

**Recenzja rozprawy doktorskiej**

**Pana mgra Michała Glazera**

**„Charakterystyka obszarów podatnych na występowanie wieloletniej zmarzliny z zastosowaniem metody inwersyjnego obrazowania oporności na przykładzie rejonu podszczytowego Babiej Góry, przedpola Storglaciären (Tarfala) oraz zlewni Fuglebekken (Spitsbergen)”**

wykonanej w Katedrze Geomorfologii Instytutu Nauk o Ziemi Wydziału Nauk  
Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego  
pod kierunkiem naukowym dr hab. Wojciecha Dobińskiego

Podstawę formalną wykonania recenzji stanowi pismo Dziekana Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego prof. dr hab. Leszka Marynowskiego z dnia 06 grudnia 2020 roku, zgodne z uchwałą Rady Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego z dnia 24 listopada 2020 roku.

Recenzja została opracowana na mocy §6 ust. 3 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r.

Podkreślając na wstępie znaczenie podjętej przez Pana mgra Michała Glazera tematyki badawczej pragnę zaznaczyć, że badania wieloletniej zmarzliny stanowią jeden z najważniejszych elementów poznawczych współczesnych przeobrażeń środowiska przyrodniczego, zachodzących głównie na skutek zmian klimatu. W dotychczasowych analizach obecności i dynamiki przemian permafrostu szczególnie duży nacisk kładziono na wielkość sezonowego odmarzania gruntu i zmiany miąższości warstwy czynnej. Istotne są również badania temperatury permafrostu, która jest kolejnym ważnym wskaźnikiem zmian klimatu. Abstrahując od innych szczegółowych uwarunkowań istnienia wieloletniej zmarzliny oraz odmarzania gruntu związanych z jego rodzajem, charakterem powierzchni, pokryciem roślinnością czy śniegiem, należy wyraźnie stwierdzić, że permafrost i procesy z nim związane są jednymi z najistotniejszych problemów współczesnych nauk o Ziemi. Szczególnie ważne jest ich poznanie na obszarach współcześnie zlodowaconych, choć nie tylko, co w swoim

osiągnięciu dokładnie zaprezentował Doktorant. Ich znaczenie jest tym bardziej istotne, że ilość prac w tym zakresie, zwłaszcza związanych z nowymi metodami badań, wydaje się wciąż niewystarczająca.

W przedstawionej do oceny pracy doktorskiej Pan mgr Michał Glazer podjął się ważnego, a zarazem trudnego zadania szczegółowej charakterystyki obszarów podatnych na występowanie wieloletniej zmarzliny z zastosowaniem geofizycznej metody inwersyjnego obrazowania oporności. Z naukową dociekliwością scharakteryzował występowanie permafrostu oraz jego interakcje z pozostałymi komponentami środowiska peryglacjalnego i górskiego w wybranych obszarach badawczych pomiędzy 49° a 78° N. Dokonał tego przede wszystkim na podstawie wyników własnych prac terenowych, w tym, co należy podkreślić, z wykorzystaniem własnej metodyki badawczej przy interpretacji modeli opornościowych.

Rozprawę doktorską Pana mgra Michała Glazera stanowi spójny tematycznie cykl czterech artykułów naukowych pod wspólnym tytułem „*Charakterystyka obszarów podatnych na występowanie wieloletniej zmarzliny z zastosowaniem metody inwersyjnego obrazowania oporności na przykładzie rejonu podszczytowego Babiej Góry, przedpola Storglaciären (Tarfala) oraz zlewni Fuglebekken (Spitsbergen)*”, opublikowanych w recenzowanych czasopismach, indeksowanych w międzynarodowych bazach (m.in. Journal Citation Reports) i wymienionych w wykazie czasopism punktowanych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Wspomniany zbiór tematycznych publikacji został rozwinięty o 24-stronicowy opis w języku polskim, w skład którego wchodziły rozdziały: *Streszczenie, Wstęp, Cele pracy i dobór obszarów badawczych, Struktura pracy doktorskiej, Metody badawcze, Wyniki i interpretacja, Wnioski* oraz *Bibliografia*. Jednak jego główną część stanowią następujące publikacje:

1. Dobiński W., Glazer M., Bieta B., Mendecki M.J., 2016, Poszukiwanie wieloletniej zmarzliny i budowa geologiczna Babiej Góry w świetle wyników obrazowania elektrooporowego, *Przegląd Geograficzny*, vol. 88, no. 1, pp. 31-51, doi: 10.7163/PrzG.2016.1.2
2. Dobiński W., Grabiec M., Glazer M., 2017, Cold-temperate transition surface and permafrost base (CTS-PB) as an environmental axis in glacier-permafrost relationship, based on research carried out on the Storglaciären and its forefield, northern Sweden, *Quaternary Research*, 88, 551–569, doi: 10.1017/qua.2017.65
3. Dobiński W., Glazer M., 2018, Probable two-layered permafrost formation, as a result of climatic evolution in mountainous environment of Storglaciären forefield,

Tarfala, Northern Scandinavia. Polish Polar Research, vol. 39, no. 2, pp. 177–209, doi: 10.24425/118745

4. Glazer M., Dobiński W., Marciniak A., Majdański M., Błaszczuk M., 2020, Spatial distribution and controls of permafrost development in non-glacial Arctic catchment over the Holocene, Fuglebekken, SW Spitsbergen, Geomorphology, Vol. 358, 107128, doi:10.1016/j.geomorph.2020.107128

Łączny wskaźnik cytowań (współczynnik oddziaływania, ang. impact factor, IF) przedstawionych publikacji wynosi 6,932.

We wstępie opisu Pan mgr Michał Glazer zwrócił uwagę na fakt, że współczesne zmiany klimatyczne i ich skutki szczególnie widoczne są w Arktyce, co oznacza, że mają również one bardzo duży wpływ na wieloletnią zmarzlinę, a zwłaszcza jej współczesną degradację. Dlatego też permafrost znalazł się wśród sześciu kriosferycznych wskaźników zmian klimatycznych w tzw. Global Climate Observing System (GCOS) należącym do Światowej Organizacji Meteorologicznej (World Meteorological Organization - WMO). Natomiast zmiany pionowego profilu temperaturowego oraz miąższości warstwy czynnej zostały uznane za podstawowe zmienne klimatyczne (Essential Climate Variables - ECVs). Równocześnie przedstawił on definicję permafrostu, uzupełnioną o własne spostrzeżenia i rozszerzenie tego pojęcia. Zwrócił też uwagę, że dodatkowym parametrem kluczowym dla oceny wpływu zmian klimatycznych na środowisko jest zawartość lodu w obrębie permafrostu. Rzeczywiście jest to słuszne spostrzeżenie i należy się z nim jak najbardziej zgodzić, choć wydaje się, że powinno być szerzej rozwinięte o rolę (choć tymczasową) warstwy czynnej, tym bardziej, że Doktorant przykładowo zwraca uwagę, że poprzez zwiększanie miąższości warstwy aktywnej zwiększa się możliwość retencji wód opadowych. Dlatego wydaje się, że ciekawa byłaby również dyskusja o strukturze znaczenia zmian termiki permafrostu i miąższości warstwy czynnej.

W dalszej części Doktorant zwraca uwagę na liczne ograniczenia i kosztowność badań permafrostu, zwłaszcza w wykonywaniu pojedynczych odwiertów, np. do profili termicznych. W bardzo rzetelny i dojrzały sposób próbuje przekonać nas, że naprzeciw tym trudnym warunkom z pomocą przychodzą pośrednie metody badawcze, w których dominują badania geofizyczne, a przy ich wykorzystaniu w pośredni sposób można uzyskać informację o obecności permafrostu. Przekonuje On nas również, że pomimo, iż w porównaniu do profilu temperaturowego mają one mniejszą wartość dowodową, to metody geofizyczne zyskują przewagę w porównaniu do odwiertów poprzez możliwość zobrazowania występowania permafrostu na stosunkowo dużym obszarze w sposób ciągły. Jest to bardzo cenna uwaga, z

którą niewątpliwie trzeba się zgodzić. Jednak wydaje mi się, że należy tu jeszcze bardziej wyszczególnić i łączyć to z celem badań i zachować ostrożność w ocenie wspomnianej wartości dowodowej, gdyż może to być przyczynkiem do jej wykluczenia. Doktorant podkreśla także, że szczególne miejsce w ocenie stanu permafrostu zajmuje inwersyjne obrazowanie oporności, zwane electrical resistivity tomography (ERT), będąc najpowszechniej stosowaną w tym celu metodą. Wszystkie te spostrzeżenia świadczą o jego dużej znajomości podjętego problemu.

