



dr hab. Jaromir Jakacki, prof. IOPAN
Instytut Oceanologii PAN
ul. Powstańców Warszawy 55
81-712 Sopot

Sopot, 08.03.2026

Recenzja

pracy doktorskiej mgr Marty Małgorzaty Misiewicz

pt.: „Występowanie i znaczenie drenażu wód podziemnych w Zatoce Puckiej”
przygotowanej pod kierunkiem:
prof. dr. hab. Jarosława Tęgowskiego
oraz dr. Macieja Matciaka

Recenzja została sporządzona w związku z powołaniem przez Radę Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Gdańskiego do pełnienia funkcji recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora nauk o Ziemi i środowisku p. mgr M. M. Misiewicz.

Zgodnie z art. 187 Prawa o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (t.j. Dz.U. z 2024 r., poz. 1571 z późn. zm.) recenzent ocenia, czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz dowodzi ogólnej wiedzy teoretycznej doktoranta w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku, a także umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Z perspektywy tych właśnie kryteriów zostanie oceniona rozprawa doktorska przedstawiona przez p. mgr Martę Misiewicz.

Podstawę niniejszej recenzji stanowi ocena rozprawy doktorskiej przedłożonej przez Doktorantkę. Praca liczy 142 strony, w tym spis treści, bibliografię oraz spis rysunków oraz tabel.

Hipoteza badawcza rozprawy doktorskiej

Dla oceny rozprawy doktorskiej kluczowe znaczenie ma hipoteza badawcza, gdyż wysiłek wkładany w przygotowanie dysertacji powinien zmierzać w kierunku weryfikacji jej trafności. Przede wszystkim nowatorska i przekonująca hipoteza świadczy o spełnieniu podstawowego kryterium dla oceny pracy – dowodzi zidentyfikowania problemu naukowego (nowego lub już istniejącego) oraz przedstawia jego nowatorskie rozwiązanie.



Jako hipotezę badawczą Autorka przyjęła założenie, że w Zatoce Puckiej występuje wypływ słodkich wód do warstwy przydennej, a jego obecność można potwierdzić metodami geofizycznymi i hydrochemicznymi. Dodatkowo doktorantka postawiła sobie za cel identyfikację i charakterystykę podmorskiego drenażu wód podziemnych w zewnętrznej części Zatoki Puckiej. Jak podaje Autorka, mogła tego dokonać dzięki pojawieniu się nowych możliwości technicznych, które umożliwiły zaplanowanie kampanii pomiarowej, której szczegółowymi celami było wykonanie:

- modelu cyfrowego dna – wykonanie batymetrii z użyciem echosondy wielowiązkowej i wyznaczenie lokalizacji pockmarków,
- akustycznego profilowania osadów dennych – określenie budowy osadów i potencjalnych stref migracji wód podziemnych,
- analizy granulometrycznej osadów powierzchniowych – scharakteryzowanie właściwości osadów,
- pomiarów temperatury i zasolenia wody w funkcji głębokości – rozpoznanie wpływu SGD na strukturę termohalinową,
- pomiarów stężenia jonów chlorkowych w wodach interstycjalnych – oszacowanie intensywności wypływu wysłodzonych wód podziemnych.

Tematyka podejmowana w pracy nie należy do zagadnień modnych. Dotyczy spraw lokalnych, które — choć występują również w innych rejonach światowego oceanu — są rzadko podejmowane w dyskursie naukowym, co skutkuje niewielką liczbą opracowań. Z tego względu recenzowana praca oraz postawiona w niej hipoteza badawcza mają charakter nowatorski i w sposób istotny wzbogacają dorobek naukowy w zakresie badań morza. Inaczej mówiąc, analizowana w kontekście sformułowanej hipotezy badawczej praca spełnia wymogi określone w ustawie.

Sama praca składa się, pomijając wstęp, bibliografię oraz spisy tabel i rysunków, z pięciu głównych rozdziałów. Pierwszy to przegląd danych literaturowych. Jest zatytułowany „Drenaż wód podziemnych w świetle danych literaturowych”. Ta część składa się z 21 stron i zawiera opis mechanizmu działania drenażu, przegląd metod badania drenażu wód podziemnych, historię drenażu wód podziemnych w Zatoce Puckiej oraz przejawy występowania drenażu wód podziemnych. Rozdział pierwszy (formalnie drugi) wskazuje, iż drenaż wód podziemnych stanowi istotny element cyklu hydrologicznego i polega na odpływie wód gruntowych do zbiorników powierzchniowych, w tym mórz. Mechanizm ten zależy od budowy geologicznej, porowatości i przepuszczalności osadów oraz od różnicy ciśnień między wodą słodką a morską. W strefie



kontaktu tych wód zachodzą procesy mieszania (dyfuzja, dyspersja, adwekcja), a ich dynamika jest właściwością lokalną, zmienną sezonowo i zależną od warunków hydrologicznych.

