

Prof. dr hab. inż. Mikołaj Protasowicki (emeryt)  
Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
ul. Papieża Pawła VI nr 3, 71-459 Szczecin  
e-mail: Mikolaj.Protasowicki@zut.edu.pl

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej mgr Marcina Stokowskiego**

**pt. Charakterystyka systemu węglanowego w strefie przybrzeżnej południowego Bałtyku [The characteristics of the carbonate system in the coastal zone of the southern Baltic Sea]**

Podstawą wykonania recenzji było pismo prof. dr hab. Jacka Piskozuba Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie z dnia 27. września 2021r. (DS./553/IOPAN/21) oraz dołączony egzemplarz rozprawy wraz z zapisem na płycie CD.

Przedłożona do recenzji rozprawa została wykonana w Pracowni Biogeochemii Morza IO PAN w Sopocie pod naukowym kierunkiem promotora dr hab. Karola Kulińskiego, prof. IO PAN.

Rozprawę stanowi zbiór trzech spójnych tematycznie artykułów opublikowanych w czasopiśmie naukowych o zasięgu międzynarodowym. Publikacje te ukazały się w latach 2020 – 2021 i są to:

1. **Stokowski, M., Schneider, B., Rehder, G., Kuliński, K., 2020.** The characteristics of the CO<sub>2</sub> system of the Oder River estuary (Baltic Sea). *Journal of Marine Systems*, DOI: 10.1016/j.jmarsys.2020.103418
2. **Stokowski, M., Winogradow, A., Szymczycha, B., Carstensen, J., Kuliński, K., 2021a.** The CO<sub>2</sub> system dynamics in the vicinity of the Vistula River mouth (the southern Baltic Sea): A baseline investigation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, DOI: 10.1016/j.ecss.2021.107444
3. **Stokowski, M., Makuch, P., Rutkowski, K., Wichorowski, M., Kuliński, K., 2021b.** A system for the determination of surface water pCO<sub>2</sub> in a highly variable environment, exemplified in the southern Baltic Sea. *Oceanologia*, DOI: 10.1016/j.oceano.2021.01.001.

Według danych sumaryczny IF wynosi 7,059, a zgodnie z listą MNiSW wartość punktowa równa się 270.

W przedstawionych publikacjach mgr Marcin Stokowski jest pierwszym autorem. Uczestniczył On we wszystkich etapach powstawania prac, poczynając od pomysłu i opracowania założeń badań, wykonania prac terenowych i laboratoryjnych, udziału w opracowaniu wyników i przygotowaniu materiałów do druku, a na wprowadzaniu korekt i korespondencji z wydawnictwem kończąc. Fakt, że we wszystkich przypadkach był autorem korespondencyjnym potwierdza Jego pełną znajomość problematyki poruszanej

w publikacjach. Wiodąca rola doktoranta została potwierdzona w oświadczeniach współautorów, a Jego udział w powstaniu poszczególnych artykułów wynosił odpowiednio 70, 75 i 70%.

W mojej opinii, w świetle powyższych faktów, udział doktoranta w badaniach i powstaniu publikacji nie budzi najmniejszych zastrzeżeń, natomiast współpraca z przedstawicielami krajowych i zagranicznych jednostek naukowych wskazuje na umiejętność nawiązywania kontaktów, pracy w zespole oraz korzystania z wiedzy i doświadczeń innych.

Badania były finansowane w ramach projektów NCN (2015/19/B/ST10/02120; 2018/31/N/ST10/03063), NCBiR i EU (BONUS-BB/INTEGRAL/05/2017) oraz wspierane przez Federalne Ministerstwo Edukacji i Badań Naukowych Niemiec, a także szwedzkie, fińskie i estońskie organizacje ds. badań naukowych.

Artykuły naukowe, które są podstawą ubiegania się mgr Marcina Stokowskiego o nadanie stopnia doktora zostały opublikowane w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym, co świadczy o uznaniu znaczenia i wartości merytorycznej badań. W dysertacji publikacje te doktorant przedstawił pod wspólnym tytułem **Charakterystyka systemu węglanowego w strefie przybrzeżnej południowego Bałtyku** [*The characteristics of the carbonate system in the coastal zone of the southern Baltic Sea*].