Następnie Pan mgr Michał Glazer jasno i przejrzysto zdefiniował cele pracy oraz dobór obszarów badawczych. Wyraźnie zaznaczył, że podstawowym jej celem była identyfikacja, opis przestrzennej charakterystyki występowania permafrostu oraz przybliżenie jego interakcji z pozostałymi komponentami środowiska peryglacjalnego i górskiego w wybranych obszarach badawczych pomiędzy 49° a 78° N, w świetle wspomnianych badań metodą inwersyjnego obrazowania oporności. Jak również wskazanie prawidłowości, które wpływają na zmienność i formę występowania permafrostu. Zamiar ten Doktorant zogniskował w obrębie trzech zagadnień:

1. próba detekcji permafrostu górskiego na prawdopodobnej dolnej granicy występowania w izolowanych masywach górskich dla ok. 49° N, Babia Góra (1725 m n.p.m.);
2. opis przestrzennego występowania wieloletniej zmarzliny na lodowcowym przedpolu lodowca Storglaciären jako domknięcie peryglacjalnej części badań projektu związanego z określeniem geofizycznej relacji pomiędzy lodowcem a permafrostem;
3. określenie geofizycznej charakterystyki, zasięgu oraz zmienności permafrostu występującego pomiędzy wybrzeżem morskim a stokami górkimi w zlewni Fuglebekken.

Wszystkie te kwestie zostały zawarte, opisane i wyjaśnione w przedłożonych do oceny publikacjach naukowych.

Dla sprawdzenia hipotezy roboczej, że granica występowania permafrostu górskiego może występować niżej w bardziej izolowanych masywach górskich jako obiekt wybrano okolice szczytu Babiej Góry. Z kolei na miejsce studium relacji lodowiec - permafrost wybrane zostało przedpole lodowca Storglaciären w północnej Szwecji. Jak zwraca uwagę Doktorant za tym wyborem przemawiała bogata historia badawcza tego miejsca, w tym jeden z najdłuższych trwających w historii programów monitorujących bilans masy lodowca, co w połączeniu z nieustannym cofaniem się czoła, daje unikatową możliwość prześledzenia procesu agradacji permafrostu na "świeżo odsłoniętym" przedpolu Storglaciären. Natomiast do oceny rozwoju permafrostu nadmorskiego i jego zmienności w strefie przejścia ze

środowiska morskiego do lądowego wybrano obszar zlewni Fuglebekken znajdującej się w regionie Hornsundu na południowym Spitsbergenie. Założono, że przekształcenia zachodzące w takim środowisku wynikające ze zmian klimatycznych będą zachodzić szybciej, aniżeli w układach posiadających mniejszą wrażliwość, tzn. takich, które znajdują się w głębi lądu i są znacznie bardziej wychłodzone. Wydaje się to być odpowiednim podejściem do problemu, świadczącym o prawidłowym doborze obiektów badań.

Zastosowane metody badawcze zostały opisane bardzo dokładnie i w zasadzie bez uwag z mojej strony. Wykorzystano metody geofizyczne wśród których dominowała metoda obrazowania elektrooporowego (ERT, Electrical Resistivity Tomography), która była wykorzystywana na szeroką skalę we wszystkich przeprowadzonych pracach. Dodatkowo zastosowano metody georadarowe (GPR, Ground Penetrating Radar) oraz wielokanałową analizę fal powierzchniowych (MASW, Multichannel Analysis of Surface Waves), jak również pomiary geodezyjne z użyciem GNSS (Global Navigation Satellite System) i naziemnego skaningu laserowego w celu uzyskania wysokorozdzielczego numerycznego modelu terenu (DEM, Digital Elevation Model). Sądzę, że w niektórych przypadkach (np. obrębnie kompleksu glacialno-peryglacialnego lodowca Storglaciären) powinna być wykonana większa ilość poprzecznych profili GPR. Niezależnie od tego należy wyraźnie zaznaczyć, że Doktorant w wyczerpujący sposób przedstawił zastosowane metody badawcze, zgodnie z wymaganiami dla tego typu rozpraw naukowych. Warto dodać, że w pracach terenowych współpracował on z jednymi z najlepszych specjalistów w zakresie tego typu badań, co znacząco podnosi jakość ich wykonania, jak również świadczy o dużej umiejętności współpracy i tworzenia wyspecjalizowanych grup badawczych, co w nauce ma bardzo duże znaczenie.