Do opisu przepływu stosuje się m.in. prawo Darcy'ego oraz modele uwzględniające gradienty ciśnienia i różnice gęstości (np. zależność Ghybena–Herzberga). Badania wskazują, że granica wód słodkich i słonych ma charakter strefy przejściowej, a nie ostrej linii rozdziału.

Drenaż wód podziemnych bada się metodami bezpośrednimi (mierniki przesiąkania) oraz pośrednimi, takimi jak: analiza stężeń chlorków i innych jonów, izotopów radu, metanu czy helu, bilans wodny, modelowanie hydrogeologiczne, termowizja i badania batymetryczne. Pionowe profile chlorkowe w osadach są skutecznym wskaźnikiem identyfikacji aktywnych stref drenażu.

W Zatoce Puckiej drenaż wód podziemnych jest dobrze udokumentowany i związany z budową geologiczną oraz układem czterech głównych poziomów wodonośnych (kreda, oligocen, miocen i czwartorzęd). Występują tu trzy typy drenażu: nadbrzeżny, brzegowy i podmorski (swobodny lub ascenzyjny). Jego intensywność zależy głównie od relacji ciśnień między słupem wody słodkiej i morskiej, kształtowanej m.in. przez sezonowe zmiany poziomu morza.

Szacuje się, że podmorski dopływ wód podziemnych stanowi około 12% całkowitego dopływu rzecznego do Zatoki Puckiej. Przejawami drenażu są m.in. obniżenia zasolenia przy dnie (inwersje zasolenia), zmiany chemizmu wód porowych oraz formy morfologiczne dna, takie jak pockmarki.

Drugi rozdział pracy (formalnie trzeci) to metodyka badań. Opisuje kompleksową metodykę badań drenażu wód podziemnych w zewnętrznej części Zatoki Puckiej, obejmującą pomiary batymetryczne, analizy osadów i wód porowych, profilowanie termohalinowe oraz modelowanie transportu jonów chlorkowych w celu oszacowania intensywności wypływu wód podziemnych.

Badania drenażu wód podziemnych w zewnętrznej części Zatoki Puckiej prowadzono w latach 2020–2024 podczas 15 rejsów statku badawczego R/V Oceanograf. Zastosowano zintegrowane metody z zakresu hydrografii, oceanografii, geologii i chemii morza. Pierwszym etapem było szczegółowe mapowanie batymetryczne dna (do izobaty 10 m), obejmujące obszar ok. 127 km². Wykorzystano echosondę wielowiązkową (SeaBat 7125SV2), a dane poddano filtracji i opracowaniu w środowisku GIS, uzyskując numeryczny model dna o rozdzielczości 0,5 × 0,5 m. Na podstawie map wytypowano potencjalne obszary wysięków (m.in. depresje typu pockmark), w których zlokalizowano stacje badawcze. W wybranych punktach pobierano:

- a) rdzenie osadów i próbki osadów powierzchniowych (analizy granulometryczne, klasyfikacja, porowatość),



- b) wody porowe (oznaczenia stężeń jonów chlorkowych metodą Mohra i chromatografii jonowej),
- c) profile struktury termohalinowej w kolumnie wody (sondy CTD: miniCTD Valeport i RBRconcerto).

Dane CTD analizowano w postaci profili pionowych, przekrojów, diagramów T–S oraz interpolacji przestrzennych 3D. Uwzględniono także korekty błędów pomiarowych wynikających z konstrukcji czujników. Strukturę podpowierzchniową osadów badano profilomierzem akustycznym (sub-bottom profiler), a porowatość wyznaczano na podstawie wilgotności i gęstości osadu. Intensywność wypływu wód podziemnych oszacowano na podstawie modelu transportu jonu chlorkowego w wodach porowych (równowaga adwekcji i dyfuzji). Parametry modelu wyznaczono metodą najmniejszych kwadratów, co pozwoliło obliczyć przepływ właściwy dla badanych stacji. W celu interpretacji wyników wykorzystano również dane zewnętrzne: poziomy morza i opady z IMGW, modele prądów morskich (WaterPuck, SatBałtyk) oraz dane satelitarne temperatury powierzchni morza.

