

prof. dr hab. Renata Gadzała-Kopciuch
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Wydział Chemii
Katedra Chemii Środowiska i Bioanalityki
ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

Recenzja rozprawy doktorskiej

Pani mgr inż. Izabeli Narloch

pt. *Opracowanie i ocena proekologicznych rozwiązań dedykowanych do oznaczania zanieczyszczeń w próbkach środowiskowych*

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska została wykonana w Zakładzie Analityki Żywności i Ochrony Środowiska Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich pod kierunkiem Pana dr. hab. Przemysława Kosobuckiego, prof. PBS oraz promotora pomocniczego Pani dr inż. Grażyny Wejnerowskiej.

Ocena wyboru tematyki badawczej

Tematyka rozprawy doktorskiej wpisuje się w aktualne światowe trendy w obszarze chemii analitycznej i ochrony środowiska. W obliczu narastających zagrożeń wynikających z obecności trwałych i często trudno biodegradowalnych zanieczyszczeń chemicznych (tj. benzofenony czy parabeny) w środowisku naturalnym, istnieje pilna potrzeba opracowywania nowoczesnych, skutecznych, a zarazem bezpiecznych dla środowiska metod analitycznych, które pozwalają na ich precyzyjne oznaczanie w różnych matrycach.

W kontekście aktualnych wyzwań związanych z wdrażaniem zrównoważonych procedur analitycznych, duże znaczenie ma nie tylko efektywność metody oznaczania, ale także jej wpływ na środowisko, koszt wdrożenia oraz możliwość zastosowania w rutynowej praktyce laboratoryjnej. Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Izabeli Narloch odpowiada na te potrzeby, oferując konkretne rozwiązania badawcze o potencjale aplikacyjnym w laboratoriach środowiskowych i przemysłowych, co stanowi jej istotny walor praktyczny. Na szczególną uwagę zasługuje również interdyscyplinarny charakter badań, obejmujący analizę próbek środowiskowych, kosmetycznych oraz żywnościowych, co dowodzi szerokiego zakresu zastosowań zaproponowanych rozwiązań. Uwzględnienie produktów powszechnego użytku (kosmetyki, mleko, sery) oraz ich możliwego wpływu na zdrowie ludzi i stan środowiska dodatkowo podkreśla znaczenie podejmowanej problematyki badawczej.

Warto podkreślić, że opracowane metody analityczne, ocenione również pod względem ich ekologiczności, mogą w przyszłości stanowić punkt wyjścia do tworzenia wytycznych dla laboratoriów wdrażających zasady zielonej chemii. Zagadnienie to pozostaje niezwykle aktualne w kontekście międzynarodowych działań legislacyjnych i środowiskowych, m.in. strategii Unii Europejskiej dotyczących ograniczania stosowania

substancji niebezpiecznych oraz promowania rozwiązań przyjaznych środowisku. Tym samym, podjęta przez Doktorantkę w rozprawie doktorskiej problematyka badawcza jest nie tylko w pełni uzasadniona merytorycznie, ale również aktualna i istotna z punktu widzenia potrzeb ochrony środowiska oraz praktyki analitycznej. Opracowane w ramach pracy rozwiązania przyczyniają się do rozwoju nowoczesnej chemii analitycznej, odpowiadającej na wyzwania związane z koniecznością monitorowania zanieczyszczeń i minimalizacji wpływu działalności laboratoryjnej na środowisko.

Ocena formalna i merytoryczna rozprawy doktorskiej

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska została opracowana w formie cyklu publikacji i obejmuje siedem artykułów naukowych: sześć oryginalnych prac badawczych oznaczonych od **P2-P7** oraz jedną publikację przeglądową (**P1**). Wszystkie wchodzące w skład rozprawy publikacje są ze sobą ściśle powiązane tematycznie, a ich treść pozostaje w zgodności z zakresem merytorycznym rozprawy. Artykuły te łączy wspólna problematyka badawcza obejmująca rozwój i ocenę metod oznaczania zanieczyszczeń środowiskowych w ujęciu zgodnym z zasadami zielonej i białej chemii analitycznej. W szczególności, badania realizowane w ramach niniejszej rozprawy doktorskiej koncentrują się na rozwijaniu technik mikroekstrakcyjnych, takich jak MEPS (*Microextraction by Packed Sorbent*), wykorzystaniu biosorbentów oraz zastosowaniu narzędzi oceny ekologiczności procedur, takich jak AGREE, GAPI czy algorytm RGB 12.