W rozdziałach *Wyniki i interpretacja* oraz *Wnioski* Doktorant zawarł opis najważniejszych rezultatów swoich prac. Dokonał w nim odpowiedzi na wcześniej postawione pytania i zagadnienia, które powiązane były z konkretnymi załączonymi publikacjami. Chciałbym zaznaczyć, że analizując przedstawiony przez Doktoranta spójny tematycznie cykl publikacji można sądzić, że dodatkowa ocena przez recenzenta zamieszczonych prac wydaje się w pewnym sensie zbędna. Każda z tych prac przed opublikowaniem została szczegółowo sprawdzona i oceniona pod względem wymagań formalnych stawianych pracom naukowym, przez redakcje poszczególnych czasopism. Dodatkowo poddano je ocenie merytorycznej, przez co najmniej dwóch niezależnych recenzentów, którzy najczęściej są uznanymi autorytetami w danej dziedzinie wiedzy. Opublikowanie pracy w danym czasopiśmie oznacza, że przeszła ona z pozytywnym

wynikiem każdy z tych etapów. Jednak niezależnie od faktu, iż publikacje stanowiące rozprawę doktorską były recenzowane, szczegółowa ich analiza, jak również synteza przedstawionego opracowania, a także obowiązek recenzenta, wskazują na konieczność wyrażenia opinii, postawienia pewnych pytań i podjęcia dyskusji naukowej.

*Próbę detekcji permafrostu górskiego na prawdopodobnej dolnej granicy występowania w izolowanych masywach górskich dla około 49° N, Babia Góra (1725 m n.p.m.)* Doktorant zawarł w manuskrypcie zatytułowanym „*Poszukiwanie wieloletniej zmarzliny i budowa geologiczna Babiej Góry w świetle wyników obrazowania elektrooporowego*”. Przedstawił w nim wyniki badań wykonanych głównie na podstawie pomiarów ERT i modeli opornościowych, stwierdzając jednak za mało prawdopodobną możliwość występowania aktywnego, związanego z obecnym klimatem permafrostu, który mógłby być ewentualnie związany ze występowaniem gołoborzy. W pewnym sensie nie osiągnięto założonego celu, ale równocześnie uzyskano cenną informację, że pomimo występujących w tym obszarze sprzyjających warunków klimatycznych i geomorfologicznych, pozwalających na lokalne wykształcenie się współczesnego permafrostu oraz na ewentualne przetrwanie permafrostu fosylnego, decydującą o jego obecności rolę odgrywa charakter ośrodka geologicznego. Szczególnie ważnym czynnikiem niezwiązanym bezpośrednio z klimatem w tego typu ośrodkach skalnych jest w ocenie Doktoranta infiltrująca woda, która poprzez drenaż znacząco przyspiesza degradację permafrostu. Uważam to za bardzo ważne potwierdzenie współczesnych badań nad wieloletnią zmarzliną, prowadzonych również w strefach peryglacjalnych. Pewną słabością prowadzenia tego typu badań na wspomnianym obszarze może być duża przewidywalność wyniku. Jednak Doktorant doskonale zdaje sobie z tego sprawę, zaznaczając, że ustalenia te pokazują ograniczenia w ewentualnych dalszych pracach badawczych nad poszukiwaniem permafrostu w innych izolowanych masywach górskich podobnej szerokości geograficznej, co świadczy o jego dużej dojrzałości naukowej powiązanej z ostrożnością w wyciąganiu zbyt daleko idących wniosków.

