

Warszawa, 21 września 2022r.

dr hab. inż. Tomasz Rozbicki

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Instytut Inżynierii Środowiska
Katedra Hydrologii, Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Recenzja rozprawy doktorskiej mgra inż. Arkadiusza Głogowskiego

„Changes in the bioclimate of the Kłodzko region with special regard to health resorts”

„Zmiany bioklimatu Ziemi Kłodzkiej ze szczególnym uwzględnieniem uzdrowisk”

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji rozprawy doktorskiej i dorobku naukowego mgr. inż. Arkadiusza Głogowskiego jest Uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z dnia 13 lipca 2022r.

2. Treść rozprawy

Rozprawa doktorska Pana mgra inż. Arkadiusz Głogowskiego zatytułowana „*Changes in the bioclimate of the Kłodzko region with special regard to health resorts*” (Zmiany bioklimatu Ziemi Kłodzkiej ze szczególnym uwzględnieniem uzdrowisk) poruszająca zagadnienia biometeorologii i bioklimatu a także w szerszym aspekcie zmian klimatycznych i dynamiki czynników klimatotwórczych wpisuje się ściśle w tematykę naukową Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji i w dyscyplinę ochrona i kształtowanie środowiska.

Ze względu na pełne przedstawienie dorobku naukowego Pana mgr. inż. Arkadiusza Głogowskiego w zakresie badań nad bioklimatem miast uzdrowiskowych Ziemi Kłodzkiej przyjęto taki układ dysertacji, że obok samej rozprawy dołączono publikacje, zbieżne z

tematyką pracy, w których Doktorant jest autorem lub współautorem. Pierwsza część dysertacji stanowiąca jednolitą całość obejmuje wstęp, charakterystykę materiału i metody badawczej jest pewnym rodzajem wprowadzenia w tematykę i zakres badań. Zawiera także podsumowanie i wnioski.

W rozdziale „Wstęp” Autor przedstawia klimat Województwa Dolnośląskiego opierając swoją charakterystykę w na podstawie klasyfikacji podanej przez dwa źródła. W przypadku podziału przyjętego przez Kosibę dominującą rolę w kształtowaniu warunków klimatycznych odgrywają typy pogody natomiast ze względu na duże zróżnicowanie topograficzne i ekofizjograficzne Ziemi Kłodzkiej w pracy przedstawiono także podział na regiony i piętra klimatyczne wg Schmucka i Wosia. W ostatniej części „Wstępu” Doktorant precyzuje główne i szczegółowe cele badawcze dysertacji. Mgr in. A. Głogowski zaliczył do nich:

- Analizę porównawczą warunków biometeorologicznych miejscowości uzdrowiskowych położonych w Kotlinie Kłodzkiej na podstawie wieloletnich pomiarów meteorologicznych oraz własnych badań wykonanych w trakcie studiów doktoranckich;
- Poznanie trendów zmienności warunków bioklimatycznych regionu w okresie od 1966 do 2020 roku oraz ich makroskalowych cyrkulacyjnych uwarunkowań oraz
- Zbudowanie modelu matematycznego umożliwiającego rekonstrukcję i prognozowanie warunków biometeorologicznych dla tych miejscowości, w których pomiary zostały przerwane lub nie ma danych historycznych.

Realizacja wymienionych głównych celów badawczych została przeprowadzona poprzez cele szczegółowe:

- Analizę wpływu wskaźników cyrkulacyjnych NAO i AMO na dynamikę długoterminowych oddziaływań bioklimatycznych;
- Analizę zmienności wskaźnika UTCI w różnych epokach cyrkulacyjnych;
- Zbadanie związków między warunkami panującymi na różnych stacjach meteorologicznych w regionie;
- Opracowanie stochastyczno-deterministycznego modelu rekonstrukcji i prognozy warunków meteorologicznych i biometeorologicznych oraz zastosowanie tego modelu do miejscowości uzdrowiskowych położonych w Kotlinie Kłodzkiej.