Wszystkie publikacje ukazały się w recenzowanych, anglojęzycznych czasopismach naukowych, co świadczy o międzynarodowym charakterze prowadzonych badań oraz zwiększa ich dostępność i rozpoznawalność w świecie naukowym. Szczególnie istotne jest to, że sześć z omawianych artykułów zostało opublikowanych w czasopismach indeksowanych w bazie *Journal Citation Reports* (JCR), co jednoznacznie potwierdza ich wysoką jakość oraz znaczenie dla rozwoju danej dyscypliny naukowej. Ponadto, wszystkie czasopisma znajdują się w wykazie czasopism punktowanych Ministerstwa Edukacji i Nauki (MEiN).

Wspomniane publikacje zostały w rozprawie doktorskiej oznaczone jako:

- [P1] **Narloch, I.**; Wejnerowska, G. *An overview of the analytical methods for the determination of organic UV filters in cosmetic products and human samples*. *Molecules* 2021, 26, 4780 - 140 pkt. MNiSW, IF₂₀₂₁ = 4,927.
- [P2] Wejnerowska, G.; **Narloch, I.** *Determination of benzophenones in water and cosmetics samples: a comparison of solid-phase extraction and microextraction by packed sorbent methods*. *Molecules* 2021, 26, 6896 - 140 pkt. MNiSW, IF₂₀₂₁ = 4,927.
- [P3] **Narloch, I.**; Wejnerowska, G. *Comparison of the effectiveness and environmental impact of selected methods for the determination of fatty acids in milk samples*. *Molecules*, 2022, 27, 8242 - 140 pkt. MNiSW, IF₂₀₂₂ = 4,6.
- [P4] **Narloch, I.**; Wejnerowska, G. *A comparative analysis on the environmental impact of selected methods for determining the profile of fatty acids in cheese*. *Molecules*, 2023, 28, 4981 - 140 pkt. MNiSW, IF₂₀₂₃ = 4,2.

- [P5] Wejnerowska, G.; **Narloch, I.** *Comparison of the greenness assessment of chromatographic methods used for analysis of UV filters in cosmetic samples.* *Analytica*, 2023, 4, 447-455 - 5 pkt. MNiSW, IF = 0.
- [P6] Wejnerowska, G.; **Narloch, I.**, *A comprehensive assessment of sample preparation methods for the determination of UV filters in water by gas chromatography-mass spectrometry: greenness, blueness, and whiteness quantification using the AGREEprep, BAGE, and RGB 12 tools.* *Applied Sciences*, 2024, 14, 7690 - 100 pkt. MNiSW, IF₂₀₂₄ = 2,5.
- [P7] **Narloch, I.**; Wejnerowska, G.; Kosobucki, P., *Nutshell materials as a potential eco-friendly biosorbent for the effective extraction of UV filters and parabens from water samples,* *Materials*, 2024, 17, 5128 - 140 pkt. MNiSW, IF₂₀₂₄ = 3,1.

Wymienione powyżej prace stanowią istotny wkład w rozwój tematyki badawczej związanej z rozprawą doktorską, a ich publikacja w wybranych czasopismach świadczy o dobrym poziomie merytorycznym i metodologicznym badań przeprowadzonych przez Doktorantkę. Sumaryczna wartość współczynnika oddziaływania (*Impact Factor*, IF) wszystkich publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej wynosi 24,254 (zgodnie z wartościami obowiązującymi w roku ich opublikowania), co przekłada się na bardzo dobrą średnią wartość IF na poziomie około 3,5 dla każdej z prac (pomimo, że jedna z prac ma IF=0). Należy podkreślić, że sześć spośród publikacji wchodzących w skład rozprawy zostało opublikowanych wyłącznie w dwuosobowym składzie. Należy jednak zaznaczyć, że oświadczenia złożone przez Doktorantkę oraz Promotora pomocniczego, dotyczące wkładu poszczególnych osób w powstanie publikacji, są tożsame pod względem zakresu opisanych działań przy realizacji i przygotowaniu manuskryptu. Ich ogólnikowy charakter uniemożliwia jednak jednoznaczne określenie stopnia samodzielności Pani mgr inż. Izabeli Narloch w poszczególnych etapach prowadzonych badań. Kwestia ta jest szczególnie istotna w kontekście wymagań określonych w art. 187 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, zgodnie z którym: *Rozprawa doktorska powinna przedstawiać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej oraz świadczyć o jego umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.* Wyrażam nadzieję, że podczas publicznej obrony rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Izabela Narloch odniesie się szczegółowo do kwestii swojego indywidualnego wkładu w poszczególne publikacje, co pozwoli na rozwianie istniejących wątpliwości dotyczących stopnia jej samodzielności naukowej oraz pełniejszą ocenę spełnienia ustawowych kryteriów określonych dla rozprawy doktorskiej.

