

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Radosława Droździola
pt. „Ocena jakości danych z amatorskich stacji meteorologicznych
oraz możliwości ich włączenia do systemu pomiarowo-obszernyjnego
Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej (PSHM)”**

Przedmiot i podstawa prawna opracowania recenzji

Podstawą wykonania recenzji była uchwała nr 28/2023 Rady Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach z dnia 6 lipca 2023 roku, w której zostałem powołany na recenzenta rozprawy doktorskiej.

Przedstawiona do recenzji praca (w formie monografii) została napisana pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Mariusza Figurskiego oraz doktora hab. Damiana Absalona (prof. UŚ), pełniących rolę promotorów pracy, oraz doktora hab. Jana Szturca (prof. IMGW-PIB) – jako opiekuna przemysłowego.

Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa doktorska podejmuje problematykę jakości danych pochodzących z amatorskich stacji meteorologicznych i możliwości ich wykorzystania w państwowym systemie pomiarowo-obszernyjnym. Tytuł przedłożonej pracy jest trafny i bardzo aktualny, bowiem systematycznie rośnie zainteresowanie wykorzystaniem nauki obywatelskiej do zaangażowania społeczności w monitoring hydrometeorologiczny. Wzrasta również liczba dostępnych, niskobudżetowych i prostych w obsłudze amatorskich urządzeń do rejestracji elementów pogody, których właściciele udostępniają wyniki pomiarów w Internecie. Szybkość przepływu informacji oraz gęstość rozmieszczenia tych urządzeń mogą znacząco pomóc w ocenie sytuacji klimatycznej, ale także w przekazywaniu informacji o aktualnej i prognozowanej pogodzie. Sieć amatorskich stacji meteorologicznych stwarza obiecujące możliwości uzupełnienia podstawowej, państwowej sieci meteorologicznej. W literaturze przedmiotu nie ma zbyt wielu badań porównujących wyniki pomiarów elementów pogody (a szczególnie wysokości/sumy opadów) pochodzących z amatorskich stacji meteorologicznych z pomiarami wykonywanymi w państwowych sieciach obszernyjnych. Porównanie tych danych pomiarowych z danymi referencyjnymi wydaje się zatem konieczne i jest gwarantem jakości oraz możliwości ich włączenia do systemu pomiarowo-obszernyjnego IMGW-PIB. Podjęta przez mgr. inż. Radosława Droździola problematyka ma więc istotne znaczenie nie tylko poznawcze, ale i praktyczne. Rozwiązanie tego problemu wymagało od Doktoranta wszechstronnej wiedzy meteorologicznej, a także umiejętności z zakresu informatyki (inżynierii danych).

Dysertacja liczy 164 stron wydruku komputerowego (wraz ze streszczeniami

i załącznikami). Składa się z ośmiu rozdziałów zasadniczych, w których prezentowane są treści merytoryczne rozprawy, zestawienie literatury oraz załączniki. W pracy zawarto 54 ryciny oraz 45 zestawienia tabelaryczne.

Zakres rozprawy i jej ocena merytoryczna

Zakres merytoryczny przedstawionych badań i analiz jest zgodny z tytułem. Rozprawę rozpoczyna wykaz wykorzystanych skrótów (a właściwie samych skrótowców) wraz z ich znaczeniem. Obejmuje on jednak wybrane przez Autora terminy i jest niekompletny, bowiem zabrakło w nim innych akronimów używanych w pracy (np. BEACON, SPACE, TNC itd.).

We właściwą problematykę pracy wprowadza czytelnika krótki wstęp, który jest wystarczającą podstawą do sformułowania celów pracy oraz ogólnej hipotezy badawczej. Autor przedstawia cel główny, jakim jest „ocena jakości danych z amatorskich stacji meteorologicznych oraz możliwości ich włączenia do systemu pomiarowo-obserwacyjnego PSHM”. Przyjęte następnie cztery cele szczegółowe bardzo dobrze go rozszerzają i uwypuklają praktyczne aspekty prowadzonych badań, dzięki którym opracowanie zyskuje charakter aplikacyjny. Cele te zostały jednak poprzedzone postawieniem hipotezy roboczej, co zmienia tradycyjny układ (cel – hipoteza), spotykany w pracach badawczych.