W dalszej części dysertacji przedstawione są wskaźniki używane do charakterystyki warunków biometeorologicznych i bioklimatycznych. W tym miejscu należy zwrócić uwagę, że biometeorologia, jako dziedzina meteorologii stosowanej wyodrębniła się na potrzeby oceny oddziaływania pogody na organizm człowieka - jego zdrowie i komfort a więc właśnie

pod kątem oceny atrakcyjności turystycznej i podkreślenia walorów uzdrowiskowych miast i regionów. Później wskaźniki oceny wpływu powietrza na organizm człowieka znalazły swoje zastosowanie w innych dziedzinach np. w wentylacji i klimatyzacji do oceny i kształtowania warunków atmosferycznych w pomieszczeniach zamkniętych, w urbanistyce i planowaniu przestrzennym do oceny wpływu zagospodarowania przestrzennego miast i struktury zabudowy na komfort człowieka i tym samym szukania możliwości wzmacniania wpływu pozytywnych bodźców klimatycznych i łagodzenia negatywnych. W tym historycznym kontekście wybór tematyki pracy jest sięgnięciem do źródeł bioklimatologii. Z drugiej strony zawarte w pracy zagadnienia zmian klimatu w różnej skali i wykorzystanie wskaźników biometeorologicznych do oceny takich zmian a także zastosowanie modeli matematycznych jako narzędzia badawczego ukazują tematykę jako rozwojową a rozprawa ma także charakter perspektywiczny. Odzwierciedla to przegląd literatury, który w tej części dysertacji jest wykonany przekrojowo z dużą wnikliwością. Jako pozycje bibliograficzne pojawiają się publikacje źródłowe dla klimatologii polskiej i światowej takie jak: Haldane, J. (1905); Walker, G. T. (1924); Vernon, H. M. (1932); Kosiba (1948); Flohn (1957); Schmuck, A. (1960) a obok nich artykuły z bieżącego roku Marsz A. i in. (2022); i z ostatnich lat: Bednorz E., Tomczyk M. (2021) oraz dwa współautorskie manuskrypty Arkadiusza Głogowskiego z roku 2020 i 2021.

W dalszej części tego rozdziału Autor przedstawia różne stosowane wskaźniki biometeorologiczne. Jak zaznacza, większość z nich nie może być stosowana dla okresu całego roku, zawierają inne parametry meteorologiczne i m.in. z tych powodów nie można ich porównywać ze sobą. Parametrem, który uważany jest za najlepiej opisujący oddziaływanie pogody i klimatu na organizm człowieka jest wskaźnik UTCI (*Universal Thermal Climatic Index*). Dobrze on odzwierciedla dynamikę zmian pogodowych i zmienność klimatu zwłaszcza klimatu umiarkowanego przejściowego jaki występuje w Polsce. Kolejne części pracy zawierają przegląd zastosowania wskaźnika UTCI w badaniach w Polsce i na świecie skupiając się na jego zastosowaniach w ocenie warunków w uzdrowiskach.

Ważną częścią pracy jest analiza procesów klimatotwórczych determinujących warunki panujące w obszarze Kotliny Kłodzkiej. Szczególną uwagę poświęcono zjawisku cyrkulacji atmosferycznej, co prawda kształtującej warunki pogodowe i klimatyczne w makroskali kontynentu europejskiego ale w sposób oczywisty wpływającej na analizowany obszar. Jednym z najlepiej rozpoznanych i najdłużej badanych wskaźników cyrkulacyjnych jest wskaźnik NAO (*North Atlantic Oscillation*) związany ze wzajemnym oddziaływaniem stałych układów barycznych kontynentu europejskiego Niżu Islandzkiego i Wyżu

Azorskiego. Szczegółowa charakterystyka tego wskaźnika: jego forma, sposób wyznaczania, znaczenie dla klimatu Europy, sposoby oceny i interpretacji i to, w jaki sposób jego oddziaływanie przekłada się na bioklimat Polski południowo-zachodniej zostały obszernie opisane w rozdziale 1.4. O ile wskaźnik NAO jest makroskalowym czynnikiem klimatotwórczym, to drugi z przedstawionych czynników – wymiana ciepła może odnosić się do różnej skali od miko- do makroskali. Istotnym elementem powodującym, że wymiana ciepła została uwzględniona w rozprawie jako czynnik klimatotwórczy jest fakt, że wskaźnik UTCI bazuje na bilansie cieplnym człowieka i obliczenie UTCI wymaga zestawienia równania takiego bilansu. Zarówno bilans energetyczny powierzchni czynnej jak i bilans cieplny ciała człowieka zostały przedstawione w rozdziale 1.5.

