



Prof. dr hab. inż. Zbigniew Wzorek  
Katedra Technologii Nieorganicznej i Biotechnologii Środowiska  
Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej  
Politechnika Krakowska

Kraków, 24.05.2026

### **Recenzja**

#### **rozprawy doktorskiej mgr Weroniki Kubica pod tytułem „Metody wprowadzania makroelementów do kompozycji nawozowych zawierających azotan amonu”**

Recenzja została wykonana na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej z dnia 18 marca 2026 r. Praca została przygotowana w ramach programu „Doktorat wdrożeniowy” we współpracy z Grupą Azoty, Zakłady Azotowe Kędzierzyn S.A.

#### **Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej**

Nie ma wątpliwości, że jednym z warunków niezaburzonego rozwoju demograficznego jest wzrost produkcji spożywczej. Nie da się tego osiągnąć bez nawozów mineralnych. Dane demograficzne wskazują na możliwy wzrost populacji na świecie do 10 miliardów w przeciągu 25 lat. Szacuje się, że aby to osiągnąć, konieczne będzie zwiększenie globalnej produkcji nawozów, nawet o 50%.

Aktualnie, roczna produkcja nawozów na świecie przekracza 200 mln. ton, z czego ponad 50% to nawozy azotowe. Rynek nawozowy jest silnie podatny na zmiany geopolityczne, a w szczególności konflikty zbrojne. Rośnie również presja społeczna, związana z postrzeganiem przemysłu nawozowego jako branży o negatywnym wpływie na środowisko naturalne.

W Polsce roczna produkcja nawozów wynosi ok. 2 mln. ton. Najwięksi producenci nawozów to Grupa Azoty oraz Anwil S.A. Podstawowa oferta Grupy Azoty obejmuje nawozy azotowe (azotan amonu, mocznik) oraz nawozy wieloskładnikowe NPK, produkowane na

bazie fosforanów amonu. W ofercie Grupy Azoty brak nawozów wieloskładnikowych na bazie azotanu amonu.

W swoich badaniach mgr Weronika Kubica podjęła się próby opracowania receptury nawozów wieloskładnikowych na bazie saletry amonowej, które mogłyby wzbogacić ofertę Grupy Azoty o produkty oferowane dotychczas wyłącznie przez zagraniczną konkurencję, firmę Yara oraz powiązany z kapitałem rosyjskim EuroChem.

Jako cel pracy Doktorantka przyjęła „opracowanie nowych nawozów wieloskładnikowych na bazie azotanu amonu, zawierających w swoim składzie azot, fosfor i potas, których produkcja, po ewentualnej przebudowie lub modernizacji, może być zrealizowana z wykorzystaniem istniejącej infrastruktury Grupy Azoty Kędzierzyn S.A. Choć samo sformułowanie nie brzmi zbyt „naukowo”, cel jaki postanowiła osiągnąć Doktorantka jest jasny. Tym bardziej, że został podparty przejrzystym planem pracy.

#### **Układ recenzowanej pracy oraz uwagi redakcyjne**

Praca została przygotowana w formie tradycyjnej dysertacji w układzie klasycznym. Część badawcza została poprzedzona obszerną, 50 stronicową „Częścią literaturową”, obejmującą m.in.:

- zestawienie właściwości azotanu amonu,
- opis przemysłowej metody otrzymywania saletry amonowej,
- zagrożenia wynikające z wykorzystania azotanu amonu w przemyśle.

Dalej Doktorantka przeprowadziła interesującą analizę rynku nawozowego na świecie, z uwzględnieniem fluktuacji wynikających z sytuacji geopolitycznej, w tym konfliktów zbrojnych, a także presji środowiskowej. Dalej znalazło się zestawienie najważniejszych graczy rynku nawozowego w Europie oraz analiza polskiego rynku nawozów mineralnych. Rozdział kończy się zwięzłą prezentacją oferty nawozowej Grupy Azoty.

W rozdziale 2.3 Doktorantka zamieściła zestawienie najważniejszych składników odżywczych (makro i mikroskładników) wraz z opisem ich znaczenia dla wzrostu i rozwoju roślin. Dalej, w rozdziale 2.4 znalazł się opis podstawowych metod produkcji nawozów wieloskładnikowych kompleksowych (np. metoda ODDA) oraz mieszanych, w rozdziale 2.5 zestawienie najważniejszych surowców stosowanych w przemyśle nawozowym, zaś w rozdziale 2.6 wymagania jakie muszą spełnić nawozy wieloskładnikowe na bazie azotanu amonu.

Rozdział zatytułowany „Przegląd patentowy” pozostawia u czytelnika największy niedosyt. Zawarte na 3 stronach zestawienie patentów zarejestrowanych w UPRP oraz

kilkanaście w Espacenet zdecydowanie nie odzwierciedla faktycznej zawartości baz patentowych na temat nawozów na bazie saletry amonowej.

Bez wątplenia część literaturowa zamieszczona w recenzowanej dysertacji odbiega swoją zawartością od podobnych rozdziałów przygotowanych przez „doktorantów akademickich”. Jednakże, biorąc pod uwagę typowo aplikacyjny charakter pracy, można uznać, że w wystarczającym stopniu wprowadza czytelnika w problematykę wytwarzania nawozów wieloskładnikowych na bazie azotanu amonu.