Recenzowana rozprawa doktorska została przedstawiona w formie maszynopisu obejmującego 56 stron komentarza merytorycznego, uzupełnionego o życiorys naukowy Pani mgr inż. Izabeli Narloch oraz kserokopie publikacji stanowiących podstawę rozprawy. Struktura rozprawy obejmuje: spis treści, wprowadzenie do tematyki badawczej stanowiącej podstawę pracy doktorskiej, wykaz publikacji wchodzących w skład cyklu, uzasadnienie ich spójności tematycznej, omówienie wyników i ich dyskusję, streszczenie w języku polskim i angielskim, bibliografię zawierającą 66 cytowanych pozycji literaturowych, wykaz dorobku naukowego Doktorantki, kopie opublikowanych artykułów naukowych oraz oświadczenia współautorów dotyczące wkładu w poszczególne publikacje.

Pani mgr inż. Izabela Narloch za cel (zdefiniowany na stronie 22) swojej rozprawy doktorskiej postawiła *zastosowanie zasad białej i zielonej chemii analitycznej w opracowywaniu metod*

analitycznych służących do oznaczania zanieczyszczeń w próbkach środowiskowych, a także ocenę wpływu tych metod na środowisko i zdrowie człowieka przy wykorzystaniu wybranych narzędzi metrycznych. Można zauważyć, że główny cel badań skupia się na dwóch aspektach: (1) rozwoju metod analitycznych opartych na założeniach białej i zielonej chemii analitycznej oraz (2) ocenie ich oddziaływania z zastosowaniem narzędzi do analizy ekologiczności. Choć takie sformułowanie celu jest ogólnie poprawne, nie oddaje w pełni zakresu prowadzonych badań, w których Doktorantka podejmowała kompleksowe działania w zakresie projektowania całych procedur analitycznych, począwszy od etapu przygotowania próbek, przez dobór technik ekstrakcji, aż po analizę instrumentalną i interpretację uzyskanych wyników. Zasadne w tym miejscu, wydaje się również odwołanie do tytułu rozprawy doktorskiej, w którym mowa jest o „próbkach środowiskowych”. Tymczasem, jak wynika z treści rozprawy, w badaniach wykorzystano również próbki kosmetyków oraz żywności, które nie są standardowo klasyfikowane jako typowe próbki środowiskowe. Należy podkreślić, że chociaż zawarte w nich zanieczyszczenia mogą pośrednio wpływać na środowisko i oddziaływać na poszczególne ekosystemy (tj.: woda, gleba czy powietrze), nie stanowią one same w sobie środowiska naturalnego w ścisłym tego słowa znaczeniu. W związku z powyższym wskazane byłoby doprecyzowanie zarówno definicji próbek środowiskowych przyjętej na potrzeby niniejszej rozprawy doktorskiej, jak i uzasadnienie zastosowanego podejścia badawczego, uwzględniającego także próbki kosmetyków i żywności. Takie wyjaśnienie byłoby pomocne w jednoznacznej interpretacji zakresu i spójności tematycznej rozprawy.

