczególnych miesięcy wielolecia” – czy wiadomo, o co tu chodzi?
26. str. 72 – „Wyniki” i str. 73. Na tych dwu stronach użyto w sumie 26 razy terminu „wyznaczono” – na jakiej podstawie „wyznaczono”? I czy chodzi o wyznaczenie, czy po prostu o wystąpienie, występowanie?
27. str. 84 dół i str. 85 – terminy „najwyższe i najniższe maksymalne wartości” – czy nie można by tego wyrazić w inny sposób?
28. str. 95 – w legendzie ryciny nr 11 dotyczącej zimy są: godziny zamiast godziny
29. str. 113 w. 2 i 4 g. – chyba pomyłony napływ mas powietrza z kierunkiem wiatru. Są to dwie różne rzeczy. Owszem, taką analizę zależności zanieczyszczeń i warunków biometeorologicznych w zależności od rodzaju układów barycznych i kierunku spływu mas powietrza, a może i rozdzielających je frontów można by przeprowadzić, ale to temat osobnej publikacji. Gdzieś w 1/3 strony od dołu termin „napływ zanieczyszczeń ze E”
30. str. 113, 114 i początek 115 – kilka razy wymieniony kierunek wiatru ES, dalej prawidłowo SE

31. str. 123 – początek – tytuł tabeli „w porach roku” – a w tabeli miesiące...
32. str. 129 – pod rysunkami – „W celu analizy rozkładu przestrzennego i czasowego” – gdzie jest opisany rozkład przestrzenny?
33. str. 129 – dół – „napływały masy powietrza” – raczej chodzi tu o kierunek wiatru
34. str. 131 – środek – „Wraz z napływem... ze E”...
35. str. 138 – pod koniec w. 3 d. „Mapy izolinowe” – może wykresy, diagramy, nie mapy?
36. str. 147 – wiersz pierwszy tekstu „wykonano m.in.” – zły początek. Dalej te m.in. są opisane. Dlaczego wybrano te m.in.? To skutek tego, że w podrozdziale nie ma w żaden sposób zaznaczonych podpodrozdziałów, czy kolejnych analizowanych problemów zaakcentowanych, uwidocznionych w inny sposób. Inaczej może trzeba zacząć ...
37. str. 148 – początek – w. 2 g. – czy „odmiennie”, a może tylko „inaczej”. To sugeruje, że według jednego wskaźnika zimno, według drugiego ciepło lub gorąco
38. str. 154 – góra – najpierw powołanie na tabelę 38, później 37. Dlaczego nie w kolejności, tylko odwrotnie?
39. str. 160 – podpis pod rys. 39 – „w oparciu o wskaźniki PhS” – czyli: „ilu was? – raz”, to samo na str. 161 – podpis pod rysunkiem. Wzięło się to z poprzednich tabel, w których analizowano po dwa wskaźniki
40. str. 165 – to tylko przykład – takich sytuacji jest dużo więcej. Chodzi o to (a może to celowa działalność, aby zmusić czytającego do baaaaaardzo uważnego czytania). Strona pisana „jednym ciągiem”, a w środku aż prosi się wcięcie akapitowe, gdy kończymy czytać O₃, a przechodzimy do NO₂. Dyskusja, ponad 4-stronicowa, też jest tak napisana, niepodzielona na żadne akapity. Takowe czytający sam musi sobie ustalić i najlepiej w tekście jakoś zaznaczać
41. str. 169 – środek – trzeci rodzaj wcięcia akapitowego – wcięcie; małe, normalne i duże. A praktykuje się jeden rodzaj, ten normalny
42. str. 176, 177, 181, 182, 183 – błąd w nazwie – jest Persona, Personal; powinno być Pearsona
43. str. 178 – w. 7 g. – „warty uwagi” – podobno poprawnie jest „wart uwagi”
44. str. 179 – w. 4 g. – „r mniejsze od 0,69”, a w tabeli jest większe
45. str. 187 – przed środkiem – „w większym? stopniu” ????????????? (wskoczył pytajnik)
46. str. 187 – w. 7 d. – „Różnica zależności” – czy nie można tego zastąpić innym wyrażeniem?
47. str. 191 – środek – „W okresie od kwietnia do sierpnia zależności pomiędzy pyłem zawieszonym PM₁₀ a elementami meteorologicznymi były słabsze od średnich dobowych wartości wskaźników bioklimatycznych” – czy by tego bardziej zgrabnie nie wyrazić?
48. str. 194 – pod koniec – kierunek napływu mas powietrza to niezupełnie to, co kierunek wiatru
49. str. 199 – tab. 56 – opis typów – wiersz pierwszy tabeli. Mamy typy 1,0 2,0 3,0 4,0 0,5 0,6 0,7 ?????????????????? – coś tu w komputerze przeskoczyło
50. str. 199 – środek – Termin „tereny gruntowe”, nie tylko w tym miejscu. Czy nie można użyć innego określenia? Jakoś trudno to sobie wyobrazić. W klasyfikacji Corine Land Cover nie mogę takowych znaleźć pod tą nazwą
51. str. 199 – środek – błąd w nazwie czasopisma – jest Cornine Land Cover, powinno być: Corine Land Cover
52. str. 216 – kolumna ostatnia środek – „Nieużytki” – niefortunne wyrażenie „nagrzewanie się temperatury otoczenia” – więc temperatura się nagrzewa, temperatura się oziębia – to samo dalej str. 217 „parkingi” tam też temperatura się nagrzewa...?
53. str. 225 – błąd w nazwie czasopisma – Global Journal of Scientific Frontier in Research and Chemistry – powinno być Global Journal of Science Frontier Research Chemistry
54. Czy nie warto w charakterystyce warunków aerosanitarnych odnieść się do obowiązujących norm, poziomów ostrzegawczych i alarmowania?

55. Czy nie lepiej by było, gdyby strony były numerowane na końcu wierszy, a nie na zmianę lewa–prawa?

Na pewno nie są to wszystkie nieprawidłowości. Recenzent też człowiek i funkcjonuje według trzeciej wymienionej wyżej zasady. Przy przygotowaniu pracy do druku warto jeszcze raz całą pracę bardzo uważnie przeczytać osobiście i poprosić o przeczytanie inne osoby, z branży i spoza niej. Jeśli przepisy by na to pozwalały, najchętniej wykaz nieprawidłowości umieściłabym pod P.S. po pozytywnej konkluzji.

Biorąc pod uwagę wszystkie poruszone powyżej aspekty stwierdzam, że tematyka recenzowanej rozprawy doktorskiej mgr. inż. Roberta Sobolewskiego pt.: „Ocena warunków aerosanitarnych i biotopoklimatycznych Legnicy dla potrzeb kształtowania terenów zieleni” mieści się w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska. Stosownie do art. 14 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jedn. Dz. U. 2017 poz. 1789) przedkładam Radzie Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu wniosek o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.


.....
dr hab. inż. Agnieszka Ziernicka-Wojtaszek, prof. URK

Kraków, 12 grudnia 2022 r.