Zagadnienia wstępne uzupełniają materiał opracowania i metody badań. Doktorant zestawia podstawowe informacje o sieci 4 amatorskich stacji meteorologicznych (Będzin – Grodziec, Katowice – Muchowiec, Kazimierza Wielka, Janków Przygodzki), jednak dane pomiarowe tylko dwóch z nich wykorzystuje w dalszej części, nie wyjaśniając przyczyn takiego postępowania. Autor wymienia tu także wykorzystane dane pomiarowe i obserwacyjne oraz produkty z sieci radarów meteorologicznych IMGW. Uważam, że istotnym uzupełnieniem poruszanych tu kwestii powinny być dołączone syntetyczne zestawienia tabelaryczne dotyczące wykorzystanych źródeł danych i lokalizacji stacji pomiarowych, które są prezentowane w dalszej części rozprawy (s. 51, 56, 58-61). Takie podejście uporządkowałoby wykaz wykorzystanych przez Autora materiałów. Zastosowane metody i techniki badawcze Doktorant prezentuje ogólnie, co znajduje odzwierciedlenie w braku istotnych szczegółów. Są one jednak dokładniej opisane, wraz z wyjaśnieniem i uzasadnieniem względem danego sposobu postępowania – w dalszej części pracy tj. na początku rozdziałów przedstawiających wyniki badań (4, 5 i 6).

W rozdziale 2 – Doktorant, w oparciu o literaturę oraz zdobyte wieloletnie doświadczenie jako członka nieformalnych grup zrzeszających pasjonatów amatorskich stacji meteorologicznych, omawia ich typy oraz możliwości pomiarowe wraz ze sposobami przesyłania danych obserwacyjnych. Z kolei, w rozdziale 3 prezentuje sieć tych urządzeń na terenie Polski. Te dwa rozdziały, wykorzystujące specjalistyczną literaturę są napisane poprawnie i dobrze korespondują z głównymi zagadnieniami poruszonymi w pracy, jednak moim zdaniem – powinny tworzyć jedną, wspólną sekcję. Pewien niedosyt budzi także brak choćby krótkiej informacji o współczesnym wykorzystywaniu danych pogodowych z tych urządzeń w krajowych sieciach obserwacyjnych innych państw świata.

Ważną część rozprawy stanowią rozdziały 4 i 5 prezentujące wyniki badań empirycznych, będących podstawą wniosku zawartego w rozprawie doktorskiej.

W rozdziale 4, Autor dokonuje szczegółowo (na 24 stronach) i wielowątkowo, oceny jakości wybranych danych meteorologicznych ze stacji amatorskich na podstawie pomiarów specjalnych – i tak powinien być on prawidłowo sformułowany.

W pierwszej jego części, Doktorant porównuje wyniki kilkunastomiesięcznych pomiarów sum dobowych opadów atmosferycznych rejestrowanych różnymi typami deszczomierzy (manualne: Hellmanna, Stratus; automatyczne: Davis Vantage Vue, Davis Vantage Pro 2A) zainstalowanych na poligonie doświadczalnym w Będzinie. W celu oszacowania różnic między wynikami pomiarów zastosowano statystyki opisowe, błąd średniokwadratowy (MSE) oraz średni błąd bezwzględny (MAE). Dodatkowo, przeprowadzono modelowanie za pomocą hierarchicznej analizy regresji liniowej. Estymacja parametrów modeli została wykonana w ujęciu Bayesowskim, za pomocą pakietu brms, a wnioskowanie o statystycznej wiarygodności parametru określono wyliczając wartość średnią oraz 95% przedział wiarygodności jego rozkładu. W celu porównania modeli wykorzystano statystykę LOOIC (ang. leave-one-out information criterion), która reprezentuje przewidywany sumaryczny błąd predykcji modelu (estymowaną moc predykcyjną). Do zastosowanej procedury nie mam zastrzeżeń, a uzyskane wyniki są interesujące z poznawczego i praktycznego punktu widzenia (częściowo zostały one opublikowane w czasopiśmie Climate w 2022 roku). Na podstawie przeprowadzonej analizy Autor stwierdza, że błąd pomiarowy sum dobowych opadów zarejestrowanych dwoma deszczomierzami: Stratus oraz Davis Vantage Vue jest niewielki. Dalej konkluduje, że dane opadowe z nich pochodzące mogą być przydatne w sieci obserwacyjnej IMGW-PIB, jednak po uprzedniej ich weryfikacji z wynikami deszczomierza tradycyjnego (zainstalowanego w sąsiedztwie) i uwzględnieniu współczynników korygujących. Podzielam opinię Doktoranta, że kwantyfikacja niepewności związanej z tymi pomiarami wymagałaby długoterminowych, równoległych pomiarów w każdym miejscu. Uważam także, że deszczomierze te nadają się do monitoringu wysokości opadów pod określonymi warunkami, ale użyteczność danych pomiarowych powinna być zwiększona przez wprowadzenie rygorystycznej procedury ich lokalizacji i funkcjonowania.