Trzecia (formalnie rozdział czwarty), istotna część pracy to opis wyników. Rozdział obejmuje 45 stron podzielonych na cztery podrozdziały. Opisano w nim wyniki badań przeprowadzonych w zewnętrznej części Zatoki Puckiej. Obejmowały analizę ukształtowania dna, struktury termohalinowej wód, właściwości osadów oraz zawartości jonów chlorkowych w wodach porowych. Celem było rozpoznanie rozmieszczenia pockmarków oraz weryfikacja hipotezy o ich genezie związanej z wypływem wód podziemnych.

Na podstawie szczegółowych pomiarów batymetrycznych (rozdzielczość pozioma 0,5 m i pionowa 0,01 m) opracowano mapę dna obejmującą około 127 km². Pomiarów dostarczyły informacje, iż dno ma kształt lejowaty i opada w kierunku południowo-wschodnim do maksymalnej głębokości 55 m. W części zachodniej tego obszaru występują wały piaszczyste ułożone południkowo, pomiędzy którymi zlokalizowano największe zagęszczenie pockmarków.

Łącznie rozpoznano 7 458 pockmarków (średnio 59 km²), przy czym ich zagęszczenie w zachodniej części akwenu sięgało aż 177 km². Większość z nich posiada średnicę mniejszą od 10 m i głębokość mniejszą niż 1 m. Na podstawie wykonanych pomiarów zidentyfikowano trzy główne obszary koncentracji pockmarków (1, 2 i 3 – patrz rysunek w pracy doktorskiej). W obszarze 1 dominują formy o zróżnicowanym kształcie (V- i W-kształtne), w obszarze 2 występuje 11-kilometrowy pas licznych, głównie małych depresji, natomiast w obszarze 3 znajduje się jeden duży pockmark o średnicy zastępczej 254 m oraz mniejsze formy towarzyszące. Analiza sejsmoakustyczna wykazała obecność uwarstwionych osadów oraz brak nagromadzenia materiału wokół krawędzi zagłębień,



co sugeruje ich powstawanie w wyniku procesów podpowierzchniowych, a nie erozji mechanicznej.

Badania struktury termohalinowej prowadzono podczas kilku rejsów w latach 2020–2024 z wykorzystaniem sondy CTD. W obecności termokliny (zazwyczaj na głębokości 15–20 m, rejsy letnie) rejestrowano lokalne obniżenia zasolenia w kolumnie wody, szczególnie nad strefą pockmarków. W maju 2022 r. zaobserwowano pionowy słup wystudzonej wody rozciągający się od dna do powierzchni nad pasem pockmarków w obszarze 2. W sierpniu 2022 r. stacje położone nad pockmarkami wykazywały większe niestabilności warstw wody oraz niższe zasolenie w dolnych partiach profilu w porównaniu z obszarami położonymi na wschód od strefy występowania form.

W maju 2023 r. widoczny był silny wpływ rozptywu wód Wisły, który powodował wystudzenie warstw powierzchniowych. Z kolei w maju 2024 r. zarejestrowano nietypową sytuację hydrologiczną – pojawienie się chłodniejszych i mniej zasolonych wód sięgających niemal dna w obrębie pasa pockmarków, co może wskazywać na okresowy wypływ wód podziemnych. Obserwacje te potwierdzają, że w rejonie pockmarków występują lokalne zaburzenia struktury termohalinowej, choć ich interpretacja wymaga uwzględnienia wpływu czynników hydrodynamicznych (prądy, poziom morza, dopływ wód rzecznych).

Analiza granulometryczna osadów powierzchniowych z 19 stacji wykazała dominację frakcji pyłowej. Zgodnie z klasyfikacjami Sheparda i Folkla większość osadów zakwalifikowano jako pyły, natomiast w strefach referencyjnych i na wałach piaszczystych występowały osady bardziej piaszczyste. Porowatość osadów mieściła się głównie w przedziale 0,60–0,70, przy najwyższych wartościach w obszarze 3. Właściwości te sprzyjają migracji wód w osadzie.