Pierwsza, jednolita część dysertacji będąca wprowadzeniem do pracy zawiera 10 rysunków, 2 tabele oraz 132 pozycje literatury.

Na drugą część rozprawy składa się pięć artykułów opublikowanych w recenzowanych czasopismach i stanowiących spójną całość, która dopełnia charakterystykę materiału i metod, rozwija tematykę badawczą i prezentuje szczegółowe wyniki i wnioski. Publikacje wyszczególnione przez Doktoranta zostały dołączone w całości do rozprawy i stanowią jej integralną całość. Zaliczono do nich:

1. Czernecki B., Głogowski A., Nowosad J. 2020: Climate: An R Package to Access Free In-Situ Meteorological and Hydrological Datasets For Environmental Assessment.

Sustainability, 394, pp. 12, DOI: 10.3390/su12010394

2. Głogowski A., Bryś K., Bryś T. 2020: Influence of NAO on forming the UTCI index in Kłodzko. Theoretical and Applied Climatology, 142, pp.1555–1567, DOI: 10.1007/s00704-020-03340-y

3. Głogowski A., Bryś K., Perona P. 2021: Bioclimatic conditions of the Lower Silesia region (SouthWest Poland) from 1966-2017. International Journal of Biometeorology, 65, pp. 1515-1527, DOI: 10.1007/s00484-020-01970-5

4. Głogowski A., Perona P., Bryś K., Bryś T. 2021: Nonlinear reconstruction of bioclimatic outdoor environment dynamics for the Lower Silesia region (SW Poland). International Journal of Biometeorology, 65, pp.1189-1203, DOI: 10.1007/s00484-021-02101-4

5. Głogowski A., Perona P., Bryś K., Bryś T. 2022: Changes of Bioclimatic Conditions in the Kłodzko Region (SW Poland). Sustainability, 14(11), 6770, DOI: 10.3390/su14116770

Powyższe artykuły poza tym, że zostały dołączone w swojej oryginalnej postaci są dodatkowo przybliżone w sposób syntetyczny w rozdziale 3 „Content of publications”. Pierwszy z artykułów przedstawia możliwości pracy z danymi meteorologicznymi, metodyką

