

WYDZIAŁ NAUK BIOLOGICZNYCH

ZAKŁAD BIOLOGII, EWOLUCJI I OCHRONY BEZKRĘGOWCÓW

Pracownia Biologii i Entomologii Sądowej

ul. S. Przybyszewskiego 65

51-148 Wrocław

tel. +48 71 375 63 85

www.zbeob.uni.wroc.pl

**Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr Iwony BOGUSZ**

**pt. „Różnorodność gatunkowa i ekologia okrzemek potencjałem w kryminalistyce
– możliwości i ograniczenia”**

**wykonanej pod kierunkiem
dr hab. Joanny ŻELAZNEJ-WIECZOREK, prof. UŁ
(promotor rozprawy)**

**w Katedrze Algologii i Mykologii Instytutu Ekologii i Ochrony Środowiska
na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego**

Podstawy formalne wydania opinii/recenzji:

- *art. 190, ust. 2-5 oraz art. 187, ust. 1-4 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2022 r., poz. 574 z późn. zm.).*
- *Decyzja Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne z 27 maja 2025 r.*
- *Rozprawa doktorska w postaci monografii naukowej (wersja papierowa).*

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY

Układ rozprawy doktorskiej, w tym informacja o jej poszczególnych częściach składowych

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Iwony BOGUSZ stanowi spójne tematycznie opracowanie naukowe o charakterze hybrydowym. Składa się z autorskich części narracyjnych, czterech opublikowanych już artykułów naukowych oraz jednego manuskryptu.

Praca liczy łącznie 144 strony maszynopisu (wydruk jednostronny, oprawa twarda) i obejmuje dziesięć głównych rozdziałów oraz czternaście podrozdziałów.

Spis treści (str. 2) jest szczegółowy, a zarazem czytelny i informatywny. Autorka podzieliła rozprawę na dziesięć części: wprowadzenie, hipotezę badawczą, cele, prace składające się na rozprawę doktorską, teren badań, materiał i metody, wyniki oraz wnioski. Całość została

uzupełniona streszczeniem (w dwóch językach), piśmiennictwem oraz pięcioma załącznikami. Taka struktura umożliwi czytelnikowi łatwe rozeznanie się w poruszanych zagadnieniach oraz sprzyja lepszemu zrozumieniu prezentowanych treści.

W rozdziale I „*Wprowadzenie*”, obejmującym pięć podrozdziałów, autorka dokonała charakterystyki morfologii, biologii i ekologii okrzemek. Na podstawie tych informacji wskazała cechy budowy Bacillariophyta przydatne w kryminalistyce. W tej części pracy krótko scharakteryzowała również kryminalistykę oraz przedstawiła związek diatomologii z kryminalistyką jako jedną z praktycznych specjalizacji w kontekście wykrywczym i dowodowym. Treści zostały poparte odpowiednimi źródłami oraz czterema grafikami.

Rekomenduję zmianę kolejności podrozdziałów w tej części pracy, przyjmując porządek opisu obejmujący: morfologię, biologię i ekologię okrzemek, a następnie kryminalistykę, diatomologię oraz cechy budowy okrzemek przydatne w kryminalistyce. Oznacza to przesunięcie podrozdziału I.2 na koniec rozdziału I.

Dodatkowo proponuję:

- skrócenie tytułu podrozdziału I.3 do „*Ekologia okrzemek*”,
- zmianę tytułu podrozdziału I.4 z „*Kryminalistyka – nauka korzystająca z innych nauk*” na „*Kryminalistyka – interdyscyplinarna nauka praktyczna*”.

Rozdział II. „*Hipoteza badawcza*” zawiera cztery jasno sformułowane hipotezy badawcze (H1–H4). Zaproponowane tezy są poprawnie skonstruowane – cechuje je jednoznaczność, sprawdzalność oraz możliwość falsyfikacji. Są osadzone w istniejącej wiedzy naukowej i wynikają z niej w sposób logiczny. Formułowanie hipotez badawczych stanowi kluczowy element procesu badawczego, umożliwiając ukierunkowanie działań badawczych oraz analizę uzyskanych wyników. Autorka wykazała, że opanowała tę istotną umiejętność, co świadczy o jej kompetencjach metodologicznych.