Oprawiony materiał zawiera stronę tytułową w języku angielskim i polskim (s. 1-2), dwujęzyczny spis treści (s. 3), wykaz skrótów (s. 4-5), abstrakt w języku angielskim (s. 6-16), tożsame z wersją angielskojęzyczną streszczenie w języku polskim (s. 17-28), bibliografię (s. 29-33), dalej załączono odbitki 3 artykułów naukowych, które są podstawą dysertacji i są poprzedzone wydrukiem z danymi bibliograficznymi i bibliometrycznymi (s. 34-64), oświadczenia współautorów prac (s. 65-75), a całość kończą podziękowania (s. 76).

Pomimo wielu badań poświęconych systemowi węglanowemu wód morskich dotychczas nie w pełni poznano zjawiska zachodzące w strefach przybrzeżnych mórz. Zwłaszcza nierozpoznane pozostają struktura i zmienność systemu węglanowego w przybrzeżnych strefach Bałtyku znajdujących się pod dużym wpływem dopływu wód rzecznych. Rozszerzeniu wiedzy w tym zakresie zostały poświęcone prace przedstawione w ramach ocenianej rozprawy. Obszar badań obejmował strefy ujść dwóch największych rzek polskich, Wisły i Odry.

Zagadnienia związane z problematyką podjętych badań zostały omówione we wstępie streszczenia. Doktorant wykazał się przy tym dobrą znajomością literatury przedmiotu, poza publikacjami cytowanymi wcześniej w artykułach 1-3 wprowadził nowe, dodatkowe pozycje.

Następnie na podstawie posiadanej wiedzy i studiów dostępnego piśmiennictwa mgr Marcin Stokowski sformułował hipotezę, która zakłada, że: „*Struktura morskiego systemu węglanowego w strefie przybrzeżnej jest wysoce zmienna w czasie i przestrzeni, zaś jej detekcja jest ograniczona w porównaniu z pomiarami w otwartych obszarach morskich*”.

Hipoteza ta była weryfikowana w badaniach przedstawionych w publikacjach 1-3, których cele doktorant ujął następująco:

1. Scharakteryzować strukturę i zmienność morskiego systemu węglanowego w okolicach ujścia Odry - estuarium typu lagunowego,
2. Scharakteryzować strukturę i zmienność morskiego systemu węglanowego w okolicach ujścia Wisły - estuarium otwartego,

3. Określić na podstawie przeprowadzonych badań (cele 1 i 2), najbardziej odpowiednią metodę pomiarową do identyfikacji zmienności systemu węglanowego w strefie przybrzeżnej oraz przeprowadzić jej optymalizację.

(Uwaga. Lepiej zamiast „... w okolicach ...” pisać w rejonie lub „w estuarium typu lagunowego, czy typu otwartego”).

Bardzo dobrze został scharakteryzowany rejon badań przy czym doktorant sięgnął do różnych publikacji źródłowych, nie rezygnując z tych z końca XX. wieku. (Uwaga. Sugeruję aby w języku polskim pisać Piana zamiast Peene, s. 20<sub>2</sub>).

Również przejrzysty jest opis badanych materiałów i metod analitycznych. Doktorant w zestawieniu tabelarycznym przedstawił metody, ich precyzję i dokładność oraz sposób weryfikacji tych parametrów, co informuje czytelnika o wiarygodności wyników.

Następna część została poświęcona przeglądowi wyników przedstawionych w poszczególnych artykułach, które są podstawą dysertacji. Mgr Marcin Stokowski w opisie przedstawił w skrócie wyniki uzyskane w poszczególnych pracach.

Należy podkreślić, że po raz pierwszy szczegółowo zbadano i opisano zmienność systemu węglanowego ujścia Odry, gdzie wody Zalewu Szczecińskiego wykazywały największą zmienność parametrów biogeochemicznych, w tym właściwości kwasowo-zasadowych. Ciekawe jest wykazanie i oszacowanie spontanicznego wytrącania kalcytu [1]. (Na istnienie takiego procesu wskazywały pośrednio wyniki badań WIOŚ publikowane w latach 1980.).

Nowe informacje w zakresie zmienności przestrzennej i czasowej systemu węglanowego w ujściu Wisły i w Zatoce Gdańskiej wnoszą natomiast badania przedstawione w drugiej publikacji. Wykazano w nich, że w tym rejonie występowała duża zmienność ładunków alkaliczności ogólnej (TA), co wiązało się głównie ze zmianami natężenia przepływu wód w rzece [2]. Potwierdzono zmienność przestrzenną i czasową nasycenia wód kalcytem i aragonitem, przy znacznym wysyceniu w okresie nasilonej wegetacji. Nie stwierdzono jednak spontanicznego wytrącania  $\text{CaCO}_3$  jak miało to miejsce w Zalewie Szczecińskim [1]. (Uwaga. Uważam, że w opisie nie należy używać pojęcia „zmienność sezonowa” gdyż takie podejście wymaga powtórzenia badań w okresie co najmniej trzech lat).

