

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Anny Skubały
pt. „ **Ocena stabilności kompostu w czasie rzeczywistym**”
wykonanej pod kierunkiem Promotora: prof. nadzw. dr hab. inż. Roberta Sidełko
na Wydziale Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji
Politechniki Koszalińskiej w Koszalinie

Podstawą wykonania recenzji była Uchwała Rady Wydziału Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji Politechniki Koszalińskiej w Koszalinie z dnia 25 września 2018r. przekazana pismem Dziekana prof. nadzw. dr hab. inż. Wiesławy Głodkowskiej z dnia 28 września 2018r.

Rozprawa doktorska mgr inż. Anny Skubały pod tytułem „ Ocena stabilności kompostu w czasie rzeczywistym” jest 131-stronicowym opracowaniem. W dysertacji wyróżniono 7 głównych rozdziałów podzielonych na podrozdziały. Na początku umieszczono spis treści, zestawienie stosowanych symboli, streszczenie w języku polskim i angielskim oraz słowo wstępne. Następnie zamieszczono część teoretyczną podzieloną na 7 podrozdziałów. Scharakteryzowano proces kompostowania, parametry tego procesu oraz opisano testy stosowane w ocenie stabilności kompostu. Przedstawiono także kinetykę procesu rozkładu związków organicznych podczas kompostowania oraz modele matematyczne opisujące ten proces. W podsumowaniu części studialnej przedstawiono tezę pracy, a w pkt. 2 – cel i zakres badań. W części dotyczącej metodyki badań wydzielono pięć podrozdziałów, gdzie przedstawiono metodykę badań procesu kompostowania osadów ściekowych wraz z opisem modelu. W punkcie 4 przedstawiono wyniki badań, a w piątym - analizę wyników i modele matematyczne opracowane na ich podstawie. Na zakończenie zamieszczono podsumowanie i sformułowano wnioski wynikające z przeprowadzonych eksperymentów. Całość zamyka spis tabel i rysunków oraz literatury. W spisie literatury znajduje się 141 pozycji; w tym 99% - z angielskojęzycznym tytułem (126). Większość cytowanych pozycji zostało wydrukowane w ostatnich latach. Zacytowano także 3 współautorskie publikacje Doktorantki w tematyce dotyczącej procesu kompostowania, a więc związanej z tematyką rozprawy. Uwzględniając powyższe można stwierdzić, że układ pracy jest prawidłowy i zgodny z przyjętymi zasadami redagowania rozpraw doktorskich.

W części przeglądowej pracy opisano główne założenia strategii mechaniczno-biologicznego przetwarzania osadów i odpadów komunalnych oraz fazy i przemiany związków organicznych podczas procesu kompostowania. Następnie scharakteryzowano bardzo szczegółowo warunki i parametry technologiczne procesu kompostowania. Szczegółowo opisano populacje mikroorganizmów i ich rolę w procesie rozkładu związków organicznych. Podkreślono konieczność kontroli temperatury podczas kompostowania. Przedstawiono równanie bilansu wody, które wykorzystano następnie w badaniach własnych Doktorantki. Na prawidłowy przebieg procesu ma wpływ także zawartość tlenu, który warunkuje utrzymanie odpowiedniej temperatury, wilgotności czy odczynu w kompostowanym materiale. Następnie przedstawiono zmiany wartości pH podczas trwania poszczególnych faz procesu kompostowania oraz wskazano zalecane proporcje pomiędzy zawartością związków węgla i azotu jako parametru określającego podatność związków organicznych na biodegradację. Kolejnym parametrem procesu kompostowania jest porowatość, która jest związana z wilgotnością i zawartością tlenu i jest opisywana równaniem uwzględniającym trójfazowość masy kompostowej. Kolejny punkt części literaturowej poświęcono charakterystyce testów stosowanych do oceny stabilności kompostu. Opisano testy jakie są stosowane w praktyce, a wśród nich wyróżnia się testy prowadzone w warunkach statycznych takie jak: ORG0020, SOUR, OUR, OD20, SR1, Solvita, R1, AT4, AT7, CRI_T oraz - w warunkach dynamicznych: ASTM, DRI, RDRI, DR₄. Test AT4 jako, że został wybrany do zastosowania w badaniach własnych Doktorantki, został scharakteryzowany szczegółowo w następnym oddzielnym podpunkcie. Na opis kinetyki procesu kompostowania przeznaczono kolejny podpunkt (1.5), gdzie przedstawiono równania I rzędu, n-tego rzędu, równanie Monoda, Contoia oraz Gomperta, które są stosowane do opisu kinetyki rozkładu związków organicznych. Uwzględniając tematykę pracy w kolejnym podrozdziale zamieszczono teoretyczne podstawy opracowania modeli matematycznych stosowanych w predykcji przebiegu procesu kompostowania. Podstawowym równaniem stosowanym w matematycznym modelowaniu przebiegu rozkładu związków organicznych w masie kompostowej jest równanie I rzędu. Z równania wyznacza się stałą szybkości reakcji k , której wartość zależy od składu materiału poddawanego biochemicznej przeróbce i technologii tego procesu. Wartości tej stałej wyznaczone w warunkach technicznych i laboratoryjnych zaczerpnięte z danych literaturowych zostały przedstawione w obszernych tabelach 5 i 6. Podsumowanie przeglądu literatury i sformułowanie wniosków uzasadnia kierunek badań podjętych w realizacji pracy doktorskiej. Stwierdzono, że ocena stabilności kompostu na podstawie jedynie kontroli ubytku ogólnej zawartości substancji organicznych nie pozwala na uzyskanie miarodajnych wyników i że zmiana wartości wskaźników respirometrycznych jest związana ze zmianą zawartości substancji organicznych.