Opis przestrzennego występowania wieloletniej zmarzliny na lodowcowym przedpolu Storglaciären jako domknięcie peryglacjalnej części badań projektu związanego ze określeniem geofizycznej relacji pomiędzy lodowcem a permafrostem został zawarty w dwóch publikacjach: „*Cold-temperate transition surface and permafrost base (CTS-PB) as an environmental axis in glacier-permafrost relationship, based on research carried out on the Storglaciären and its forefield, northern Sweden*” oraz “*Probable two-layered permafrost formation, as a result of climatic evolution in mountainous environment of Storglaciären forefield, Tarfala, Northern Scandinavia*”. Niewątpliwie osiągnięciem tych prac jest

zapropozowanie modelu integrującego środowisko glacialne z peryglacialnym, który łączy granicę granicę pomiędzy lodem ciepłym a zimnym (CTB) ze spodziewanym spągiem permafrostu (PB). Natomiast powierzchnię lodowca ze stropem wieloletniej zmarzliny. Jest to interesująca koncepcja, dająca nowe spojrzenie na procesy zachodzące na granicy lodowiec-permafrost, a nawet ściśle te środowiska łącząca. Na podstawie głównie pomiarów ERT stwierdzono, że w zaproponowanym modelu w obrębie lodowca politermalnego, granica rozróżniająca lód zimny od ciepłego stanowi środowiskowe kontinuum przechodząc na jego przedpolu w spąg permafrostu. Ciągłość ta reprezentuje termiczną zależność środowiska glacialnego i peryglacialnego stanowiąc oś, wokół której oba systemy ewoluują. W miejscu tym nasuwa się pytanie w jaki sposób takie podejście Doktorant zinterpretował by w przypadku lodowców zimnych i ich relacji z permafrostem? Tym bardziej, że na skutek zachodzących zmian klimatycznych coraz więcej lodowców politermalnych ewoluuje w kierunku lodowców zimnych.

W tej samej części przedłożonej do oceny pracy Pan mgr Michał Glazer zauważa, że rozwijająca się warstwa współczesnego permafrostu poddawana jest silnej degradacji przez liczne strumienie wód ablacyjnych rozcinających ją, przez co wykazuje wysokie zaburzenia ciągłości. Z kolei dwoistość występowania bogatego w lód permafrostu współcześnie aktywnego i fosylnego związana jest z wpływem lodowca, który osłaniał ośrodek geologiczny przed oddziaływaniami klimatycznymi. Takie spojrzenie wymaga pewnego uściślenia wpływu lodowca na permafrost i odpowiedzi na przynajmniej dwa pytania bardziej ogólnej natury: w jaki sposób Doktorant ocenia możliwość istnienia permafrostu pod powierzchnią lodowców, zwłaszcza o dużych miąższościach lodu, które mogą wytworzyć warunki istnienia lodu o tzw. temperaturze topnienia i jak to się ma do osłaniającej roli lodowca? Ponadto interesujący z mojego punktu widzenia jest wpływ zmniejszania powierzchni i cofania się lodowców na degradację wieloletniej zmarzliny (np. poprzez wspomniane cieki ablacyjne, czy też wystawienie nowych obszarów przedpoli lodowców na bezpośrednie oddziaływanie ocieplającego się klimatu), bądź jej odbudowę w wyniku braku osłonięcia, jaką w pewnych przypadkach może stanowić masa lodowca. Chęć uzyskania odpowiedzi na te pytania w żadnym wypadku nie pomniejsza wagi naukowej pracy, a jest jedynie motywacją do kontynuacji tego typu badań w przyszłości. A jestem pewien, że biorąc pod uwagę skrupulatność analizy podjętych przez Doktoranta zagadnień, na pewno sprostałby On temu zadaniu bez większych problemów.

Dodam, że uzyskane w tych publikacjach wyniki nie tylko stanowią bardzo ważne uzupełnienie dotychczasowego stanu wiedzy o permafroście, ale również są nowoczesnym,

niewo odmiennym spojrzeniem na ten problem. Wszystko to czyni z pracy osiągnięcie naukowe wymagane od osoby ubiegającej się o tytuł doktora.