Cele szczegółowe zostały przedstawione na stronie 13 w rozdziale III. Autorka sformułowała dziesięć celów, które z powodzeniem można zaklasyfikować jako zadania badawcze. Stanowią one swoistą mapę drogową, konsekwentnie prowadzącą do udzielenia odpowiedzi na postawione pytania badawcze. Część z tych celów ma charakter *stricte* poznawczy, ukierunkowany na poszukiwanie odpowiedzi w obszarze badań podstawowych, natomiast pozostałe mają charakter aplikacyjny - ich realizacja może znaleźć zastosowanie w praktyce, zwłaszcza w kontekście postępowań przygotowawczych w obrębie kryminalistyki.

W rozdziale IV. „*Prace stanowiące rozprawę doktorską*” autorka przywołała podstawę prawną określającą przesłanki, jakie musi spełniać rozprawa doktorska. Wskazała również cztery opublikowane prace naukowe – trzy w języku angielskim (dwie ocenione na 100 pkt, jedna na 70 pkt według wykazu MNiSW) oraz jedną publikację w języku polskim (20 pkt MNiSW) – a także

jeden manuskrypt. Wszystkie wymienione elementy stanowią integralne części rozprawy doktorskiej i zostały załączone jako odrębne załączniki (nr 1–5).

Rozdział V pt. „*Teren badań, materiał i metody pracy*” został podzielony na dwa podrozdziały. W pierwszym z nich autorka szczegółowo opisuje teren badań, natomiast w drugim przedstawia techniki poboru oraz analizy próbek. W tej części pracy odwołuje się również do wcześniej opublikowanych artykułów swojego autorstwa, w których zawarto szczegółowe opisy zastosowanych metod badawczych.

Dodatkowo autorka wskazuje, które z hipotez badawczych były testowane za pomocą poszczególnych metod, co świadczy o przemyślanej strukturze badań i logicznym powiązaniu między założeniami a zastosowaną metodyką. Przyjęte przez autorkę metody oceniam pozytywnie – są one zakorzenione w aktualnym stanie wiedzy naukowej i odpowiadają standardom warsztatu badawczego właściwego dla biologii środowiskowej. Zostały przedstawione w sposób przejrzysty i wystarczająco szczegółowy, by umożliwić ich powtórzenie, na przykład przez techników kryminalistyki w ramach codziennych czynności operacyjnych związanych z zabezpieczaniem prób. Świadczy to o praktycznym wymiarze prowadzonych badań oraz o ich potencjale aplikacyjnym.

Rozdział VI pt. „*Omówienie uzyskanych wyników*” składa się z siedmiu podrozdziałów. Autorka w syntetyczny i uporządkowany sposób przedstawiła wyniki przeprowadzonych eksperymentów, odnosząc je do przyjętych hipotez badawczych oraz celów pracy.

Poza samym opisem rezultatów, autorka dokonała ich krytycznej analizy, wskazując czynniki ograniczające przydatność okrzemek w kontekście badań kryminalistycznych lub mogące wpływać na uzyskane wyniki. Taka refleksyjna postawa świadczy o dojrzałości badawczej i umiejętności oceny zarówno potencjału, jak i ograniczeń zastosowanej metodyki.

W rozdziale VII autorka przedstawiła podsumowanie wyników badań, uwzględniając również krytyczne uwagi dotyczące zastosowania okrzemek w kryminalistyce. W sposób przejrzysty sformułowała rekomendacje dotyczące pobierania i wykorzystania okrzemek w diagnozowaniu przypadków utonięć.

Wskazała, że szpik kostny żeber, pod warunkiem zachowanej integralności struktury kostnej, może stanowić wartościowy materiał do analizy okrzemkowej w celu potwierdzenia utonięcia.

Ponadto wykazała, że okrzemki mogą być użyteczne w powiązaniu osób i przedmiotów z określonym środowiskiem, nawet po uprzednim praniu odzieży czy materiałów. Zwróciła również uwagę na znaczenie mapowania cieków wodnych jako niezbędnego elementu w planowaniu dalszych działań w ramach postępowań kryminalistycznych.

Rozdział VIII „*Streszczenie/Summary*” stanowi syntetyczne i treściwe podsumowanie rozprawy, przedstawione zarówno w języku polskim, jak i angielskim. Zwięzłość oraz klarowność

tej części pracy pozwalają na szybkie zapoznanie się z głównymi założeniami, celami oraz wynikami badań, co jest szczególnie istotne w kontekście komunikacji naukowej.

