



Prof. dr hab. inż. Marek Bryjak                      Wrocław, 25 listopad 2024  
Wydział Chemiczny  
Politechnika Wroclawska

Opinia o rozprawie doktorskiej zatytułowanej  
**Membrany z poli(fluorku winylidenu) modyfikowane kwasem cynamonowym i  
wybranymi tlenkami metali ziem rzadkich w procesie destylacji membranowej**  
przygotowanej przez mgr Waldemara Jankowskiego

### Stan wiedzy

Przedstawiona do recenzji praca omawia badania związane z poszukiwaniem materiałów polimerach, z których można uzyskać lepsze niż dostępne membrany separacyjne. Jest to szczególnie ważne dla rozwijanych technologii, gdy muszą one sięgać do mniej zasobnych źródeł surowców oraz dla utrzymania lepszych standardów życia, na które ogromny wpływ ma dostęp do wody i związana z nim produkcja żywności. W dobie kryzysu klimatycznego powodującego upustynnienie całych obszarów ziemi, możliwości otrzymania wody słodkiej z wód zasolonych stanowią ważne, jeżeli nie najważniejsze, wyzwania dla inżynierów. Stosowane w wielu krajach odsalanie wody morskiej metodą odwróconej osmozy ma jednak swoje ograniczenia. W technologii tej odzyskuje się zwykle 50% wody słodkiej a pozostała solankę się utylizuje. W ostatnich swoich publikacjach Prof. Enrico Drioli, niestety odszedł od nas 31 października, rozważał możliwości zwiększenia stopnia odzysku wody z solanki przez zastosowanie innych technik, w tym destylacji membranowej. Pozwala ona nie tylko odzyskać więcej wody słodkiej ale również prowadzi do otrzymywania surowców mineralnych z olbrzymich zasobów wód morskich. Do tego celu można stosować destylację i krystalizację membranowe. Zatem, prace związane z doskonaleniem materiałów do destylacji membranowej, prace będące istotą rozprawy doktorskiej mgr Waldemara Jankowskiego, doskonale się wpisują w najnowsze trendy technologii membranowej.

### Formalny opis pracy.

Statystycznie rzecz biorąc przedstawiona do recenzji praca liczy: 148 stron, 58 rysunków, 11 tabel i 184 pozycji bibliograficznych. Dysertacja przygotowana została w sposób klasyczny z takimi rozdziałami jak *wstęp, przegląd literatury, cel pracy, częścią doświadczalną, omówienie wyników badań, podsumowanie i bibliografia*. Na jej końcu zestawiany został dorobek naukowych autora.

W przestawionym tekście zauważyć można pewne niedociągnięcia edytorskie. Wielokrotnie pojawia się informacja „ **Błąd. Nie można odnaleźć źródła**



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Politechnika Wroclawska  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27  
50-370 Wrocław

www.pwr.edu.pl

REGON: 000001614  
NIP: 896-000-58-51

Nr konta:  
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



**odwołania**'. Zbyt często potarżane jest określenie 'skutkuje'. Zamiast *cząstek* pojawiają się *cząsteczki* a zarodkowanie kryształów zajmuje 'trochę czasu'. Recenzent nie należy do grona purystów językowych więc nie wytyka wszystkich błędów. Ich korektę pozostawia Autorowi pracy doktorskiej.

## Opinia recenzenta do poszczególnych rozdziałów

*Wstęp*: Dobre przedstawienie zagadnienia na bazie innych technik membranowych oraz pokazanie istoty destylacji membranowej i zjawisk zachodzących na powierzchni materiałów. Recenzent chciałby pochwalić wprowadzenie do wstępu opisów zjawisk obserwowanych w naturze, co pozwala czytelnikowi zrozumieć ich odrębność (*jak mawiał Prof. Fowkes na swoich wykładach – Bóg stworzył materię i opracował rządzące nimi prawa. W powstaniu powierzchni musiał jednak uczestniczyć Szatan: prawa działające na powierzchni są inne*).

We wstępie mgr Jankowski przedstawił charakterystykę reagentów, które wykorzystał. Na uwagę zasługuje opis zwilżalności tlenków metali ziem rzadkich. Umożliwia on zrozumienie ich wyboru w celu hydrofobizacji powierzchni. Rozdział ten kończy opis metod formowania membran, metod które zostały użyte w pracy.

*Przegląd literatury*: Przedstawiono w nim stosowane metody modyfikacji powierzchni.

*Cel pracy*: Opisano założenia, które starano się zweryfikować podczas realizacji pracy. Zidentyfikowano obszar badawczy, który był słabo reprezentowany w literaturze (Autor nazywa go - *research gap*) i właśnie w tym obszarze prowadzono badania. Doskonałym pomysłem jest graficzne przedstawienie badań – Rys. 17. Ułatwia to czytającemu poruszanie się w strukturze planu badawczego. Do tego rozdziału mam jedną uwagę – Autor pisze o nanoszczotkach, których właściwości na proces destylacji membranowej miały być sprawdzone. W dalszej części pracy nie znalazłem rozwinięcia tego tematu. Czy to znaczy, że nanoszczotki się nie sprawdziły?