Druga część rozdziału 4 (podrozdział 4.2) przedstawia analizę porównawczą wyników wybranych elementów pogody zarejestrowanych automatyczną stacją amatorską Davis Vantage Pro 2A zainstalowaną (na okres dwóch lat) w ogródku meteorologicznym na stacji synoptycznej IMGW-PIB Katowice-Muchowiec, z odpowiednikami uzyskanymi przyrządami referencyjnymi. W analizie statystycznej Autor wykorzystuje dwuczynnikową analizę wariancji. W efekcie wykazuje, że temperatura powietrza, ciśnienie atmosferyczne oraz wilgotność względna zarejestrowane urządzeniem amatorskim są bardzo wysoko skorelowane (niezależnie od meteorologicznych pór roku) z ich odpowiednikami pochodzącymi ze stacji IMGW. Znacznie słabsza zgodność danych między stacją amatorską a stacją profesjonalną dotyczy wiatru (kierunek, prędkość), a wynika to zdaniem Autora – z usytuowania czujników prędkości strumienia. Są to jednak tylko przypuszczenia, a nie dowody. Szkoda, że zaprezentowana tu analiza regresji zawiera jedynie informacje o wartościach współczynnika korelacji i poziomie istotności, a pozbawiona jest wartości parametrów uzyskanych związków. Zwracam także uwagę na powtarzające się tytuły podrozdziałów – wystarczyło w nich podać nazwę analizowanego elementu meteorologicznego. Percepcję tej części rozprawy ułatwiają

dołączone wykresy, prezentujące uzyskane wyniki w klarowny sposób. Jednak pod ryc. 18 Autor użył niefortunnie określenia „okres ciepła i zimna” zamiast terminu „półrocze letnie i półrocze zimowe”.

Rozdział 5 prezentuje możliwości wykorzystania amatorskich stacji meteorologicznych do rejestracji zdarzeń opadowych o dużej wydajności. Autor przedstawia analizę studium przypadków wysokich sum dobowych opadu, które wystąpiły 11.05.2018 (a nie 11.08.2018 jak podaje w tekście na s. 52) oraz 27.07.2019 roku, w środkowej części województwa śląskiego. W badaniach zostały wykorzystane dane pochodzące z 28 automatycznych stacji amatorskich a także 11 stacji telemetrycznych i 14 posterunków opadowych wchodzących w skład sieci IMGW-PIB. Doktorant zestawiając (w tab. 13) wartości współczynnika wydajności opadu (alfa wg Chomicza) nie podaje jednak rzeczywistego czasu trwania epizodów opadowych na poszczególnych stacjach (co uniemożliwia ich weryfikację). Pewne wątpliwości budzi fakt porównywania danych z 10 różnych deszczomierzy korytkowych (z których 5 urządzeń było niezidentyfikowanych, pozostałe charakteryzowały się dokładnością pomiaru od +/-1 do +/-10% oraz rozdzielczością od 0,1 do 0,3 mm). Moim zdaniem użycie tylu różnych urządzeń zaburza jednorodność pomiaru (eksperymentu), zwłaszcza w sytuacji opadów o dużym natężeniu. Mimo mojej uwagi, osiągnięcie w tej części rozprawy stanowią mapy rozkładu przestrzennego opadów w trzech wersjach: 1/ pomiarów telemetrycznych ze stacji IMGW, 2/ pomiarów telemetrycznych i manualnych (deszczomierz Hellmanna) w sieci IMGW, 3/ pomiarów z pełnej sieci obserwacyjnej wykorzystujących pomiary z amatorskich stacji meteorologicznych. Zostały one wykonane metodami geoinformacyjnymi, z zastosowaniem dwóch szczegółowo opisanych modeli interpolacji (deterministycznego: odwrotnych odległości – IDW oraz statystycznego – krigingu). Uzyskane, zinterpolowane zbiory danych porównano nowatorsko – wykorzystując tablice krzyżowe. Do oceny zgodności sum opadów uzyskanych na drodze symulacji z wynikami ich obserwacji w sieci IMGW użyto kilka poprawnie dobranych, bezwymiarowych miar statystycznych (m.in. współczynnik efektywności Nash'a-Sutcliffe'a; tab. 15). Jako uzupełnienie poruszanych tu treści udokumentowano zgodność wysokości nawałnego opadu godzinowego zarejestrowanego amatorską stacją i pochodzącego z systemu RainGRS. Zwracam jednak uwagę, że podana przez Autora wartość chwilowego natężenia opadu wskazywanego przez radar w Ramży (304 mm/h) jest fizycznie niemożliwa do osiągnięcia w takiej jednostce czasu i powinna być wyrażona w mm/min.