Powyższe badania [1, 2] pozwoliły ustalić, że ciśnienie cząstkowe dwutlenku węgla ( $\text{pCO}_2$ ) jest kluczowym parametrem dla identyfikacji silnych gradientów środowiskowych obserwowanych w strefie przybrzeżnej. Dało to podstawę do rozważań czy do metodyki powszechnie stosowanej w pomiarach  $\text{pCO}_2$  w wodach otwartych (oceanicznych) można wprowadzić ulepszenia? W ślad za tym w ramach prowadzonych prac zaprojektowano i opatentowano „Układ nadzorujący ustrój instrumentu pomiarowego i zabezpieczający go przed wpływem niepożądanego wilgoci” [Stokowski m. i in. 2018, P425618]. Badania wykazały, że wprowadzone usprawnienia zapewniają wysoką dokładność pomiarów w wodach otwartych morza, jednak jest to trudne do osiągnięcia w dynamicznej strefie przybrzeżnej. Na tej podstawie zaproponowano rewizję i ponowne zdefiniowanie wymagań dotyczących jakości pomiarów oddzielnie dla rejonów o różnych parametrach środowiskowych [3].

Po przeglądzie wyników w opisie osiągnięcia doktorant zamieścił część zatytułowaną „Wnioski”. Uważam, że lepiej byłoby użyć sformułowania „Omówienie wyników” lub krótko „Dyskusja”, gdyż w tej części znajduje się omówienie własnych badań w świetle publikacji innych autorów. Podkreślenie odmienności Morza Bałtyckiego w pełni uzasadnia potrzebę badań systemu węglanowego. Publikacje innych autorów wskazują na konieczność realizacji badań w tym zakresie, co jest szczególnie ważne w świetle

obserwowanego zwiększenia emisji CO<sub>2</sub>, które prowadzi do zakwaszenia oceanów (OA). Długofalowe konsekwencje tego zjawiska są trudne do przewidzenia. Doktorant zwraca uwagę na brak szerszej wiedzy w zakresie skutków biologicznych zmienności systemu węglanowego w ekosystemach przybrzeżnych. W tej części doktorant podkreśla walory poznawcze własnych prac, w których po raz pierwszy zwrócono uwagę na znaczenie oddziaływania wlewów wód rzecznych na system węglanowy wód przyujściowych. Wskazuje też na różnice w zależności od pory roku oraz rodzaju estuarium.

W mojej opinii ta część streszczenia jest napisana w sposób zrozumiały i przejrzysty, chociaż można było rozszerzyć zawarte w niej rozważania. Dlatego też proszę aby w czasie obrony mgr Marcin Stokowski zechciał podjąć dyskusję nt. powiązania obiegu węgla (zakwaszenie, alkalizacja) i azotu (nityfikacja, denityfikacja) w aspekcie wpływu tych procesów na hydrobionty.

Część zatytułowana „Podsumowanie”, w istocie są to „Wnioski”, stanowi krótką reasumpcję osiągnięć przedstawionych w opisie (streszczeniu) i w trzech publikacjach wchodzących w skład rozprawy doktorskiej.

Całość streszczenia kończy bibliografia, która obejmuje 72 pozycje, przy czym kilkanaście (14) stanowią publikacje cytowane tylko w streszczeniu. Świadczy to o bieżącym studiowaniu piśmiennictwa związanego z przedmiotem dysertacji. (Uwaga. W treści streszczenia pominięto 3 pozycje podane w wykazie: Borges i Abril, 2012; Cyraniak i in., 2012; Schernewski i in., 2012).

Przedstawione wyżej uwagi mają charakter redakcyjny i nie wpływają na wysoką ocenę rozprawy. Reasumując chcę podkreślić, że jednotematyczne artykuły przedstawione w rozprawie doktorskiej mgr Marcina Stokowskiego są logicznie powiązane i jak już wspominałem, opublikowano je w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym, a to świadczy o uznaniu znaczenia i wartości merytorycznej badań. Przed publikacją były one poddane wnikliwej ocenie recenzentów i trudno jest doszukać się w nich jakichkolwiek uchybień.