Cykl przedstawionych publikacji zamyka „*Spatial distribution and controls of permafrost development in non-glacial Arctic catchment over the Holocene, Fuglebekken, SW Spitsbergen*”, w której przeanalizowano występowanie i wykształcenie permafrostu w obrębie zlewni Fuglebekken (Hornsund), w przestrzeni pomiędzy środowiskiem górskim a morskim, a także zróżnicowanie przestrzenne permafrostu pod względem zawartości lodu w osadach na skutek oddziaływania procesów peryglacjalnych i/lub morskich. Jest to bardzo ważne kompendium wiedzy na temat procesów zachodzących w zlewni polarnej mających wpływ na kształtowanie się, niszczenie i zasięg wieloletniej zmarzliny. Doktorant wiąże je przede wszystkim z wpływem wód podlodowcowych lodowca Hansa, związanych ze wczesnym etapem jego degradacji i zwraca uwagę, na ich znaczący wpływ na zmianę potencjału pokrywy osadowej Fuglebekken do gromadzenia w jej obrębie lodu. Ściśle łączy to z redukcją spływu powierzchniowego i zwiększeniem podziemnego, co ma potwierdzenie we współcześnie istniejących obszarach, gdzie występują wysokoenergetyczne ciekły wodne, z którymi powiązał znaczącą degradację wieloletniej zmarzliny. Zabrakło w tej części pracy nieco szerszej dyskusji nad zmianami, a także potencjałem ilości wód wypływających z lodowca w miarę jego topnienia przy zwiększającej się powierzchni jego przedpola. Coraz częściej obserwuje się, że pomimo podobnej ablacji letniej, ilość wód powierzchniowych w zlewniach nieco się zmniejsza. W ten sposób powstaje pytanie jaki może to mieć wpływ na permafrost w dłuższym czasie? Czy wody te będą powiększać jego degradację, czy w miarę zmniejszania się ich ilości uzyskamy stan równowagi, a może jego odbudowę?

W dalszej części Doktorant twierdzi, że obszar Fuglebekken będzie w przeciągu najbliższych lat podlegać relatywnie znaczącym zmianom stosunków wodnych oraz ukształtowania morfologicznego podnóża Fugleberget związanego z degradacją permafrostu we względnie krótkim czasie. Sądzę, że podobnie dzieje się w innych regionach Svalbardu. Zastosowane w pracy metody geofizyczne dają możliwość wykazania strefowości wykształcenia wieloletniej zmarzliny pod kątem zawartości lodu w osadach. Równocześnie pozwalają ocenić zasięg występowania oraz charakteru zmarzliny, co uważam za jeden z najważniejszych problemów związanych ze współczesnymi zmianami kriosfery. I pomimo, że w przedstawionej pracy są one ściśle powiązane z lokalnymi uwarunkowaniami badanego obszaru, jestem przekonany, że metody te mogą być również stosowane w przypadku innych regionów, gdzie występuje wieloletnia zmarzlina. Czyni to je istotnym wkładem naukowym w poznawaniu tych przemian. Ponadto w oparciu o uzyskane wyniki stworzono syntetyczny



model zasięgu i formy permafrostu w obrębie zlewni Fuglebekken, który sędzę również ma charakter ponadregionalny.

Przedstawione uwagi, w większości o charakterze porządkowym, wyjaśniającym lub dyskusyjnym, nie umniejszają wartości recenzowanej rozprawy i nie mają wpływu na jej jednoznacznie pozytywną i bardzo wysoką ocenę.

Pragnę zaznaczyć, że w przypadku rozprawy doktorskiej mającej postać cyklu publikacji wieloautorskich, zadaniem recenzenta jest również ocena indywidualnego wkładu kandydata do stopnia naukowego doktora w powstanie pracy zbiorowej. Integralną częścią dokumentacji jaką przedstawił Doktorant do oceny jest procentowy udział jego indywidualnego wkładu w powstanie poszczególnych prac. Na jego podstawie stwierdzam, że udział Pana mgr Michała Glazera wynosi od 30% do 60%. Doktorant odegrał w części z nich wiodącą rolę w prowadzeniu badań, analiz oraz przygotowaniu manuskryptów do publikacji i jest uprawniony do przedstawienia prezentowanego ich cyklu, jako podstawy ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora.

Szczególny podziw budzi duży wachlarz zastosowanych metod badawczych, a także umiejętne sprecyzowanie zadań badawczych oraz precyzyjny i bardzo dobry wybór manuskryptów do cyklu stanowiącego osiągnięcie naukowe, świadczący o dużej znajomości tematu badań przez Doktoranta.