ich pozyskiwania z różnych baz danych oraz wyszukiwania stacji zlokalizowanych w obszarze badań. Ta publikacja jest ważnym uzupełnieniem części dotyczącej materiału i metody badawczej. W artykule drugim przeanalizowano zmienność warunków klimatycznych i bioklimatycznych wyrażonych za pomocą elementów meteorologicznych oraz indeksu UTCI na tle wskaźnika NAO. Okres badawczy został podzielony na dwie grupy, z których jedna reprezentowała dodatnią wartość tego wskaźnika NAO a druga ujemną. Analizowano wpływ NAO zarówno na UTCI jak i poszczególne elementy meteorologiczne takie jak temperatura powietrza, prędkość wiatru, ciśnienie pary wodnej i zachmurzenie. Stwierdzono, że istnieje związek między badanymi parametrami a najsilniejsza korelacja wystąpiła w przypadku temperatury i wskaźnika UTCI w okresie zimowym (grudzień – marzec). Publikacje wymienione jako trzecia i piąta są rozwinięciem tej tematyki. W artykule trzecim badano przestrzenne zróżnicowanie warunków bioklimatycznych na Dolnym Śląsku. Dla każdej analizowanej stacji w regionie obliczono wskaźnik UTCI. Stwierdzono synchroniczne fluktuacje tego wskaźnika pokazane przez wysokie współczynniki korelacji. Ważną konkluzją tej analizy jest to, że rekonstrukcja wskaźnika UTCI przy użyciu liniowej metody autoregresyjnej daje lepsze wyniki gdy określa się UTCI bezpośrednio niż jego rekonstrukcja na podstawie pojedynczych zmiennych. Wykonano także analizę bioklimatu czterech stacji leżących w Kotlinie Kłodzkiej w miejscowościach uzdrowiskowych. Warunki bioklimatyczne w badanych okresach nie wykazały anomalii zarówno w przypadku występowania klas stresu termicznego jak i przebiegów rocznych. Warunki te oceniono w dwóch epokach cyrkulacyjnych E w latach 1980-1988 i W w latach 1989-2006. Stwierdzono, że epoka W charakteryzuje się wyższymi wartościami UTCI niż epoka E. Zawarta w nich jest analiza przestrzenna elementów meteorologicznych odrębnie oraz wskaźnika UTCI. Podjęto także próbę zrekonstruowania temperatury powietrza, jako głównego czynnika wpływającego na bodźcowość wskaźników bioklimatycznych. Wykazano, że model przedstawiony dla Wrocławia na podstawie danych 1891-2007 można aplikować w regionie Ziemi Kłodzkiej, po wcześniejszym dopasowaniu różnic w wysokości nad poziomem morza. Model trendu wieloletniego w bardzo dokładny sposób przybliży nieliniową zmienność klimatu w ujęciu wieloletnim. W opracowaniu czwartym dotyczącym nieliniowej rekonstrukcji dynamiki bioklimatycznej wykorzystano analizę szeregów czasowych i metody identyfikacji systemów nieliniowych do oceny warunków bioklimatycznych środowiska zewnętrznego na podstawie analizy długich historycznych zapisów danych meteorologicznych: temperatury powietrza, opadów atmosferycznych i usłonecznienia. Dla określonego w pracy modelu przeprowadzono analizę stabilności, wyznaczono punkty równowagi i określono ich charakter. W dalszej

części pracy wykonano rekonstrukcję warunków bioklimatycznych w 3 różnych symulacjach prędkości wiatru, na podstawie której stwierdzono, że wskaźnik UTCI zachował swoją oscylację, jednak na wymuszone zmienione warunki prędkości wiatru wykazywał pewne nieciągłości w przebiegu wieloletnim.

Wszystkie pięć artykułów, które mgr inż. Głogowski dołączył do dysertacji wpisują się ściśle w tematykę pracy i każdy z nich przyczynia się do realizację postawionych przez niego celów badawczych.

Warto dodać, że w rozprawie podane są dodatkowo informacje o czterech innych publikacjach, które nie zostały włączone do dysertacji gdyż nie dotyczą bezpośrednio tematyki badawczej. Artykuły te rozszerzają jednak informację o dorobku naukowym mgra inż. Arkadiusza Głogowskiego, o jego szerszym spektrum zainteresowań w dziedzinie meteorologii i klimatologii (1 i 2) a także zastosowań meteorologii w kształtowaniu i inżynierii środowiska (3 i 4). Są to:

1. Bryś K., Bryś T., Głogowski A. 2019: Long-wave radiation balances of the south-west Poland. E3S Web of Conferences 116, doi.org/10.1051/e3sconf/201911600013
2. Bryś K., Bryś T., Ojrzyńska H., Sayegh M. A., Głogowski A. 2020: Variability and role of long-wave radiation fluxes in the formation of net radiation and thermal features of grassy and bare soil active surfaces in Wrocław. Science of the Total Environment 747, doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141192
3. Solecka I., Bothmer D., Głogowski A. 2019. Recognizing Landscapes for the Purpose of Sustainable Development—Experiences from Poland. Sustainability 2019, 11, 3429; doi:10.3390/su11123429
4. Misiewicz J., Głogowski A., Lejcuś K., Marczak D. 2020: The Characteristics of Swelling Pressure for Superabsorbent Polymer and Soil Mixtures. Materials 2020, 13, 5071; doi:10.3390/ma13225071