Generalnie uważam, że zastosowane w tym rozdziale metody i narzędzia wskazują na dobre ich opanowanie przez Autora. Przeprowadzona analiza wyników jest poprawna, chociaż miejscami niezbyt uporządkowana (np. informacje o sytuacji synoptycznej związanej wystąpieniem opadów nawałnych pojawiają się na końcu rozdziału). Sugeruję, aby Doktorant przygotowując prezentację na potrzebę obrony doktoratu przedstawił najistotniejsze rezultaty swoich badań w sposób zdecydowanie bardziej przejrzysty i konkretny.

Rozdział 6 przedstawia analizę treści dokumentacji technicznej wybranych, amatorskich stacji meteorologicznych pod kątem oceny jakości ich danych pomiarowych. Została ona dokonana w wyniku porównania parametrów zapisanych w specyfikacji producenta sprzętu z kryteriami funkcjonalności i lokalizacji (wg 5 klas) wymienionymi w przewodniku Światowej

Organizacji Meteorologicznej. Szczegółowe wyniki oceny eksperckiej zaprezentowano tabelarycznie, ale nie można jej uznać za kompletną, bowiem dotyczy analizy dokumentacji tylko kilku urządzeń wyprodukowanych przez jedną firmę, a tekst nie zawiera ostatecznych konkluzji.

W rozdziale 7 dokonano przeglądu procedur kontroli jakości automatycznych stacji meteorologicznych. Są one ujęte w formie wskazówek, szczegółowych wytycznych i procedur na trzech poziomach informacyjnych, a dotyczą: reprezentatywności stanowiska pomiarowego, ekspozycji czujników pomiarowych i kontroli (podstawowej i rozszerzonej) jakości danych (surowych i przetworzonych) pochodzących z pomiarów wykonywanych w czasie rzeczywistym. Do tej części nie mam większych zastrzeżeń.

Właściwą część rozprawy kończy rozdział 8, w którego tytule zbędnie pojawia się sformułowanie „wyniki końcowe”. Autor przedstawia w nim treści podsumowujące, jednak bez sformułowanych wniosków. Zastępuje je wykazem potencjalnych korzyści i ograniczeń wynikających z upowszechnienia prezentowanych wyników. Uważam, że aspekty aplikacyjne poruszane w rozprawie powinny być zebrane na końcu i poddane szerszej refleksji prowadzącej do sformułowania praktycznych wniosków. Mankamentem rozprawy jest brak przeprowadzenia dyskusji uzyskanych wyników, zwłaszcza, że kilka europejskich służb meteorologicznych korzysta obecnie operacyjnie z amatorskich stacji meteorologicznych lub prowadzi badania z wykorzystaniem danych z tych urządzeń.