Po zapoznaniu się z przedstawionym przeglądem danych literaturowych można stwierdzić, że wszystkie aspekty zagadnienia ściśle związanego z przedmiotem badań własnych zostały wnikliwie rozpoznane i opisane przez Doktorantkę. Przegląd literatury oparty na aktualnych, głównie zagranicznych artykułach jest wykonany i przedstawiony ze szczególną starannością. Świadczy to o dobrych predyspozycjach Autorki do zgłębiania tematu, gdyż dokonano szczegółowej analizy dotychczasowych doniesień w zakresie tematyki rozprawy na podstawie szerokiego przeglądu publikacji innych naukowców.

Rozpoznanie literaturowe uzasadnia przyjętą tezę pracy, która została sformułowana następująco: „Istnienie silnej korelacji pomiędzy stabilnością kompostu a ubytkiem substancji organicznej podczas kompostowania, umożliwia skonstruowanie modelu prognozującego wartość parametru AT w czasie rzeczywistym (*on line*)”. W opinii recenzenta lepszym sformułowaniem byłoby, gdyby podano, że model opracowuje się na podstawie istniejącej korelacji pomiędzy konkretnymi zmiennymi. Zatem należało podać jaki wskaźnik lub wskaźniki przyjęto do oceny stabilności kompostu i wtedy tezę sformułować następująco: Korelacja pomiędzy stabilnością kompostu wyrażoną wskaźnikiem/ami (tu: podać przyjęty/e wskaźnik/i) a ubytkiem substancji organicznej podczas kompostowania, umożliwia opracowanie modelu, na podstawie którego można prognozować zmiany wartości parametru AT w czasie trwania procesu w warunkach rzeczywistych (*on line*). To sformułowanie pozwoliłoby na wyeksponowanie aspektu naukowego rozprawy i nowatorskiego podejścia do tematu.

Kolejny punkt w dysertacji Autorka przeznaczyła na sformułowanie celu i zakresu pracy. Celem głównym pracy było „opracowanie równań opisujących szybkość ubytku substancji organicznej podczas kompostowania oraz wyznaczenie zależności pomiędzy wartościami tzw. skonsumowanej substancji organicznej i parametrem A4”. Wyznaczono także cele cząstkowe, które skupiają się na trzech zagadnieniach:

- obliczenie stałych szybkości procesu kompostowania odwodnionych osadów ściekowych
- i frakcji organicznej odpadów komunalnej w warunkach laboratoryjnych
- opracowanie równań kinetyki procesu kompostowania odwodnionych osadów ściekowych i frakcji organicznej odpadów komunalnej z uwzględnieniem współczynników modyfikujących wartości stałej szybkości procesu w warunkach rzeczywistych
- wyznaczenie krzywych regresji opisujących związki pomiędzy AT4 i ubytkiem substancji organicznych.