Rozprawę doktorską kończą cztery wnioski udokumentowane uzyskanymi w pracy wynikami oraz także ujęte w cztery punkty perspektywy kontynuacji i rozszerzenia badań. Do najważniejszych wniosków wynikających z rozprawy należy zaliczyć stwierdzenia, że warunki bioklimatyczne Ziemi Kłodzkiej są zbieżne z oscylacjami NAO w cyklu sezonowym i w cyklu długofalowym AMO, zwłaszcza w okresie zimy a więc w jednym z najkorzystniejszych okresów turystycznych regionu; udało się utworzyć model umożliwiający rekonstrukcję i prognozowanie warunków biometeorologicznych dla uzdrowisk Ziemi Kłodzkiej. W oparciu o opracowaną metodykę, która prowadzi do lepszego zrozumienia zmian bioklimatu Ziemi Kłodzkiej przyszłe prace będą koncentrować się na udoskonaleniu

istniejącego modelu. W celu zwiększenia dokładności opracowanego modelu należy rozszerzyć badania o kolejne czynniki, które bezpośrednio wpływają na zmiany klimatu, takie jak inne zjawiska makroskalowe czy działalność antropogeniczna.

3. Ocena rozprawy

Układ pracy, pomimo podziału na część wstępną i dołączone artykuły naukowe jest spójny i klarowny. Ogólne i szczegółowe cele pracy a także hipotezy badawcze sformułowane są w sposób jasny i precyzyjny. Dysertacja napisana jest w języku angielskim. Jako osoba posługująca się tym językiem w pracy naukowej i dydaktycznej ale nie będąca *native speakerem* nie podejmuję się oceny języka czy też wychwycenia drobnych błędów stylistycznych. W mojej opinii język jest poprawny a treść przekazywana jest w sposób komunikatywny. Z drugiej strony znaczną część dysertacji stanowią opublikowane artykuły, które podlegały już ocenie, także językowej.

W kontekście sprecyzowanego tytułu rozprawy przyjęte przez Doktoranta cele, metody badawcze a także analizę uważam za właściwe. Wykorzystane w całej pracy, rozumianej jako jednolity tekst dysertacji wraz z załączonymi publikacjami rzeczywiste dane meteorologiczne, syntetyczne dane meteorologiczne, analiza statystyczna wyników i zastosowany aparat matematyczny są wystarczające do zweryfikowania postawionych hipotez. Wnioski końcowe są odzwierciedleniem uzyskanych wyników.

Ogólne i szczegółowe uwagi do pracy oraz pytania do Doktoranta zostały zamieszczone w załącznikach.

4. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując, przedstawioną do recenzji rozprawę doktorską Pana mgr inż. Arkadiusza Głogowskiego zatytułowaną „*Changes in the bioclimate of the Kłodzko region with special regard to health resorts*” (Zmiany bioklimatu Ziemi Kłodzkiej ze szczególnym uwzględnieniem uzdrowisk) oceniam jako bardzo wartościową. Jak wspomniano w pierwszych słowach recenzji temat badawczy podjęty przez Doktoranta wpisuje się w zakres tematyki naukowej Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu oraz w dyscyplinę ochrona i kształtowanie środowiska. Autor rozprawy wykazał się bardzo dobrą znajomością badanego zagadnienia; wnikliwie przeprowadził przegląd literatury przedmiotu. Określenie celu, zaplanowanie i realizacja

badan wymagały odpowiedniego przygotowania, nakładu pracy a także wiedzy z zakresu klimatologii, biometeorologii, operowania bazami danych i modelowania matematycznego. Wnioskowanie jest poprawne i cechuje się wysokim poziomem merytorycznym, co także potwierdza dużą wiedzę i umiejętności Doktoranta a także potwierdza innowacyjność rozprawy. Zaprezentowane w dysertacji wyniki, poza naukową wartością poznawczą posiadają również potencjał aplikacyjny. Wyniki i wnioski mogą być przydatne m.in. dla władz lokalnych odpowiedzialnych za zagospodarowanie przestrzenne i realizację przedsięwzięć związanych z rozwojem turystyki w Ziemi Kłodzkiej.

Daje to podstawę do sformułowania wniosku o wyróżnienie rozprawy.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzam, że rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 14 Ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2017, poz. 1789) z późniejszymi zmianami wnoszę do Wysokiej Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie Pana mgra inż. Arkadiusza Głogowskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

dr hab. inż. Tomasz Rozbicki