Kluczowym elementem weryfikacji hipotezy o genezie pockmarków była analiza stężeń jonów chlorkowych w wodach porowych. W obszarach 1 i 3 stwierdzono wyraźny spadek stężenia chlorków wraz z głębokością w obrębie pockmarków – w niektórych przypadkach do wartości bliskich zeru. Profile te miały charakter wykładniczy, typowy dla procesów adwekcji–dyfuzji i wskazujący na aktywny wypływ wystudzonych wód podziemnych. Obliczone przepływy właściwe były rzędu $10^{-2} \text{ L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$.

W części wschodniej zatoki nie zaobserwowano podobnych obniżzeń stężenia chlorków – wartości utrzymywały się na poziomie powyżej $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, co sugeruje brak intensywnego drenażu wód podziemnych w tym rejonie.



Najsilniejsze przesłanki wskazujące na aktywny lub okresowy wypływ wód podziemnych występują w zachodniej części zewnętrznej Zatoki Puckiej, szczególnie w obszarach 1 i 3. Świadczą o tym: duże zagęszczenie pockmarków, zaburzenia struktury termohalinowej, spadki zasolenia w kolumnie wody oraz wyraźne obniżenia stężenia chlorków w wodach porowych. Wschodnia część zatoki nie wykazuje podobnych cech, co potwierdza przestrzenne zróżnicowanie procesów odpowiedzialnych za powstawanie tych form dennych.

Kolejny rozdział to Dyskusja (formalnie posiada nr 5). Zaznaczono w nim, że po raz pierwszy szczegółowo opisano pockmarki w zewnętrznej Zatoce Puckiej, które mogą świadczyć o drenażu wód podziemnych. Pockmarki różnią się wielkością, głębokością i kształtem – mniejsze mają regularny, okrągły kształt, a większe są nieregularne i głębsze. Największe zagęszczenie obserwowano w zachodniej części zatoki, szczególnie w pobliżu drobnoziarnistych osadów, które sprzyjają utrwalaniu tych struktur. Badania pokazały, że pockmarki nie są formacjami gazowymi – nie stwierdzono obecności metanu w osadach, a geneza ich powstania wiąże się głównie z wypływem słodkich wód podziemnych. Analiza jonów chlorkowych i parametrów termohalinowych w wodzie potwierdziła aktywny dopływ wód podziemnych w określonych miejscach, szczególnie w maju 2022 r., kiedy zjawisko było wyjątkowo intensywne. Wpływ na wypływ wód mają m.in. poziom morza, ciśnienie piezometryczne i opady atmosferyczne. Wyniki porównawcze z innymi obszarami Morza Bałtyckiego oraz światowymi lokalizacjami wskazują, że intensywność drenażu w Zatoce Puckiej może być znaczna, a obserwowane anomalie zasolenia i temperatury wody są dowodem pionowego i lokalnego wysięku słodkiej wody. Obszar drenażu został określony od zakończenia wałów piaszczystych do izobaty 30 m i częściowo pokrywa się z wcześniejszymi przewidywaniami Piekarek-Jankowskiej (1994).

Ostatni istotny rozdział dysertacji to podsumowanie (formalnie rozdział 6). Wnosi on, że:

- a. Zatoka Pucka jest hotspotem drenażu wód podziemnych w Morzu Bałtyckim,
- b. pockmarki związane są z wypływem wód podziemnych, a nie z gazem i odpowiadają potencjalnym szlakom migracji wód w warstwach wodonośnych,
- c. wypływ wód w części zachodniej pochodzi z mioceno-plejstocenońskiej warstwy wodonośnej, wschodniej – z oligocenońskiej,
- d. eksploatacja głębokich warstw wodonośnych w rejonie Trójmiasta może ograniczać wypływ wód oligocenońskich,
- e. najintensywniejszy dopływ słodkiej wody przypada na przełom zimy i wiosny; woda utrzymuje się w termoklinie latem i jesienią,
- f. analizy chlorków w osadach dennych pozwalają określić różne strefy intensywności drenażu,



- g. dopływ wód podziemnych jest zmienny w czasie i przestrzeni, a jego wpływ na ekosystem morski wymaga dalszych badań.

Wnioski potwierdzają hipotezę o obecności wypływu słodkich wód podziemnych w Zatoce Puckiej i możliwości jego badania metodami geofizycznymi i hydrochemicznymi. Kolejne badania powinny obejmować: badania sejsmiczne z nowymi metodami, sondowanie dna, pomiary chlorków w różnych okresach, modelowanie przepływu w kontekście zmienności poziomu morza oraz analizę fauny, flory i chemizmu wód i osadów w rejonach pockmarków i poza nimi.