Uważam, że spójność tematyczna rozprawy doktorskiej przejawia się w jednolitym podejściu do analizy zanieczyszczeń organicznych (głównie benzofenonów i parabenów) oraz wybranych kwasów tłuszczowych w różnych matrycach, w tym w próbkach wody (**P2**, **P6**, **P7**), kosmetyków (szampon, maska i żel do włosów – **P2**, **P5**) oraz żywności (mleko – **P3**, ser – **P4**). Pomimo różnorodności analizowanych matryc, celem każdej z publikacji **P2-P7** jest wdrażanie bardziej ekologicznych, mniej inwazyjnych i bardziej efektywnych rozwiązań w zakresie przygotowania próbek, ekstrakcji i oceny efektywności metod analitycznych.

Przechodząc do oceny merytorycznej tematycznie powiązanego cyklu publikacji, należy podkreślić, że recenzent znajduje się w relatywnie uprzywilejowanej sytuacji, ponieważ poszczególne artykuły zostały już poddane procedurze recenzji naukowej oraz zaakceptowane do druku przez redakcje czasopism, co oznacza, że przeszły ocenę merytoryczną przeprowadzoną przez niezależnych ekspertów z danej dziedziny. W dalszej części, omawiając poszczególne prace, należy wskazać, że publikacja oznaczona jako **P1** stanowi przegląd literaturowy metod analitycznych wykorzystywanych do oznaczania benzofenonów w kosmetykach, płynach biologicznych i tkankach. Jej istotnym wkładem jest usystematyzowanie wiedzy na temat dostępnych procedur analitycznych oraz wskazanie zalet technik mikroekstrakcyjnych, które zapewniają wysoką czułość i efektywności wyodrębniania analitów. Artykuł podkreśla rosnące znaczenie metod mikroekstrakcji

w ostatnich latach, co czyni go wartościowym źródłem dla analityków poszukujących skutecznych i nowoczesnych narzędzi analitycznych.

W kolejnej pracy [P2] Doktorantka opracowała i porównała metody MEPS i SPE do oznaczania benzofenonów w próbkach wody i kosmetyków. Kluczową wartością tej publikacji jest pokazanie możliwości zastąpienia klasycznej ekstrakcji do fazy stałej jej zminiaturyzowaną wersją (MEPS), co niesie za sobą korzyści ekologiczne i ekonomiczne. Praca ta dostarcza praktycznych rozwiązań mogących znaleźć zastosowanie w rutynowych analizach środowiskowych.

Wyniki badań zamieszczone przez Panią mgr inż. Izabelę Narloch w publikacjach [P3] i [P4] skupiają się na ocenie ekologiczności metod oznaczania profilu kwasów tłuszczowych w próbkach mleka i sera. Ich wartość merytoryczna wynika z praktycznej potrzeby wdrażania bardziej zrównoważonych metod analitycznych w analizie żywności. Doktorantka dokonała oceny istniejących metod ekstrakcyjnych pod kątem ich wydajności, zużycia rozpuszczalników i czasu przygotowania, co wpisuje się w założenia zielonej chemii i może służyć jako podstawa do dalszych modyfikacji klasycznych metod.

Dwie kolejne prace [P5] i [P6] stanowią rozwinięcie badań rozwiniętych i zaprezentowanych w publikacji oznaczonej jako P2 poprzez ocenę ekologiczności metod analitycznych, zarówno autorskich, jak i opisanych w literaturze. Doktorantka do oceny wykorzystwała znane narzędzia, takie jak AGREE, GAPI czy RGB 12, które pozwoliły jej na wieloaspektowe porównanie metod pod względem efektywności, ekologiczności, praktyczności i kosztów. Istotnym aspektem tych publikacji jest możliwość wskazania najbardziej zrównoważonych metod do zastosowań laboratoryjnych.

W ostatniej publikacji [P7] Doktorantka przedstawiła innowacyjne podejście do analizy benzofenonów i parabenów poprzez zastosowanie biosorbentów na bazie skorup orzechów. Praca wyróżnia się opracowaniem taniej, szybkiej i przyjaznej środowisku metody analitycznej. Szczególnie istotna jest tutaj optymalizacja i walidacja metody oraz zastosowanie narzędzi oceny ekologiczności (AGREEprep), które potwierdzają zgodność metody z zasadami zielonej chemii.