Oddzielnego komentarza wymaga część załącznikowa pracy. Zawiera on de facto 4 dokumenty: 1/ autorski poradnik dotyczący amatorskich stacji meteorologicznych, 2/ opis automatycznego systemu (APRS) służącego do wysyłania raportów o stanie pogody, 3/ procedurę włączenia danych z amatorskich stacji meteorologicznych (system PWS) do systemu pomiarowo-obszernego IMGW-PIB, 4/ kody danych i kontroli ich jakości. Pierwszy z nich, obejmujący 37 stron tekstu, skierowany zapewne do właścicieli lub potencjalnych właścicieli automatycznych stacji meteorologicznych (Autor nie wskazuje głównych adresatów) przedstawia w sposób popularnonaukowy podstawowe zagadnienia związane z tymi przyrządami (lokalizacją i montażem czujników, pomiarami elementów pogody itp.). Zawiera on zatem istotne wskazówki niezbędne do właściwej obsługi tych urządzeń i zapewniających jakość pozyskiwanych danych. Poradnik ten ma w zasadzie poprawną strukturę, jednak wymaga korekty językowej. Uważam też, że powoływanie się w nim na pozycje naukowe jest zbędne. Drugi załącznik (wskazywany przez Autora jako podrozdział 10.2) prezentuje podstawy systemu transmisji danych APRS jako narzędzia do raportowania danych pogodowych pochodzących z pomiarów amatorskimi stacjami meteorologicznym, a trzeci – procedurę włączenia tych danych do systemu obserwacyjnego IMGW-PIB. Ostatni załącznik zawiera autorskie kody w języku Python, umożliwiające pobór i zapis danych z sieci ASPR oraz wstępną kontrolę ich jakości. Nie mam większych uwag do tej części i uznaję ją jako uzupełniającą w przyjętym obszarze badawczym.

Do najważniejszych osiągnięć prezentowanych w rozprawie można w mojej opinii zaliczyć:

- przeprowadzenie badań i określenie stopnia przydatności danych z amatorskich stacji meteorologicznych (szczególnie w zakresie opadów atmosferycznych),

- opracowanie procedury oceny jakości wybranych danych pomiarowych z amatorskich stacji i włączenia danych z systemu APRS do systemu pomiarowo-obszernacyjnego IMGW-PIB,
- opracowanie kodów pobierających i zapisujących dane z systemu APRS oraz wykonujących podstawową kontrolę ich jakości.

Jako uzupełnienie wymienionych osiągnięć naukowych wskazuję opracowanie popularnonaukowego poradnika sytuowania, działania i kontroli jakości amatorskich stacji meteorologicznych.

Ocena strony formalnej pracy

Rozprawa ma w ogólnym ujęciu poprawną strukturę i układ. Treść rozdziałów jest adekwatna do ich tytułów, choć są one w kilku punktach nieprecyzyjne (co zaznaczono wcześniej). Moja uwaga dotyczy również zapisów tytułów części tabel oraz ich nagłówków, a także podpisów rycin, które nie zawsze są poprawnie skonstruowane. Brakuje także dołączonych spisów rycin i tabel. Zbędne jest numerowanie bibliografii jako kolejnego rozdziału.

Praca jest napisana zrozumiałym językiem. Wprawdzie użycie specjalistycznej terminologii w rozprawie nie budzi większych zastrzeżeń, chociaż znajdują się w niej usterki językowe, niezrozumiałe, niezręczne zwroty, niepoprawne sformułowania, a nawet powtórzenia (s. 14 i s. 99; s. 50 i s. 55), których autor powinien unikać, np.:

- s. 35 – „... wielkości opadów danego dnia...”;
- s. 36 – „... testowano porę roku...”;
- s. 38 – „... wykresy wyraźnie prezentują...”;
- s. 38 – „... znaczący wzrost w błędach predykcji...”;
- s. 38 – „... opad najlepiej był rejestrowany przez deszczomierz Stratus...”
- s. 41 – „... testami Kołmogorowa-Smirnowa...”
- s. 42 – „... nie wykazały zmienności przy rozkładach nienormalnych ...”;
- s. 44 – „... zróżnicowanie pomiaru ciśnienia...”;
- s. 51 – „... ilość użytkowników...”;
- s. 53 – „... największy dobowy opad...”
- s. 55 – „... parne powietrze...”;
- s. 55 – „... intensywne opady deszczu...”
- s. 64 – „... modele wariogramowe...”;
- s. 65 – „... trzy dane z deszczomierzy...”;
- s. 72 – „... popołudniu...”;
- s. 72 – „... pod wpływem niżu znad Niemiec...”;
- s. 73 – „... czas obejmował godziny..”
- s. 83 – „... fizyka zjawisk występujących w sąsiedztwie osłony...”
- s. 114 – „... ilości wody wpływającej do dorzeczy...”;
- s. 114 – „... liniowej ilości opadu...”;
- s. 116 – „... ubytki opadu gwałtownie rosną...”;

Uważam, że skład pracy powinien zostać wykonany nieco staranniej. Rozpoczynanie kolejnych rozdziałów od początku strony, kontrola „wdów” i „sierot” – poprawiłoby czytelność układu pracy i ułatwiły poruszanie się po rozprawie. Warto było również stosować polską terminologię zamiast odpowiedników angielskich (np. „sieć nieregularnych trójkątów” zamiast „triangulated irregular network”; metoda „odwrotnych odległości” zamiast „inverse distance weighting”, metoda oceny krzyżowej „pozostaw jedną poza” zamiast „leave one out”).