Poza piśmiennictwem stanowiącym integralną część opublikowanych artykułów naukowych (Załączniki 1–3, 5), autorka zamieściła dodatkowo 91 pozycji literatury uzupełniającej (rozdział IX, strony 33–38). Analogicznie postąpiła w przypadku manuskryptu (Załącznik 4), w którym przywołała 156 pozycji. Przedstawione źródła, w większości obcojęzyczne, zostały trafnie dobrane i są adekwatne do tematyki rozprawy. Świadczą one o dobrej orientacji autorki w zakresie prowadzonych badań oraz o znajomości aktualnego stanu wiedzy w danej dziedzinie.

Od strony 39 autorka prezentuje treści zaklasyfikowane jako załączniki (rozdział X), które stanowią zasadniczą część rozprawy. Każdy z pięciu załączników poprzedzony jest informacją dotyczącą wkładu w przygotowanie danej publikacji, z wyszczególnieniem udziału współautorów.

Załącznik 1 (str. 39) zawiera artykuł opublikowany w 2024 r. w *Journal of Forensic and Legal Medicine*.

Załącznik 2 obejmuje publikację z 2023 r. w *Forensic Science International*, dotyczącą możliwości i ograniczeń wykorzystania okrzemek do określenia miejsca utonięcia, na podstawie analizy dziewięciu przypadków z Warszawy.

Załącznik 3 odnosi się do zagadnienia trwałości okrzemek jako materiału dowodowego i zawiera treści opublikowane w 2022 r. w *Journal of Forensic Science*.

Załącznik 4 to manuskrypt poświęcony zróżnicowaniu okrzemek w ekosystemach rzecznych oraz możliwości ich mapowania na potrzeby kryminalistyki. Jest to najobszerniejsza część rozprawy.

Załącznik 5 prezentuje metodykę zabezpieczania środowiskowych śladów w postaci materiału okrzemkowego, opublikowaną w 2023 r. w *Problemach Kryminalistyki*.

UWAGI SZCZEGÓŁOWE

Oryginalność badań, wartość merytoryczna, naukowa i praktyczna

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska stanowi przykład udanego połączenia badań podstawowych z praktycznym zastosowaniem wyników. Uzyskane rezultaty dotyczą nie tylko różnorodności gatunkowej i ekologii okrzemek w wybranych odcinkach cieków wodnych Mazowsza, lecz także wskazują na potencjał diatomologii w kontekście kryminalistyki. Ta wyspecjalizowana dziedzina, łącząca wiedzę z zakresu nauk przyrodniczych i technicznych, dąży

do jak najpełniejszego i najbardziej miarodajnego wspierania organów ścigania na różnych etapach postępowań dochodzeniowo-śledczych.

Współczesna kryminalistyka ma charakter wysoce interdyscyplinarny, czerpiąc z dorobku wielu dziedzin nauki, w tym również z biologii. Przeprowadzone przez autorkę badania wskazują, że okrzemki mogą stanowić cenne uzupełnienie narzędzi wykorzystywanych przez służby w działaniach operacyjnych i analitycznych.

Na stronie 27 autorka zauważa, że okrzemki mogą wspomagać diagnozowanie przypadków utonięć, a analiza struktury ich zbiorowisk może umożliwiać określenie czy miejsce ujawnienia zwłok jest tożsame z miejscem utonięcia. Podkreśla również, że analiza zbiorowisk okrzemek może służyć do powiązania osób lub przedmiotów z określonym ekosystemem lub siedliskiem, nawet w przypadku uprzedniego prania odzieży.

Zwraca także uwagę na potencjał mapowania rzek pod kątem struktury zbiorowisk okrzemek jako narzędzia wspierającego działania kryminalistyczne. Szczególnie cenne są wyniki badań przeprowadzonych w rzekach Narew i Bug, gdzie – oprócz form planktonowych – analizowano również taksony występujące na różnych typach podłoża, oznaczając je do poziomu gatunkowego. Identyfikacja do poziomu gatunku, analogicznie jak w entomologii sądowej, ma kluczowe znaczenie dla możliwości określenia konkretnego środowiska, co z kolei może być istotne przy ustalaniu zgodności miejsca utonięcia z miejscem znalezienia zwłok.

Powyższe tezy znajdują potwierdzenie zarówno w treści rozprawy, jak i w wynikach przeprowadzonych analiz. Ich wiarygodność wzmacniają również opublikowane prace naukowe w renomowanych międzynarodowych czasopismach, będące efektem twórczej działalności badawczej autorki oraz jej zespołu współpracowników.