Podsumowując merytoryczny wkład Pani mgr inż. Izabeli Narloch, za najważniejsze osiągnięcia zrealizowane w ramach prowadzonych badań należy uznać:

- opracowanie ekologicznej metody mikroekstrakcji na upakowanym sorbencie (MEPS) do izolowania benzofenonów z próbek wody, gdzie wykazano, że metody mikroekstrakcyjne są bardziej ekologiczne niż tradycyjne metody ekstrakcji, takie jak ekstrakcja do fazy stałej,
- zastosowanie odpowiednio dobranych narzędzi do oceny ekologiczności opracowanych procedur analitycznych – przeprowadzona została szczegółowa analiza wpływu wybranych parametrów analitycznych na ogólną ocenę „zieloności” opracowanych procedur,
- kompleksową oceną wpływu opracowanych metodyk na środowisko, gdzie wykazano, że narzędzia użyte do oceny ekologiczności pozwalają na racjonalny wybór najbardziej przyjaznych dla środowiska procedur,

- wykorzystanie bioodpadów jako materiałów sorpcyjnych - udowodniono skuteczność zastosowania skorup orzechów jako biosorbentów do ekstrakcji wybranych zanieczyszczeń izolowanych z próbek wody,
- rozwój niskoemisyjnych i ekonomicznych procedur analitycznych poprzez opracowanie metod analitycznych o niskim zużyciu odczynników i rozpuszczalników, sprzyjające redukcji kosztów i obciążeń środowiskowych.

Podsumowując merytoryczną ocenę rozprawy należy podkreślić, że Doktorantka wykazała się dojrzałością badawczą oraz umiejętnością prowadzenia zaawansowanych prac naukowych. Opracowany cykl publikacji świadczy o przemyślanym i konsekwentnie realizowanym planie badawczym, opartym na trafnie dobranych metodach analitycznych, zgodnych z aktualnymi trendami w zakresie zrównoważonej chemii. Zgromadzony materiał badawczy został rzetelnie przeanalizowany, a wnioski sformułowano w sposób logiczny, spójny i dobrze uargumentowany. Całość pracy cechuje wysoki poziom merytoryczny, który potwierdza solidne przygotowanie Doktorantki do samodzielnej działalności naukowej.

Uwagi szczegółowe i podsumowanie

Podczas lektury rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Izabeli Narloch nasuwają się pewne pytania, które warto poruszyć w trakcie publicznej obrony, aby lepiej zrozumieć wybrane aspekty pracy. Dotyczą one zarówno szczegółów metodologicznych, jak i interpretacji wyników badań oraz ich praktycznych zastosowań. Oto niektóre z pytań, które chciałabym poddać dyskusji podczas rozprawy:

- czy Doktorantka uważa termin *narzędzie metryczne* w odniesieniu do AGREEprep za poprawne?
- w publikacji **P2**, w tabeli 5, podano wartości LOD wyrażone w procentach - co dokładnie oznacza ten sposób prezentacji i jak należy go interpretować?
- czy zastosowaną technikę MEPS do izolowania beznofenonów w kosmetykach można uznać za efektywną przy odzysku na poziomie 47-70 % ze względnym odchyleniem standardowym 14%? Czy dla każdego z izolowanych związków otrzymano ta samą wartość RSD?
- strona 41 – Proszę o komentarz do wniosku: *Skorupy te okazały się skutecznym naturalnym sorbentem do zatrzymywania wyżej wspomnianych związków* odnosząc się do wyników zamieszczonych w publikacji P7,
- publikacja P7 - w jaki sposób wyznaczono względy odzysk (*relative recoveries*) dla beznofenonów i parabentów podczas ekstrakcji?
- strona 41, publikacja P7 - Na jakiej podstawie stwierdzono, że biosorbenty charakteryzują się porowatą strukturą?

Zgłoszone przeze mnie pytania, które pojawiły się podczas lektury rozprawy, w żaden sposób nie umniejszają jej merytorycznej wartości. Przeciwnie - mają one na celu pogłębienie refleksji nad wybranymi aspektami pracy oraz mogą przyczynić się do wzbogacenia dyskusji podczas publicznej obrony. Należy je traktować jako punkt wyjścia do konstruktywnej wymiany poglądów i głębszego zrozumienia omawianych zagadnień.