Badania były prowadzone w czterech etapach: dwa w warunkach laboratoryjnych, dwa – w polowych. Osady ściekowe pobrane z oczyszczalni ścieków z m. Jamno zostały przeznaczone do badań w warunkach laboratoryjnych (3 serie), natomiast badania polowe kompostowania osadów prowadzone były na terenie oczyszczalni w Słupsku (1 seria). W etapie III, wsadem do kompostowania w warunkach modelowych była frakcja organiczna

wydzielona z odpadów komunalnych w Zakładzie Przetwarzania Odpadów w Sianowie (3 serie). Badania polowe przeróbki frakcji organicznej z odpadów komunalnych obejmowały monitorowanie przebiegu procesu kompostowania w instalacji technicznej w m. Rudna Wielka (2 serie). Schemat badań (etapy i serie) przedstawiono na przejrzystym wykresie.

Kolejny punkt dysertacji to opis części doświadczalnej, w której przedstawiono metodykę badań technologicznych prowadzonych w warunkach laboratoryjnych i polowych, metodykę analityczną oraz wybraną metodę analizy statystycznej otrzymanych wyników i podstawy opracowania modeli matematycznych. Podczas badań kontrolowano przebieg procesu kompostowania analizując temperaturę, stężenie tlenu w porach kompostu zawartość suchej masy i masy organicznej, zawartości ogólnego węgla organicznego i azotu ogólnego w kompoście oraz rozkładalnego węgla organicznego a także wyznaczano wartość parametru AT4. Do statystycznej obróbki wyników zastosowano program Statistica, z wykorzystaniem którego wyznaczano wartość średnią pomiarów, wariancję oraz korelację. W modelu matematycznym założono, że wartość współczynnika szybkości procesu zależy od temperatury, porowatości, wilgotności oraz zawartości tlenu w materiale kompostowanym. Kinetykę procesu rozkładu substancji organicznych w czasie kompostowania opisano za pomocą równania różniczkowego pierwszego rzędu. Do rozwiązania opracowano formułę obliczania ilości substratu organicznego, który określono jako „ilość skonsumowanej substancji organicznej”.

Kolejna część rozprawy doktorskiej to opis wyników badań. Wyniki te opisano w dwóch podpunktach odpowiadających materiałom poddawany kompostowaniu czyli oddzielnie opisano proces kompostowania osadów ściekowych i oddzielnie - organicznej frakcji odpadów komunalnych. W punkcie 4.1 zamieszczono wyniki analizowanych sześciu wskaźników (temperatura, stężenie tlenu, wilgotność, zawartość substancji organicznych, węgiel, azot) w trzech seriach kompostowania osadów ściekowych. Wartości liczbowe przedstawiono w tabelach i opracowano wykresy zależności badanych wskaźników od czasu trwania procesu, a przebieg zmian poszczególnych wartości tych wskaźników opisano bardzo szczegółowo. W podobny sposób przedstawiono wyniki jakie otrzymano w II etapie badań, podczas którego próbki pobierano z przyzmy kompostowej w warunkach technicznych. W tym przypadku analizy poszerzono o parametr AT4. W rzeczywistych warunkach wartość parametru AT4 była wysoka i na początku procesu przekraczała 26 mgO₂/g.s.m. Podczas trwania procesu kompostowania odnotowano spadek wartości tego wskaźnika, którego wartość po 95 dobach wynosiła 3 mgO₂/g.s.m. W punkcie 4.2 zamieszczono wyniki badań jakie otrzymano podczas monitorowania procesu kompostowania organicznej frakcji wydzielonej z odpadów komunalnych prowadzonego w trzech seriach. Podobnie jak w przypadku kompostowania osadów ściekowych, także i w tym przypadku wyniki zamieszczono w tabelach oraz na rysunkach przedstawiających