Rozdział 4, „Część doświadczalna” zawiera zwyczajowo zestawienie wykorzystanych w pracy metod badawczych oraz charakterystykę stosowanych surowców. Początkowo pewnym zaskoczeniem może być dość szczegółowa analiza surowców z wykorzystaniem nieoczywistych metod termicznych TGA i DSC.

W tej części brakuje moim zdaniem oddzielnego rozdziału zawierającego preparatykę mieszanek nawozowych, zarówno tych przygotowywanych na potrzeby wstępnych badań stabilności termicznej mieszanek (s. 85), jak i tych formułowanych w skali laboratoryjnej. Osobiście uważam, że rozdział 4.5.1 oraz część rozdziału 4.5.2 powinny znaleźć się w rozdziale zawierającym zestawienie procedur laboratoryjnych. Podobnie jak opis metody granulacji zawarty w rozdziale 4.5.5.

Prace eksperymentalne można podzielić na 3 etapy:

- badanie składu i stabilności termicznej surowców wykorzystanych do sporządzenia mieszanek nawozowych,
- wstępną ocenę stabilności termicznej wybranych mieszanek nawozowych, przygotowanych w moździerzu,
- badania składu i stabilności termicznej nawozów uzyskanych w warunkach laboratoryjnych ze stopu azotanu amonu,
- badania uziarnienia i właściwości mechanicznych nawozów zgranulowanych w granulatorze laboratoryjnym.

Zwieńczeniem tej części są badania bezpieczeństwa procesowego kompozycji nawozowych rekomendowanych dla Grupy Azoty Kędzierzyn do wdrożenia na swojej linii produkcyjnej, z wykorzystaniem metody termograwimetrycznej TG-dTA.

W części wdrożeniowej Doktorantka zaproponowała zmodyfikowany schemat wytwarzania nowych formułacji nawozowych na istniejącej instalacji produkcyjnej w GA Kędzierzyn. Wg propozycji, instalacja zostałaby wyposażona w dodatkowe zbiorniki surowców, z których MAP i siarczan magnezu byłyby dozowane równocześnie z wypełniaczem dolomitowym do stopu. W kolejnych rozdziałach znalazły się bilanse

masowe dla wybranych kompozycji oraz analiza ekonomiczna wytwarzania nowych nawozów NPK. Zwińczeniem tej części pracy jest krótki opis prób w skali przemysłowej.

Praca jest bardzo obszerna. Łącznie obejmuje ponad 300 stron. Z tego mniej więcej 60% objętości to wykresy. Szkoda, że Doktorantka nie wydzieliła ich do oddzielnego suplementu. Pozwoliłoby to na łatwiejsze śledzenie wyników podczas analizy tekstu.

Szkoda również, że Doktorantka nie pokusiła się o przygotowanie zbiorczych wykresów dla mieszanek o podobnym składzie (np. NK 27-6 i NK-27-11, nawozów na bazie MAP, DAP itp.). Takie zestawienia pozwoliłoby czytelnikowi łatwiej porównać wyznaczane wartości i być może ustalić, jakie czynniki wpływają na określone właściwości produktu. Dotyczy to zarówno wyników składu granulometrycznego i wytrzymałości nawozów granulowanych jak i badań ich właściwości termicznych.

Pomimo widocznej staranności w korekcie tekstu, w pracy można znaleźć nieliczne literówki, czy np. tytuł rozdziału pozostawiony na dole strony (s.74). Z kolei na stronach 86-87 oraz 115-116 Doktorantka zamieściła te same wyniki badania nawozu SLAMAG. Błędem jest również wstawianie spacji pomiędzy liczbę a znak %.

Czytając dysertację, odczuwałem brak wykazu skrótów, który odkryłem niemal pod koniec lektury. Zdecydowanie zalecam zamieszczanie zestawienia zastosowanych skrótów na początku pracy. Swoją drogą, jest on niekompletny i nie obejmuje akronimów, którymi Autorka oznaczała projektowane nawozy M – nawóz na bazie MAP oraz D – na bazie DAP. W wykazie znalazł się również „czeski błąd” DCS zamiast DSC, który jest powielany w niektórych partiach tekstu.

### **Merytoryczna ocena pracy**

Zgodnie z art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późniejszymi zmianami) „rozprawa doktorska ma prezentować ogólną wiedzę teoretyczną doktoranta w dyscyplinie (...) oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej”. Ponadto, „przedmiotem rozprawy doktorskiej ma być oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej (...)”.

Za najważniejsze osiągnięcia naukowe Doktorantki uważam:

- opracowanie formułacji nawozów wieloskładnikowych na bazie azotanu amonu,
- wykorzystanie siarczanu potasu jako nośnika potasu w opracowanych formułacjach oraz fosforanów amonu jako nośnika fosforu,

- potwierdzenie możliwości otrzymywania wieloskładnikowych nawozów na istniejącej instalacji granulacji nawozów na bazie azotanu amonu,
- potwierdzenie, że wprowadzenie do azotanu amonu składników nawozowych w postaci MAP oraz siarczanu potasu, nie wpływa w istotnym stopniu na stabilność produktu.
- zaproponowanie zmodyfikowanego schematu technologicznego produkcji wieloskładnikowych nawozów granulowanych na istniejącej instalacji produkcyjnej.