Metodologia badań doktorskich

W pracy zabrakło metodologii badań. Jednak przyjęta hipoteza badawcza, dotycząca występowania podmorskiego drenażu wód podziemnych w Zatoce Puckiej, znalazła konsekwentne i pełne odzwierciedlenie w zastosowanej metodyce badań (rozdział 3), która w praktyce skutecznie zastępuje formalną metodologię, stanowiąc logiczne i spójne rozwinięcie założeń badawczych. Metodyka ta obejmuje kompleksową kampanię pomiarową, w ramach której przeprowadzono batymetrię wraz z przetwarzaniem danych batymetrycznych, starannie zaplanowano lokalizację stacji badawczych, wykonano pomiary zasolenia i temperatury wody morskiej, przeprowadzono badania osadów oraz określono zawartość chlorków w wodach porowych, a także oszacowano intensywność wypływu wysłodzonych wód podziemnych. Dodatkowo uwzględniono różnorodne źródła danych wspomagające interpretację wyników i zwiększające rzetelność przeprowadzonych analiz.

Zastosowane w pracy metody to:

- 1) akustyczne profilowanie osadów – tzw. sub-bottom profiler,
- 2) model cyfrowy dna – echosonda wielowiązkowa,
- 3) pomiar stężenia jonów chlorkowych w wodach interstycjalnych,
- 4) analiza granulometryczna osadów,
- 5) pomiar temperatury i zasolenia w funkcji głębokości w zewnętrznej Zatoce Puckiej,
- 6) informacja o poziomach morza i opadach atmosferycznych – IMGW-PIB,
- 7) analiza zdjęć satelitarnych związana z temperaturą powierzchniową morza,
- 8) modelowanie prądów w toni wodnej Zatoki Puckiej.

Tak kompleksowo dobrana i zastosowana metodyka umożliwia identyfikację zarówno fizycznych, jak i chemicznych sygnałów badanego zjawiska oraz jego ilościową charakterystykę, zapewniając pełną spójność procedur badawczych z przyjętą hipotezą i celami cząstkowymi pracy. W efekcie, choć w pracy nie wydzielono osobnego rozdziału metodologicznego, zastosowane metody



badawcze w pełni realizują funkcje metodologiczne, tworząc przejrzystą i logiczną strukturę badawczą, w której wszystkie etapy pracy – od postawienia hipotezy, przez zbieranie i analizę danych, po interpretację wyników – pozostają konsekwentnie powiązane z przyjętymi założeniami naukowymi. Ponadto, tak skonstruowane podejście wielometodowe nie tylko pozwala na rzetelną weryfikację problemu naukowego, ale również znacząco przyczynia się do poszerzenia stanu wiedzy w dziedzinie badań środowiska morskiego, podkreślając naukową wartość i innowacyjność prezentowanej pracy doktorskiej.

Zalety pracy

Praca wyróżnia się wysoką wartością naukową i starannością warsztatową. Szczegółowo opisano pockmarki w zewnętrznej Zatoce Puckiej i wykazano ich związek z drenażem wód podziemnych, uwzględniając zarówno charakterystyki przestrzenne, jak i sezonowe zmienności wypływu. Autorka zastosowała kompleksową i interdyscyplinarną metodykę, obejmującą m.in. pomiary batymetryczne, profilowanie osadów, analizę granulometryczną, pomiary chlorków w wodach porowych, profilowanie termohalinowe oraz modelowanie transportu jonów, co pozwoliło na identyfikację fizycznych i chemicznych sygnałów zjawiska oraz jego ilościową charakterystykę. Staranność procedur badawczych, pomiary wysokiej rozdzielczości i wieloletnie obserwacje zapewniają rzetelność i wiarygodność wyników. Praca wnosi istotny wkład do wiedzy o drenażu wód podziemnych w Morzu Bałtyckim, stanowi podstawę dla dalszych badań i dostarcza informacji o znaczeniu środowiskowym i praktycznym, podkreślając jej innowacyjność i oryginalność w kontekście badań morskich.