Powyższe uwagi odwołują się jedynie do kwestii mogących podnieść jakość i przejrzystość tekstu w sensie technicznym, i nie wywierają istotnego wpływu na prowadzone rozważania merytoryczne.

Wykaz wykorzystanych źródeł informacji obejmuje 105 pozycji, z czego ponad połowę (56) stanowią publikacje naukowe (w większości anglojęzyczne). Pozostałe notki dotyczą źródeł internetowych (głównie adresów serwisów pogodowych oraz stron domowych producentów oprogramowania). Dobór literatury uważam za wystarczający, choć najnowsze pozycje w wykazie stanowią jedynie dwie publikacje z 2022 roku i jedna z 2023 roku. Z obowiązku recenzenta informuję, że w ostatnich dwóch latach pojawiło się jednak kilka interesujących artykułów w renomowanych czasopismach naukowych z wysokim współczynnikiem wpływu (IF), ściśle powiązanych z problematyką pracy (m.in. *Journal of Hydrology* – Doi:10.1016/j.jhydrol.2022.128284, *Stochastic Environmental Research & Risk Assessment* – Doi:10.1007/s00477-023-02401-8, *Earth System Science Data* – Doi:10.5194/essd-14-4681-2022; *Journal of Hydrology: Regional Studies* – Doi:10.1016/j.ejrh.2022.101273, *Hydrology Research* – Doi:10.2166/nh.2023.136). Uważam również, że niektóre publikacje nie musiały być cytowane w pracy, a w zamian można było zacytować inne. Na przykład, w zakresie modelowania przestrzennego opadów atmosferycznych z wykorzystaniem krigingu Doktorant cytuje (na str. 62) artykuł dotyczący interpolacji stężenia arsenu w wodach gruntowych (!).

Bibliografia załącznikowa została przygotowana wg systemu Vancouver (czyli autor-numer), polegającego na oznaczaniu cytowanego źródła w postaci następujących po sobie numerów w tekście. Użyto w tym celu nawiasów półokrągłych (1), a optymalniejszym rozwiązaniem byłyby nawiasy kwadratowe [1]. Część zestawionych notek bibliograficznych nie zawiera pełnych informacji o publikacji (brak nazwisk autorów, numerów stron), a zestawione artykuły w czasopismach nie uwzględniają cyfrowego identyfikatora DOI, co może utrudniać analizę czytelnikowi.

Wniosek końcowy

Zgodnie z art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. 2022 poz. 574 z późn. zm.) ustosunkowuję się do trzech zasadniczych kwestii dotyczących rozprawy doktorskiej, tj. 1) Czy prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku? 2) Czy wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora? 3) Czy stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej?

Po pierwsze stwierdzam, że Autor rozprawy wykazał się podstawową znajomością literatury dotyczącej tematyki pracy. Ogólna wiedza teoretyczna Doktoranta obejmowała treści z zakresu meteorologii i hydrometeorologii, elementów informatyki i modelowania danych.

Po drugie – Doktorant udowodnił w rozprawie, że ma umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Zaplanował program badań, wykorzystał właściwe metody badawcze oraz zanalizował wyniki. Uwagi krytyczne przedstawione w opinii nie zmieniają faktu, że badania zostały przeprowadzone samodzielnie i prawidłowo.

Po trzecie uważam, że rozprawa doktorska jest oryginalnym studium, mającym duży potencjał aplikacyjny. Może być praktycznie przydatna przy podejmowaniu decyzji w sprawie możliwości włączenia danych obserwacyjnych pochodzących z automatycznych stacji meteorologicznych do państwowej sieci obserwacyjnej.

W podsumowaniu stwierdzam, że rozprawa doktorska w pełni spełnia wymagania określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.). Wniosuję do Rady Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach o dopuszczenie mgr. inż. Radosława Drożdżoła do dalszych etapów przewodu doktorskiego.