Chciałabym również szczególnie podkreślić bogaty dorobek naukowy Pani mgr inż. Izabeli Narloch. Doktorantka jest współautorką 10 publikacji, które w większości (9 prac) ukazało się w bardzo dobrych czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej oraz dwóch rozdziałach w monografii. Ponadto, Doktorantka prezentowała wyniki swoich badań na konferencjach krajowych i międzynarodowych (łącznie 11). Aktywność naukową można zauważyć również w realizacji zadań badawczych w projekcie: *Zielone Mleko*, zakwalifikowanego do finansowania w ramach działania M16 „Współpraca” objętego PROW 2014-2020. Zakres prac realizowanych w ramach operacji *Zielone Mleko* obejmował oznaczanie zawartości kwasów tłuszczowych w próbkach mleka i sera. Pani mgr inż. Izabela Narloch uzyskała czterokrotnie finansowanie swoich badań w ramach konkursu *Działania Naukowe Młodych* organizowanego przez Politechnikę Bydgoską im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich.

Reasumując, należy stwierdzić, że cel badawczy założony przez Panią mgr inż. Izabelę Narloch został w pełni osiągnięty. Uzyskane wyniki nie tylko istotnie wzbogacają aktualny stan wiedzy w obszarze chemii analitycznej i chemii środowiska, lecz także stanowią cenny wkład w ich rozwój. Przedstawione badania charakteryzują się dużym potencjałem aplikacyjnym, a ich rezultaty mogą stać się punktem wyjścia dla dalszych prac naukowych, co dodatkowo potwierdza ich znaczenie merytoryczne.

Wniosek końcowy

Uważam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Izabeli Narloch została opracowana z należyłą starannością zarówno pod względem merytorycznym, jak i edytorskim. Praca zawiera pełną i szczegółową dokumentację przeprowadzonych badań, którym towarzyszy wnikliwa i dobrze ustrukturyzowana analiza uzyskanych wyników. Doktorantka w sposób spójny i klarowny przedstawiła przebieg oraz rezultaty badań, formułując w pełni uzasadnione wnioski, które odpowiadają postawionym celom badawczym. Uwzględnione w rozprawie publikacje naukowe nie tylko potwierdzają wysoką jakość i rzetelność prowadzonych prac, lecz także stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej, w ramach której Doktorantka ubiega się o nadanie stopnia doktora.

Wyrażam przekonanie, że recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr inż. Izabeli Narloch pt.: *Opracowanie i ocena proekologicznych rozwiązań dedykowanych do oznaczania zanieczyszczeń w próbkach środowiskowych* spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim w oparciu o art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571, z późn. zm.) i wnoszę o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego, w tym do publicznej obrony przedłożonej dysertacji.

Ponadto stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Izabeli Narloch wyróżnia się na tle typowych prac doktorskich zarówno pod względem poziomu merytorycznego, jak i oryginalności ujęcia problemu badawczego. Praca stanowi kompleksowe i nowatorskie opracowanie istotnego zagadnienia w obszarze chemii analitycznej i chemii środowiska,

łącząc gruntowną analizę teoretyczną z rzetelnym i starannie zaplanowanym programem badań eksperymentalnych.

Na szczególne podkreślenie zasługuje opracowanie innowacyjnej metody izolowania benzofenonów i parabenów z wykorzystaniem biosorbentów pochodzenia naturalnego, takich jak łupiny orzechów włoskich, laskowych, arachidowych oraz pistacji. Wysoki poziom innowacyjności zastosowanych metod badawczych i narzędzi analitycznych, które pozwoliły na uzyskanie nowych, istotnych poznawczo i praktycznie wyników oraz znaczący wkład w rozwój dyscypliny nauki chemicznej czego dowodem są opublikowane przez Doktorantkę artykuły w renomowanych czasopismach naukowych stanowiących podstawę dysertacji.

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Izabeli Narloch spełnia wszystkie kryteria pracy doktorskiej i wyróżnia się pod względem jakości oraz wartości naukowej. W związku z powyższym uważam, że zasługuje ona na wyróżnienie.

Renata Gwoździ-Kopciuch
Toruń, dnia 4 sierpnia 2025 r.