zależności zmian wartości analizowanych wskaźników w czasie trwania procesu kompostowania. Również w organicznej frakcji wydzielonej z odpadów komunalnych początkowa wartość wskaźnika AT4 była wysoka i sięgała 60 mgO₂/g.s.m. Podczas procesu przeróbki następował powolny spadek tej wartości, a końcowa, po 28 dobach, była na poziomie 13 mgO₂/g.s.m. Istotną częścią rozprawy jest analiza otrzymanych wyników zajmująca 32 strony przedstawiona w punkcie 5. Test istotności *t-Studenta* dla prób zależnych został przeprowadzony dla analizowanych wyników, z wyjątkiem kompostowania frakcji organicznej z odpadów komunalnych. Wyniki tego testu zamieszczono w jedenastu tabelach (tab. 16- 29), ale skomentowano je jedynie jednym zdaniem. W kolejnym punkcie zamieszczono wyniki obliczeń korelacji Pearsona dla poszczególnych analizowanych wskaźników. W tym przypadku podobnie jak dla testu *t-Studenta* wyniki zamieszczono w 11 tabelach (tab. 27- 37) i na 12 rysunkach regresji liniowej (rys. 36-47) nie komentując wyników tych obliczeń. W dalszej części rozprawy opisano ubytek substancji organicznych w materiałach poddawanych kompostowaniu, który obliczono na podstawie wcześniej opracowanego wzoru. Stwierdzono, że rozkład substancji organicznych w osadach ściekowych zachodzi szybciej niż w organicznej frakcji wydzielonej z odpadów komunalnych. Stwierdzono, że jest to wynikiem obecności, w odpadach organicznych, trudno-rozkładalnych związków organicznych pochodzących z odpadów celulozowych. W dalszej kolejności znajdują się wyniki obliczeń stałej szybkości procesu kompostowania. Obliczenia te wykonano z wykorzystaniem formuł estymacji nieliniowej metodą najmniejszych kwadratów, a kryterium wyboru ostatecznej wartości stałej była wartość współczynnika determinacji. Estymacje liniowe przedstawiono na rysunkach 48-55 dla osadów ściekowych oraz na rys. 56-59 dla organicznej frakcji odpadów komunalnych.

Ważną częścią pracy są podrozdziały, w których przedstawiono zastosowanie modelu matematycznego z uwzględnieniem wyznaczonych wartości stałej szybkości procesu dla obu kompostowanych materiałów. Zaprezentowano tu wyniki obliczeń prognozowanych zmian wartości wskaźników substancji organicznych oraz wartości parametru AT4. Przedstawiono je w tabelach oraz na wykresach przedstawiających zmiany zawartości substancji organicznych i wartości wskaźnika AT4 wyliczonych według opracowanego modelu. Wyniki obliczeń uzupełniono wykresami regresji liniowej i korelacji pomiędzy tymi wskaźnikami a także analizą błędów prognozowania ubytku masy związków organicznych podczas kompostowania. W punkcie 6 zamieszczono podsumowanie, w którym przedstawiono uwarunkowania prawne dotyczące przetwarzania odpadów komunalnych. Choć informacje te mogłyby znaleźć się w przeglądzie literatury to jednak na zakończenie pracy uzasadniono ważność tematyki pracy i dokonano oceny przydatności parametru AT4 w kontroli stabilności kompostowanych materiałów. Podkreślono trudności w monitorowaniu wartości tego wskaźnika w badaniach analitycznych w warunkach technicznych, dlatego

model matematyczny pozwala monitorować jego wartość z wykorzystaniem pomiarów temperatury, wilgotności i stężenia tlenu w materiale kompostowanym. Pomiar tych wskaźników jest znacznie łatwiejszy w praktyce niż AT4. Porównano wyniki otrzymane w warunkach laboratoryjnych z wynikami pochodzącymi z zakładów, gdzie prowadzi się kompostowanie w warunkach technicznych, pod względem stałej szybkości procesów biochemicznych. Wartości stałej k porównano także z dostępnymi danymi literaturowymi. Wskazano także przyczyny rozbieżności pomiędzy wynikami publikowanymi w literaturze a otrzymanymi w badaniach własnych. Opracowana została także metoda korekty obliczania zmian zawartości substancji organicznych w kompostach w zależności od bieżących wartości analizowanych wskaźników. Zapewnia to uniwersalność opracowanej metodyki do aplikowania w praktyce i zapewnia możliwość dostosowania jej do zmiennych warunków rzeczywistych. Potwierdzeniem tego jest wykorzystanie opracowanego modelu do prognozowania wartości parametru AT4 w siedmiu instalacjach eksploatowanych na terenie kraju.