Autorka w swojej rozprawie połączyła badania eksperymentalne z analizą przypadków (*case study*, Załącznik 2), co stanowi szczególnie cenny element pracy. Publikowanie wyników opartych na konkretnych sprawach o charakterze kryminalistycznym ma ogromne znaczenie – to właśnie takie przypadki dostarczają rzeczywistych danych, które pozwalają nie tylko lepiej korelować gatunki okrzemek z określonymi typami środowisk, ale również głębiej zrozumieć relacje między taksonami a ich potencjalnym zastosowaniem jako markerów miejsca utonięcia.

Zastosowanie podejścia *case study* wzmacnia praktyczny wymiar badań i pokazuje, że autorka nie tylko prowadziła analizy w warunkach laboratoryjnych, ale również potrafiła odnieść je do realnych sytuacji operacyjnych. To podejście znacząco zwiększa wartość aplikacyjną rozprawy i może stanowić inspirację dla dalszych badań w obszarze diatomologii sądowej.

Ponadto, co szczególnie cenne, autorka we wszystkich przedłożonych do oceny publikacjach oraz manuskrypcie konsekwentnie dążyła do powiązania wyników badań podstawowych z ich praktycznym zastosowaniem. Prawdopodobnie wynika to z jej osobistych

doświadczeń zawodowych w służbie policyjnej oraz bezpośrednich kontaktów z funkcjonariuszami różnych pionów i działów tej formacji mundurowej.

Przekładanie osiągnięć naukowych na język praktyki ma dziś kluczowe znaczenie, zwłaszcza w kontekście współpracy między środowiskiem akademickim a służbami operacyjnymi. Umiejętność skutecznego komunikowania wyników badań osobom spoza świata nauki jest niezwykle cenna i coraz bardziej pożądana.

Dlatego też wysoko oceniam zdolność autorki do łączenia nauki z praktyką oraz jej umiejętność formułowania jasnych i konkretnych wskazówek, co znajduje wyraz m.in. w Załączniku 5, stanowiącym przykład klarownego przekazu o dużym potencjale aplikacyjnym.

Mocne strony rozprawy to przede wszystkim jej interdyscyplinarność, istotny wkład w rozwój diatomologii kryminalistycznej oraz bogata i zróżnicowana metodyka badawcza. Autorka przeprowadziła walidację eksperymentalną, wykorzystując zarówno model zwierzęcy (żebra świńskie), jak i porównania środowiskowe. Na uwagę zasługują również praktyczne rekomendacje skierowane do funkcjonariuszy policji i biegłych sądowych, w tym szczegółowa metodyka zabezpieczania materiału dowodowego.

Rozprawa cechuje się także znacznym potencjałem wdrożeniowym, obejmującym m.in. integrację wyników analiz diatomologicznych z systemami GIS i mapami hydrograficznymi, możliwość współpracy z jednostkami policji, prokuratury oraz laboratoriami kryminalistycznymi, a także opracowanie programów szkoleniowych dla biegłych sądowych i techników kryminalistycznych.

Dostrzegam również pewne ograniczenia rozprawy, wynikające głównie ze złożoności identyfikacji taksonomicznej. Identyfikacja okrzemek do poziomu gatunku wymaga specjalistycznej wiedzy, a w uzasadnionych przypadkach także zastosowania mikroskopii elektronowej, co może ograniczać dostępność tej metody w praktyce operacyjnej.

Kolejnym istotnym ograniczeniem jest wpływ sezonowości na wyniki analiz. Okrzemki szybko reagują na zmiany środowiskowe, takie jak temperatura, przepływ wody czy poziom zanieczyszczeń, co może utrudniać porównywanie próbek pobranych w różnych okresach. Warto rozważyć wprowadzenie korekt sezonowych lub modelowania dynamiki zbiorowisk okrzemek w czasie.

Z punktu widzenia walidacji kryminalistycznej, wskazane byłoby uwzględnienie większej liczby przypadków z praktyki medycyny sądowej i organów ścigania – choć mam świadomość, że dostęp do takich danych nie zależy od autorki.

Z pewnością potrzebne są dalsze badania nad trwałością śladów okrzemkowych w różnych scenariuszach środowiskowych i operacyjnych, w tym po kontakcie z materiałami tekstylnymi, ich praniu czy ekspozycji na czynniki atmosferyczne.

Za kluczowe uważam również opracowanie ogólnopolskiej bazy danych zbiorowisk okrzemek dla różnych typów ekosystemów – swoistego krajowego repozytorium danych okrzemkowych, które mogłoby służyć jako narzędzie referencyjne w analizach kryminalistycznych.