Z całym przekonaniem stwierdzam, że przedłożona do recenzji dysertacja spełnia warunki ustawowe stawiane rozprawom doktorskim. Doktorantka potwierdziła również umiejętność krytycznej analizy uzyskanych wyników. Tym samym spełnione zostały ustawowe warunki dotyczące wymagań stawianych rozprawom doktorskim.

Podczas studiowania dysertacji pojawiło się kilka uwag i pytań o charakterze polemicznym:

1. Największy niedosyt wzbudził rozdział zatytułowany „Próby przemysłowe wytwarzania nawozów azotowo-fosforowych. W rozdziale brak jasnych procedur, wg których prowadzono badania. Doktorantka zaproponowała 3 warianty wprowadzania MAP do granulatora, przy czym w dwóch założyła przepuszczenie MAP przez węzeł młynowni. Te rozwiązania z góry były skazane na porażkę. MAP jest na tyle nietrwałym związkiem, że poddanie go wysokoenergetycznemu mieleniu musiało skutkować jego częściowym rozkładem i zbryleniem. Ponadto przepuszczanie dodatkowego surowca przez młyny zwiększałyby ich obciążenie a tym samym afektywność mielenia. I oczywiście koszty. Sam opis prób oraz ich efektów jest zbyt lakoniczny aby można było odnieść się do nich w niniejszej recenzji. Liczę, że na obronie Doktorantka odniesie się do tej uwagi, co stanie się podstawą do ciekawej dyskusji.
2. Metody TGA, DCS, TG-dTA należą do bardzo czasochłonnych. Czy nie dałoby się ograniczyć ich ilości do naprawdę niezbędnych? Osobiście uważam, że wykonanie całej serii żmudnych badań zestawionych w rozdziale 4.5.3. (po 30 analiz TGA i DSC) można było pominąć, lub ograniczyć ich ilość, z uwzględnieniem wyników zawartych w tabelach 27-31 oraz oczywiście w rozdziale 4.5.5. Przy okazji, skoro mamy do dyspozycji aparat do termicznej analizy różnicowej TG-dTA, to po co wykonywać „podwójne” analizy TG i DSC? Tym bardziej, że Doktorantka nie wyznaczała efektów energetycznych na mikrokalorymetrze?
3. Skoro jednak Doktorantka wykonała tak żmudne badania, to szkoda, że nie pokusiła się o przygotowanie zbiorczych wykresów dla mieszanek o podobnym składzie (np. NK 27-6 i NK 27-11, nawozów na bazie MAP, DAP itp.). Takie zestawienia pozwoliłyby

czytelnikowi łatwiej porównać wyznaczone wartości i być może ustalić, jakie czynniki wpływają na określone właściwości produktu. Dotyczy to tak badań ich właściwości termicznych, jak i wyników badań składu granulometrycznego i wytrzymałości nawozów granulowanych.

4. Na stronie 159 Doktorantka pisze: „Ze względów technologicznych stosowanie DAP nie jest korzystne, ponieważ DAP jest mniej stabilny w temperaturze procesu niż MAP (...) dlatego do dalszych badań bezpieczeństwa wytypowano nawozy zawierające w swoim składzie MAP (...)”. Skoro ustalono, że dodatek DAP wpływa niekorzystnie na proces formułowania nawozów, dlaczego nie wyłączono go z dalszych badań, np. prób granulacji?
5. Na str. 239 znajduje się stwierdzenie: „Nie udało się wytworzyć granul mieszanek o zawartości azotu poniżej 16%. Nie znalazłem w dysertacji ani jednej wzmianki na temat takich prób. Nawet jeżeli w toku badań takie próby zostały podjęte, to wnioskowanie o ich wynikach powinno być wsparte prezentacją uzyskanych wyników. Wynik negatywny to też wynik, a może umożliwić określenie warunków granicznych prowadzonych eksperymentów.

#### **Podsumowanie i ocena końcowa**

Dorobek naukowy mgr Weroniki Kubica obejmuje 3 publikacje w czasopismach naukowych uwzględnionych na listach Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego ,w tym dwie z *Web of Science Master Journal List*. Jest współautorką dwóch patentów oraz 3 zgłoszeń patentowych. Brała również udział w 4 konferencjach.

W swojej dysertacji mgr Weronka Kubica potwierdziła, że posiada wystarczające umiejętności niezbędne do samodzielnego planowania i wykonywania eksperymentów.

Po zapoznaniu się z treścią recenzowanej pracy, stwierdzam, że zawiera ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, tym samym spełnione są wymagania ustawowe

**Stwierdzam, że przedstawiona rozprawa doktorska spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim w ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz.U. z 2024 poz. 1571, z późn. zm.) i wnoszę do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie mgr Weroniki Kubica do dalszych etapów postępowania.**