Kończącym punktem rozprawy są wnioski, które nawiązują do sformułowanej wcześniej tezy oraz celu podjętych badań. Wnioski te dotyczą :

- wniosek 1 – szybkość rozkładu materii organicznej w warunkach napowietrzania w procesie kompostowania, wyrażona ubytkiem substancji organicznej w czasie w sposób optymalny opisuje równanie kinetyki pierwszego rzędu
- wniosek 2 – dotyczy wartości współczynnika determinacji wyrażającego dopasowanie funkcji wykładniczej, która jest rozwiązaniem równania kinetyki procesu jakie otrzymano podstawie badań kompostowania osadów ściekowych i organicznej frakcji odpadów komunalnych
- wniosek 3 - dotyczy wyznaczenia wartości stałej szybkości przebiegu rozkładu związków organicznych w badanych odpadach w warunkach laboratoryjnych
- wniosek 4 – dotyczy zależności pomiędzy wartością parametru AT4 a ilością skonsumowanej substancji organicznej w warunkach przemysłowych i wartości wyznaczonych w badaniach współczynników korelacji Pearsona
- wniosek 5 – stwierdzono, że wprowadzenie współczynników korygujących wartość stałej szybkości procesu kompostowania poprzez uwzględnienie pomiarów zawartości tlenu, temperatury i wilgotności pozwala na zmniejszenie błędu wartości parametrów prognozowanych w opracowanym modelu
- wnioski 6, 7, 8, 9 – dotyczą wartości błędu bezwzględnego otrzymanego na podstawie wyników badań oraz wartości wyznaczonych z podstawowych i zmodyfikowanych równań kinetyki dla osadów ściekowych i organicznej frakcji odpadów komunalnych
- wniosek 10 – interpretacja wyników badań w kontekście rosnących wartości błędu prognozy skonsumowanej substancji organicznej w miarę upływu czasu uzasadnia

stosowanie opracowanego modelu w pierwszych 21 dniach trwania procesu kompostowania, co odpowiada powszechnie stosowanemu w praktyce czasowi przetrzymania wsadu w bioreaktorze gwarantującemu uzyskanie wartości AT4 poniżej 20 mg O₂/g.s.m

Analizując treść wniosków należy stwierdzić, że cele zostały osiągnięte i podsumowane, lecz wnioski powinny ściśle i wprost odpowiadać w pierwszej kolejności na postawioną tezę i cele badawcze. Zatem byłoby celowe sformułowanie wniosków głównych oraz wniosków szczegółowych. Wnioski główne należy odnieść do tytułu pracy i tezy, natomiast wnioski szczegółowe powinny odnosić się do celu i zawierać pozostałe informacje i osiągnięcia uzyskane podczas badań. Nawiązując do tytułu rozprawy w kontekście treści pracy, w celu wyeksponowania innowacyjności i aspektu naukowego, tytuł pracy mógłby być następujący: „Model matematyczny do predykcji wartości parametru AT4 podczas kompostowania odpadów organicznych”. Podsumowując można stwierdzić, że Doktorantka przeanalizowała wiele próbek, przeprowadzając badania technologiczne dla osadów ściekowych i frakcji organicznej wydzielonej z odpadów komunalnych. Należy tu podkreślić, że badania były szczególnie długotrwałe, praco- i czasochłonne. Monitorowanie zmian wartości sześciu wskaźników w materiałach poddawanych kompostowaniu wymagało dużo zaangażowania w oznaczenia analityczne w laboratorium. Doktorantka dokonała opisu otrzymanych wyników, uzupełniając je rysunkami w liczbie 69 i 45 tabelami. Autorka zinterpretowała otrzymane wyniki, co jest szczególnie istotne w pracach naukowych. Ważnym aspektem przeprowadzonych badań była weryfikacja wyników badań laboratoryjnych poprzez odpowiednie analizy w warunkach technicznych. Umożliwia to porównanie przebiegu procesu w różnych warunkach oraz różnych odpadów.