Uwagi krytyczne

Poniżej zawarłem też trochę uwag krytycznych. Sam tekst, z zaznaczonymi błędami (głównie natury edytorskiej) przesyłam Autorce. Poniżej wymieniam w punktach najczęściej występujące problemy natury redakcyjno-językowej:

- 1) Interpunkcja i składnia – brak lub błędne użycie przecinków w zdaniach złożonych, niewłaściwe użycie pauz i łączników w zapisie zakresów liczbowych;
- 2) precyzyjne formułowanie zdań – niejasne zdania, powtórzenia;
- 3) terminologia i nazwy własne – niejednolity, czasem niepoprawny zapis nazw geograficznych, jednostek, w tym nazw anglojęzycznych;
- 4) zapis dat i jednostek – ujednolicenie zapisu dat, wartości liczbowych i jednostek zgodnie ze standardami naukowymi;
- 5) cały tekst wymaga ujednolicenia odstępów między wierszami.

Oraz uwagi i niejasności

- 1) Str. 7 – brak wyjaśnienia akronimu SGD.



- 2) Str. 17 – schemat wymaga korekty; akronim SGD nie jest uwzględniony na liście akronimów.
- 3) Str. 18, rys. 2.1 – brak opisu oznaczeń „1” i „2”.
- 4) Str. 20 – fragment „koncepcja przerwy odpływowej” zawiera zamknięty nawias bez otwarcia.
- 5) Str. 22 – termin „wonky holes” wymaga wyjaśnienia; obecne użycie cudzośćłowu nie jest wystarczające.
- 6) Str. 24 – pierwsze zdanie „Aby przedstawić ... (...)... tego akwenu” może być zbędne i warto rozważyć jego usunięcie.
- 7) Str. 28, rys. 2.3 – rysunek jest nieczytelny; legenda istnieje, ale linie powinny być bardziej wyraźne.
- 8) Str. 30 – przekrój hydrologiczny, będący prawdopodobnie kopią z innej pracy, posiada zbyt grube linie i elementy w porównaniu z resztą pracy.
- 9) Str. 33 – różnica między poziomem morza a ciśnieniem wody słonej wymaga korekty jednostek; nie można odejmować wartości wyrażonych w różnych jednostkach.
- 10) Str. 33 – wartość 0,995 wymaga doprecyzowania; prawdopodobnie odnosi się do ciśnienia hydrostatycznego, które zależy od zasolenia, więc sformułowanie „wody morskiej” jest zbyt ogólne.
- 11) Str. 35, wzór 2.2 – wzór wydaje się poprawny, jednak pojęcie oporu hydraulicznego nie zostało wcześniej zdefiniowane.
- 12) Str. 36 – liczba 12% wymaga dokładniejszego uzasadnienia.
- 13) Str. 37 – konieczne jest doprecyzowanie roli czasu w tworzeniu się pockmarków; ponadto jednostka PSU może być nieaktualna, gdyż w pracy zasolenie jest podawane w g/kg.
- 14) Str. 38 – stwierdzenie dotyczące tworzenia się połyńi wymaga doprecyzowania; cytata odnosi się głównie do płytkich akwenów, w których lód i ciepła woda wpływają na powierzchnię.
- 15) Str. 39 – profilowanie struktury termohalinowej wymaga wskazania zastosowanej metody.
- 16) Str. 40 – należy wyjaśnić, w jaki sposób określono wartość „około 20 punktów pomiarowych na 1 m²”.
- 17) Str. 42, rys. 3.1 – brak legendy.
- 18) Str. 46 – sformułowanie „echosonda statkowa” jest chyba nieformalne; zaleca się doprecyzowanie.
- 19) Str. 48 – termin „warunki pogodowe” wymaga doprecyzowania; pojęcie „małe falowanie” powinno zostać wyjaśnione.
- 20) Str. 49 – jednostka mg/L jest stosowana w USA; w Polsce właściwa jednostka to l. W pracy jest konsekwentnie wykorzystywany znak „L”
- 21) Str. 51, wzór 3.6 – należy określić, kiedy zachodzi przedstawiona zależność.
- 22) Str. 52 – akapit „Niepewności parametrów ...” wymaga doprecyzowania, z czego wynikają niepewności wszystkich uwzględnionych parametrów; brak także informacji o rozdzielczości



czasowej i przestrzennej danych satelitarnych. Ogólnie sprawa błędów pomiarowych pozostawia wiele do życzenia.