Po zapoznaniu się z przedstawionym jako rozprawa doktorska materiałem uważam, że postawiona przez doktoranta hipoteza została w pełni zweryfikowana, w ramach badań których był wnioskodawcą i głównym realizatorem. Należy podkreślić, że tak szczegółowe badania systemu węglanowego wód estuarium Odry i Wisły były pierwszymi pracami wykonanymi w tak szerokim zakresie. W estuarium Odry, w Zalewie Szczecińskim, po raz pierwszy zidentyfikowano i oszacowano spontaniczne wytrącanie kalcytu. Również w badaniach w estuarium Wisły i Zatoce Gdańskiej uzyskano nowe dane, mianowicie, określono czasową i przestrzenną zmienność systemu węglanowego. Na podstawie wyników badań wykazano, że wody rzek są znaczącym źródłem TA w strefach ujściowych.

Doświadczenia zdobyte w czasie badań przyczyniły się do udoskonalenia stosowanego systemu pomiarowego, w ślad za tym został złożony i przyjęty wniosek patentowy, którego pierwszym autorem jest mgr Marcin Stokowski.

### **Podsumowanie i wniosek końcowy**

Uważam, że mgr Marcin Stokowski wykonał interesujące badania, które pozwoliły zrealizować nakreślone cele i udowodnić sformułowaną hipotezę. Wykazał się umiejętnością samodzielnego i zespołowego prowadzenia prac oraz bardzo dobrą znajomością warsztatu badawczego. Zdołał bogatą wiedzę w zakresie podjętej

problematyki, o czym świadczy piśmiennictwo cytowane w podsumowaniu badań i w publikacjach, które są podstawą dysertacji.

Badania przedstawione jako rozprawa doktorska wnoszą nowe, interesujące informacje do tematyki związanej z szeroko rozumianą oceanologią. Fakt, że ich wyniki zostały opublikowane w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym (IF=7,059) potwierdza ich wysoką wartość merytoryczną.

W mojej opinii rozprawa mgr Marcina Stokowskiego zatytułowana „Charakterystyka systemu węglanowego w strefie przybrzeżnej południowego Bałtyku [*The characteristics of the carbonate system in the coastal zone of the southern Baltic Sea*]” odpowiada wymaganiom ustawowym. Na tej podstawie występuję do Wysokiej Rady Naukowej Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie o dopuszczenie mgr Marcina Stokowskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Równocześnie, w razie pozytywnej oceny przebiegu obrony, wnoszę o **wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr Marcina Stokowskiego.**

Uzasadnienie. Uważam, że oceniana rozprawa doktorska charakteryzuje się kompleksowym i nowoczesnym podejściem do analizowanego zagadnienia naukowego. Doktorant z powodzeniem zrealizował postawione cele badawcze, które pozwoliły udowodnić postawioną hipotezę. Zastosowany warsztat badawczy oraz wnikliwa analiza uzyskanych wyników stanowią o wysokiej wartości pracy. Wyniki badań zostały opublikowane w prestiżowych międzynarodowych czasopismach indeksowanych w bazie JCR (Journal of Marine Systems; Estuarine, Coastal and Shelf Science; Oceanologia), a łączny IF publikacji wchodzących w skład cyklu wynosi 7,059.

Do szczególnie wartościowych aspektów pracy należą szczegółowe badania systemu węglanowego wód estuarium Odry i Wisły, które były pierwszymi pracami wykonanymi w tak szerokim zakresie. W badaniach po raz pierwszy zidentyfikowano i oszacowano spontaniczne wytrącanie kalcytu w Zalewie Szczecińskim. Nowe dane uzyskano również w badaniach w estuarium Wisły i Zatoce Gdańskiej, gdzie określono czasową i przestrzenną zmienność systemu węglanowego. W obu obszarach wykazano, że wody rzek są znaczącym źródłem TA w strefach ujściowych. Został też udoskonalony system pomiarowy stosowany w badaniach, czego efektem był wniosek złożony do Urzędu Patentowego RP, którego pierwszym autorem jest mgr Marcin Stokowski.

Chociaż nie jest to wymagane przy recenzji rozprawy doktorskiej, pozytywnie oceniam też dotychczasową działalność naukową mgr Marcina Stokowskiego. Poza artykułami włączonymi do dysertacji jest On współautorem 3 innych publikacji w czasopismach o szerokim zasięgu międzynarodowym. Według WoS 5 publikacji cytowano 34 razy (bez autocytowań).

Szczecin, 22. października 2021r.

  
Prof. dr hab. inż. Mikołaj Protasowicki