Dodam, że uzyskane wyniki nie tylko stanowią bardzo ważne uzupełnienie dotychczasowego stanu wiedzy na temat permafrostu i jego przemian, ale również są nowoczesnym spojrzeniem na ten problem. Wszystko to czyni z pracy osiągnięcie naukowe wymagane od osoby ubiegającej się o tytuł doktora. Należy także podkreślić, że w ten sposób Doktorant nawiązał również do wieloletniej tradycji ośrodka śląskiego prowadzenia tego typu badań w tym regionie.

Stwierdzam, że Pan mgr Michał Glazer podjął się bardzo trudnego zadania analizy przestrzennego występowania permafrostu oraz przybliżeniu jego interakcji z pozostałymi komponentami środowiska peryglacjalnego i górskiego w wybranych obszarach badawczych pomiędzy 49 a 78°N z wykorzystaniem różnych metod geofizycznych, ze szczególnym uwzględnieniem inwersyjnego obrazowania oporności. W ten sposób stworzył bardzo interesujące połączenie wyników badań z trzech obszarów, o różnym charakterze występowania wieloletniej zmarzliny lub jej brakiem. Równocześnie dokonał wysoko wyspecjalizowanego rozpoznania współczesnych zmian wieloletniej zmarzliny i procesów, które na nie wpływają. Są to ważne badania przemian jakie zachodzą współcześnie w kriosferze. Szeroki zakres przeprowadzonych prac pozwolił dokonać Doktorantowi

szczegółowej analizy warunków występujących na granicy lodowiec-permafrost i określić zachodzące pomiędzy nimi relacje. Przede wszystkim jednak dokonał geofizycznej charakterystyki, zasięgu oraz zmienności permafrostu występującego pomiędzy wybrzeżem morskim, a stokami góorskimi, tworząc bardzo ważne kompendium porównawcze dla badań prowadzonych w innych regionach. Wszystko to nadaje pracy wysoką wartość naukową. Tematyka pracy doskonale włącza się w nurt współczesnych badań regionów polarnych. Uzyskane wyniki, ich interpretacja oraz sposób wnioskowania świadczą o doskonałej znajomości podjętego tematu i dużej dojrzałości naukowej Doktoranta.

Podsumowując jestem przekonany, że przedstawiona rozprawa doktorska, stanowiąca spójny tematycznie cykl czterech publikacji pod wspólnym tytułem „*Charakterystyka obszarów podatnych na występowanie wieloletniej zmarzliny z zastosowaniem metody inwersyjnego obrazowania oporności na przykładzie rejonu podszczytowego Babiej Góry, przedpola Storglaciären (Tarfala) oraz zlewni Fuglebekken (Spitsbergen)*”, w pełni spełnia wymagania stawiane przez odpowiednie przepisy prawne dotyczące prac doktorskich i wnoszę do Wysokiej Rady Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego o dopuszczenie Pana mgra Michała Glazera do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

Chciałbym również zwrócić uwagę, na dużą wartość naukową dokonanej analizy oraz wzorcowo dobrane, związane tematycznie artykuły, stanowiące odpowiedź na zadane hipotezy i cele badawcze. Szczególnie cenne jest wypracowanie przez Doktoranta własnej metodyki badawczej wykorzystywanej przy interpretacji modeli opornościowych oraz wykorzystanie metod geofizycznych do określania i obrazowania występowania permafrostu na stosunkowo dużym obszarze, co ma istotne znaczenie w badaniach wieloletniej zmarzliny, jako jednego z najważniejszych wskaźników współczesnych zmian zachodzących w klimacie, nie tylko na obszarach zlodowaconych. Praca stanowi także szeroki opis procesów i relacji zachodzących w systemie lodowiec-permafrost, znacząco wzbogacający aktualny stan wiedzy o tych komponentach kriosfery. W związku z tym, biorąc również pod uwagę wysoki sumaryczny IF cyklu publikacji zawartych w przedstawionej rozprawie, zwracam się do Wysokiej Rady o jej wyróżnienie.



/Dr hab. Ireneusz Sobota, prof. UMK/