- 23) Str. 55, rys. 4.2 – profile przedstawionego przekroju powinny być wyraźnie pokazane.
- 24) Str. 55, rys. 4.3c – należy wyjaśnić, w jaki sposób zidentyfikowano obecność ryb na dnie.
- 25) Str. 59, rys. 4.7 – występuje nieścisłość w lokalizacji wraków między rysunkiem a opisem w tekście.
- 26) Str. 61 – brak definicji pojęcia „zastępcza średnica kołowa”.
- 27) Str. 62–64 – brak oznaczeń osi na rysunkach, co utrudnia orientację.
- 28) Str. 70–71 – pojęcie „oznaki niestabilności warstw przydennych” wymaga doprecyzowania w kontekście stacji PP2 i PP3; brak też oznaczenia osi (rys. 4.17).
- 29) Str. 72, rys. 4.23 – prawdopodobnie chodzi o rysunek 4.21; niższe powierzchniowe zasolenie należy traktować jako obserwację wód z rozptywu Wisły, nie jako prawdopodobne pochodzenie – wydaje mi się, że jest to sprawdzalne.
- 30) Str. 77 – brak definicji poziomu morza; niejasne odniesienie do wartości 500 cm lub 516 cm.
- 31) Str. 78 – określenie „poprzez napływ wód rzecznych” wymaga doprecyzowania, jakie wody dokładnie; rys. 4.25 nie jest czytelny lub zawiera nieprecyzyjne informacje.
- 32) Str. 103 – jednostka $L/m^2/h^2$ wymaga weryfikacji.
- 33) Str. 106 – stwierdzenie „Z dużym prawdopodobieństwem ...” wymaga wyjaśnienia; konieczne jest ustalenie, czy chłodniejsza woda faktycznie pochodzi z wysięków.
- 34) Str. 112–113 – brak lokalizacji i punktu odniesienia dla poziomu morza; prognoza wzrostu do 2100 o 40 cm wymaga źródła.

Pytania do Autorki

- I. Co oznacza zdanie (str. 21): „słodkie wody podziemne płyną w kierunku morza, a mieszanie następuje poprzez dyfuzję lub dyspersję”? Proszę o wyjaśnienie różnicy między dyfuzją a dyspersją w tym przypadku oraz czy zamiast „lub” nie powinno być użyte „i”.
- II. Jaka jest rola Wisły w kształtowaniu powierzchni dna w zewnętrznej Zatoce Puckiej?
- III. Dlaczego zmierzone wartości przepływu właściwego dla Zatoki Puckiej są mniejsze niż obserwowane w innych akwenach (str. 104, tabela 5.2)?

Podsumowanie

Można powiedzieć, że Zatoka Pucka jest hotspotem drenażu wód podziemnych, a pockmarki stanowią wyraźny wskaźnik tych procesów, z potencjalnymi konsekwencjami dla warunków hydrologicznych, fizykochemicznych i ekosystemu akwenu. W świetle przeprowadzonej analizy i oceny rozprawy doktorskiej mgr Marty Małgorzaty Misiewicz, w kontekście przewidzianych



prawem kryteriów wymagających spełnienia dla uzyskania stopnia naukowego doktora, należy stwierdzić, że kryteria te zostały spełnione.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska stanowi oryginalny wkład do rozwiązania wielu ważnych problemów naukowych związanych z drenażem wód podziemnych w zewnętrznej Zatoce Puckiej. Praca posuwa naukę polską do przodu w zakresie podjętej problematyki, w szczególności dlatego, że dotyczy badań o naturze interdyscyplinarnej w materii rzadko obecnej w szerszym zakresie w literaturze. Należy zatem postulować rozważenie jej publikacji, a zapewne i zasadne byłoby przygotowanie samodzielnych publikacji składających się z części dysertacji.

Ponadto, analiza zawarta w pracy dowodzi pogłębionej ogólnej wiedzy teoretycznej Doktorantki w zakresie nauk o Ziemi i środowisku, a także umiejętności prowadzenia samodzielnie pracy naukowej.

Przedstawiona do recenzji praca spełnia wymagania stawiane postępowaniom doktorskim. Stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydatki w dyscyplinie nauk o Ziemi i środowisku oraz wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Recenzowana praca spełnia zatem wymagania określone na podstawie ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. 2018, poz. 1668). Tym samym wnioskuję o dopuszczenie Pani magister Marty Małgorzaty Misiewicz do dalszych etapów postępowania doktorskiego.

Jaromir Jakacki