Warto podkreślić, że obszar badań wpisuje się w najnowsze trendy technologii przeróbki odpadów zawierających składniki biodegradowalne. Elementem naukowym pracy jest opracowanie modelu matematycznego do prognozowania zmian wybranego parametru technologicznego procesu kompostowania na podstawie wyników przeprowadzonych badań. Aspektem użytecznym dysertacji jest możliwość praktycznego zastosowania opracowanego modelu, potwierdzona już w kilku obiektach. Wyniki tych badań pozwalają sterować procesem kompostowania osadów ściekowych i organicznej frakcji odpadów komunalnych. Dlatego można stwierdzić, że rozprawa doktorska mgr inż. Anny Skubały wnosi do dyscypliny inżynierii środowiska nie tylko elementy poznawcze, lecz także możliwości aplikacyjne, a postawione zadanie zostało potraktowane w sposób kompleksowy i wyczerpujący. Podkreślając profesjonalne podejście Doktorantki do zagadnienia, zarówno w kwestii przeglądu literatury jak i organizacji badań, ich przeprowadzenia a także interpretacji wyników i ich wykorzystania, w rozprawie znalazły się pewne niedociągnięcia edycyjne,

skrótów myślowe czy nieprawidłowe sformułowania. Nie mają one jednak wpływu na ocenę strony merytorycznej rozprawy. Uwagi edycyjne to przykładowo:

- nieprawidłowe sformułowania: „ coraz więcej odpadów trafia na składowisko” (str.9), „ rolnicze wykorzystanie jest uzależnione” (str. 10), „zachodzenie procesu” (str. 12), „ocena stanu organicznego kompostu” (str. 19), „ substancja organiczna” w kontekście mieszaniny różnych związków organicznych
- str.27, 29-31 – tab. 4-6 – można było uniknąć wpisywania nazwisk Autorów publikacji i zastosować numerację pozycji literatury tak jak w całej pracy
- str. 33 i inne – określenia „szybkość procesu kompostowania”, „kinetyka procesu kompostowania” są skrótami, które można było zastąpić szczegółową informacją
- str. 36 - wyjaśnienia wymagają przyjęte warunki uznane za optymalne (wilgotność, przepływ powietrza, temperatura powietrza) (podana temperatura na str. 36 wynosi 65°C, a na str. 37 – zakres 55-65°C)
- str. 38, 40 - opisano badania procesu w warunkach przemysłowych, wcześniej pisano o warunkach polowych
- str. 39, 41 - rys. 3 - 4 nieczytelne opisy
- str. 43 - 44 - rys. 7 - 9 - brak wyjaśnienia symboli P1, P2, P3
- str. 59 - w jakich warunkach możliwe jest wydzielanie amoniaku w postaci gazowej
- str. 61 – 65 – zamieszczono 8 rysunków bez komentarza
- str. 65, 70 - wprowadzenie do tabel i odwołanie do nich powinno być zamieszczone przed tabelami 11-13
- str. 91 - ostatnie zdanie nie jest skończone.

Ponadto komentarza wymagają następujące zagadnienia :

- opis wyników zamieszczonych w tabelach wymienionych wyżej
- sformułowanie tezy, celu i wniosków z uwzględnieniem uwag zamieszczonych w recenzji
- wyjaśnienie określeń „skonsumowanie substancji organicznej” „ocena stanu organicznego kompostu”
- omówienie wkładu Doktorantki w badania opisane jako kompostowanie frakcji organicznej w warunkach technicznych
- ocena możliwości zastosowania opracowanego modelu w przypadku kompostowania odpadów mieszanych.

Wniosek końcowy

Odnosząc się do art.13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki wraz z późn. zm. (Dz. U. z 2003r. Nr 65, poz. 595. oraz Dz U. 2005, Nr 164, poz. 1365 oraz Dz. U 2011, Nr 84 poz.

455, Dz. U. z 2014 r. poz. 1852, Dz U z dnia 21 czerwca 2016 poz. 882, Dz. U. 2017 poz. 271) rozprawa doktorska, przygotowywana pod opieką Promotora, powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w danej dyscyplinie naukowej a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Na podstawie przekazanej do recenzji rozprawy doktorskiej, stwierdzam, że opracowanie otrzymane do recenzji spełnia podane warunki. Dysertacja potwierdza także wiedzę teoretyczną Doktorantki, a rzeczowe sprecyzowanie celu i zakresu badań, ich zaplanowanie i opis a także interpretacja wyników świadczy o dojrzałości naukowej Doktorantki i umiejętności do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Zatem wnioskuję do Rady Wydziału Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji Politechniki Koszalińskiej w Koszalinie o dopuszczenie mgr inż. Anny Skubały do dalszego postępowania kwalifikacyjnego przewidzianego w procedurze do uzyskania stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska.

Anna Włodarczyk-Kalutka