Poprawność redakcyjna rozprawy

Układ pracy odpowiada standardom przyjętym dla tego typu opracowań naukowych. Styl wypowiedzi jest zwięzły i klarowny, co sprzyja przystępności przekazu. W całej rozprawie widoczna jest dbałość o zachowanie spójnego formatu zapisu - dotyczy to m.in. jednolitego sposobu cytowania źródeł oraz konsekwentnego opisywania rycin. W kilku miejscach można zauważyć drobne uchybienia edytorskie, wskazane poniżej.

Ryciny i tabele zostały zaprojektowane w sposób przemyślany i są czytelne, dzięki czemu stanowią wartościowe uzupełnienie treści oraz skutecznie wspierają prezentowane w pracy tezy.

Uwagi redakcyjne i językowe:

1. Na stronie 10, po oznaczeniu „Ryc. 3”, powinna zostać wstawiona kropka.
2. Na stronie 11 po nazwisku POLLANEN zabrakło daty publikacji.
3. Na stronie 12, w formie ryc. 4, autorka przedstawiła zrzuty ekranowe wybranych publikacji naukowych dotyczących zastosowania okrzemek w kryminalistyce. Choć zabieg ten ma uzasadnienie ilustracyjne, to w celu przekazania bardziej szczegółowej informacji lepszym rozwiązaniem byłoby przedstawienie tych prac w formie tabelarycznej. Warto rozważyć opracowanie szczegółowej tabeli zbiorczej, która stanowiłaby syntetyczne podsumowanie publikacji poświęconych tej tematyce.
4. Tytuł rozdziału II „*Hipoteza badawcza*” powinien zostać zmieniony na „*Hipotezy badawcze*”, ponieważ autorka przedstawia w nim cztery hipotezy, które zamierzała zweryfikować w toku prowadzonych badań.
5. Tytuł rozdziału IX nie jest zgodny z tym, który został podany w spisie treści (por. str. 2 i 33), co wymaga korekty dla zachowania spójności redakcyjnej.
6. W całej pracy warto byłoby zastosować ciągłą numerację stron. W obecnej wersji numeracja prowadzona jest w obrębie rozdziałów do strony 39, potem w załącznikach już brak kontynuacji, co może utrudniać orientację w prezentowanych treściach oraz odnajdywanie konkretnych fragmentów pracy. Zastosowanie jednolitej numeracji stron w całym opracowaniu zwiększyłoby przejrzystość i ułatwiło nawigację po dokumencie.

PYTANIA DO DOKTORANTKI

1. Jakie były największe trudności w identyfikacji okrzemek do poziomu gatunku? Czy były przypadki, w których identyfikacja była niemożliwa?
2. W pracy materiał okrzemkowy identyfikowano głównie na podstawie cech morfologicznych. Czy w toku badań pojawiły się sytuacje, w których zasadne byłoby zastosowanie metod molekularnych (np. DNA barcoding)? Jakie byłyby zalety i ograniczenia takiego podejścia w kontekście badań kryminalistycznych?
3. Jakie technologie (np. mikroskopia SEM, metody molekularne) będą kluczowe w rozwoju diatomologii kryminalistycznej? Czy widzi Pani możliwość automatyzacji identyfikacji okrzemek (np. z użyciem AI)?
4. Na ile losowy był wybór miejsc eksperymentów w pracach przedstawionych w Załącznikach 1, 3 i 4? Czy kryterium losowości miało znaczenie przy ich doborze, czy też wybór lokalizacji był podyktowany innymi względami – np. dostępnością, specyfiką środowiska, wcześniejszymi obserwacjami lub potencjałem aplikacyjnym wyników?
5. Jakie znaczenie miała sezonowość w analizie zbiorowisk okrzemek? Czy można wskazać konkretne miesiące jako najbardziej reprezentatywne lub problematyczne?
6. Jak często w skali kraju policja lub prokuratura sięgały dotychczas po diatomologię jako narzędzie wspomagające działania wykrywcze i dowodowe? Czy istnieją dane statystyczne lub przykłady spraw, w których analiza okrzemek odegrała istotną rolę?
7. Jak długo okrzemki mogą utrzymywać się na odzieży w warunkach naturalnych? Czy istnieje graniczny czas, po którym analiza traci wartość dowodową?
8. Z treści pracy wynika, że mapowanie cieków wodnych – zwłaszcza rzek – ma szczególne znaczenie w kontekście analizy zbiorowisk okrzemek. Jak wiele cieków wodnych w Polsce zostało dotychczas metodycznie zmapowanych pod tym kątem? Czy istnieją ogólnodostępne bazy danych lub atlasy wspierające takie działania?
9. W związku z postępującą degradacją środowiska wodnego (np. katastrofa ekologiczna na Odrze), na ile badania struktury zbiorowisk okrzemek zachowują swoją wartość dowodową? Jak często – zdaniem autorki – powinny być one aktualizowane lub walidowane, aby zachować ich przydatność w praktyce kryminalistycznej?

WNIOSKI

Kandydatka do stopnia naukowego doktora wykazała się umiejętnością wprowadzenia w tematykę badawczą (patrz: „*Wprowadzenie*”), formułowania hipotez badawczych (patrz: „*Hipoteza badawcza*”), uzasadnienia celowości podjętych badań (patrz: „*Cele szczegółowe rozprawy doktorskiej*”), właściwego doboru metod badawczych i narzędzi analitycznych (patrz: „*Teren badań, materiał i metody pracy*”), przedstawienia wyników (patrz: „*Omówienie uzyskanych wyników*”), ich krytycznej analizy oraz interpretacji w odniesieniu do literatury przedmiotu, a także sformułowania logicznych i trafnych wniosków (patrz: „*Wnioski (...)*”).

Ponadto doktorantka zrealizowała założony cel badawczy, przetestowała hipotezy badawcze, a uzyskane wyniki przedstawiła w sposób zgodny z obowiązującymi standardami naukowymi.

OCENA KOŃCOWA – KONKLUZJA

Stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska **spełnia ustawowe wymogi** (Dz. U. 2018, poz. 1668 ze zm.). Po pierwsze prezentuje oryginalną wiedzę oraz stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego kandydatki w zakresie wybranej przez nią dyscypliny, po drugie dowodzi umiejętności realizowania przez doktorantkę pracy naukowej, po trzecie stanowi jednorodną tematycznie rozprawę ze streszczeniem w języku polskim i angielskim.

W związku z powyższym **stwierdzam, że rozprawa doktorska pt. „Bioróżnorodność gatunkowa i ekologia okrzemek potencjałem w kryminalistyce – możliwości i ograniczenia” spełnia warunki** określone art. 187, ust. 1-4 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2018, poz. 1668 ze zm.) **i wnioskuję o dopuszczenie** mgr Iwonę BOGUSZ **do dalszych etapów postępowania doktorskiego**.

Rozprawa mgr Iwony BOGUSZ stanowi ważny krok w rozwoju diatomologii kryminalistycznej. Pomimo kilku ograniczeń wymienionych powyżej, praca jest merytorycznie bardzo silna, a jej wartość aplikacyjna - wysoka. Stanowi punkt wyjścia do dalszych badań i wdrożeń.

Mocnymi stronami rozprawy są interdyscyplinarność: połączenie ekologii, taksonomii, kryminalistyki i medycyny sądowej; bogata metodyka; walidacja eksperymentalna (model zwierzęcy vs. porównania środowiskowe) oraz praktyczne rekomendacje dla policji i biegłych sądowych, w tym metodyka zabezpieczania materiału.

Ze względu na powyższe fakty, a także wyraźnie aplikacyjny charakter rozprawy, **wnioskuję o** przyznanie jej **wyróżnienia**. Praca odznacza się wysoką wartością merytoryczną i naukową, a uzyskane wyniki – szczególnie w kontekście rozwijającej się dziedziny diatomologii sądowej – stanowią istotną podstawę do dalszych badań nad powiązaniem okrzemek ze środowiskiem. Wnoszą one nie tylko nowe dane do badań podstawowych, ale również mają wyraźny potencjał praktycznego zastosowania.

Prezentowane w rozprawie wyniki są oryginalnym osiągnięciem, ukazującym okrzemki jako potencjalne narzędzie wspierające działania wymiaru sprawiedliwości. Przełożenie żmudnych, czasochłonnych badań terenowych i laboratoryjnych na identyfikację gatunków tworzących struktury zbiorowisk okrzemek – z myślą o ich wykorzystaniu w kryminalistyce – należy uznać za cenny wkład w rozwój tej specjalizacji.

Doceniam również fakt, że tak wymagająca praca doktorska została zrealizowana równolegle z pełnieniem służby w Policji, co dodatkowo podkreśla zaangażowanie i determinację autorki. Pozostałe zalety rozprawy zostały szczegółowo omówione w treści niniejszej recenzji.

Wrocław, 20 sierpnia 2025 r.

Prof. dr hab. inż. **MARCIN KADEJ**