*Część doświadczalna*: Tu znajduje się opis materiałów oraz metod stosowanych w pracy. Jedyne co wymaga sprostowania jest zdanie na stronie 59, gdzie Autor pisze „*Sila napędowa procesu została wyliczona na podstawie różnicy temperatur nadawy i permeatu, która wynosiła 111,23+1,35 mbar*”. Nie rozumiem dlaczego różnicę temperatur wyrażać w mbarach.

*Omówienie wyników*: W tej części dysertacji opisano sukcesy i porażki, z którymi Autor musiał się zmierzyć. Zaczniemy od porażek. Mimo licznych prób nie udało się otrzymać nanowłóknin metodą elektroprzędzenia z roztworu poli(fluorku winylidenu) w fosforanie trietylu. W konsekwencji, membrany do badań otrzymano



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Politechnika Wroclawska  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27  
50-370 Wrocław

[www.pwr.edu.pl](http://www.pwr.edu.pl)

REGON: 000001614  
NIP: 896-000-58-51

Nr konta:  
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



metodą klasycznej inwersji faz. Autor przekonująco uzasadnia przyczyny niepowodzenia.

Badania związane z modyfikacją membran z poli(fluorku winylidenu) kwasem cynamonowym oraz tlenkami metali ziem rzadkich zostały opublikowane w trzech pracach, które ukazały się w *Desalination* w roku 2024. Recenzent zna rangę tego czasopisma i nie podejmuje się dyskusji przedstawianych w dysertacji wniosków. Z dobrym powodzeniem zrobili to recenzenci manuskryptów publikacji. Natomiast recenzenta tej dysertacji zainteresowało zagadnienie związane z określeniem reaktywności zmodyfikowanych membran z wodą. Autor pisze o zastosowaniu dwóch podejść. Jedno wykorzystuje parametry rozpuszczalności Hansen, a drugie teorię kwasów i zasad Pearsona. W pierwszym z nich, stosując równanie 12, Autor wyznacza parametry rozpuszczalności (dyspersyjny, polarny i oddziaływań wodorowych) modyfikowanych membran a następnie określa oddziaływania w układzie membrana : woda. Recenzent chciałby się dowiedzieć szczegółów tego podejścia. Podejście Pearsona jest bardziej intuicyjne i nie wymaga szczegółowego rozpisania.

*Podsumowanie:* Przygotowane podsumowanie przedstawia najważniejsze osiągnięcia pracy doktorskiej omawiając: i) sposoby otrzymania membran do destylacji membranowej przez inwersję faz z nietoksycznym rozpuszczalnikiem oraz przez elektroprądzenie, ii) sposoby modyfikacji powierzchni membran, iii) fizykochemiczną analizę otrzymanych materiałów, iv) efektywność membran w odsalaniu wody metoda destylacji membranowej, v) potencjał bioakumulacyjny substancji stosowanych w preparatyce membran. Dodatkowo we wnioskach wskazano materiały, które mogą być wykorzystane do otrzymywania efektywnych membran separacyjnych pozwalające na prowadzenie procesu przez dłuższy czas. Wydaje się, że membrany z PVDF modyfikowane powierzchniowo kwasem cynamonowym, biorąc pod uwagę ich sprawność oraz koszty wytworzenia, powinny stanowić dobrą alternatywę do dostępnych na rynku hydrofobowych membran porowatych.

*Dorobek publikacyjny Autora:* Na dorobek składa się 6 publikacji w czasopismach z IF, z czego 4 związane są z tematem recenzowanej pracy. Sumaryczny IF wynosi 49,25. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że w czterech ostatnich publikacjach mgr Jankowski wymieniany jest jako pierwszy autor. Brał on udział w trzech konferencjach naukowych oraz uczestniczył w dwóch międzynarodowych stażach naukowych.



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Politechnika Wroclawska  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27  
50-370 Wrocław

[www.pwr.edu.pl](http://www.pwr.edu.pl)

REGON: 000001614  
NIP: 896-000-58-51

Nr konta:  
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



## Wniosek końcowy recenzji

Podsumowując recenzje pracy mgr Waldemara Jankowskiego stwierdzam, że spełnia ona wymagania przewidziane dla rozpraw doktorskich w *Ustawie prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* i wnoszę do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne UMK w Toruniu o dopuszczenie doktoranta do dalszych etapów postępowania. Biorąc pod uwagę Uchwałę nr 94/2023 Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne, i niżej podane kryteria,

*Doktorant jest (współ)autorem przynajmniej 3 publikacji z listy JCR lub sumaryczny Impact Factor publikacji (z roku opublikowania) jest powyżej 10, przy czym brane są pod uwagę tylko publikacje związane z tematyką rozprawy doktorskiej. Doktorant musi być autorem pierwszym lub korespondencyjnym w co najmniej jednej z tych publikacji*

przedstawiam Radzie wniosek o przyznanie wyróżnienia mgr Waldemarowi Jankowskiemu za pracę doktorską *Membrany z poli(fluorku winylidenu) modyfikowane kwasem cynamonowym i wybranymi tlenkami metali ziem rzadkich w procesie destylacji membranowej*.

*Prof. dr hab. inż. Marek Bryjak*



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Politechnika Wroclawska  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27  
50-370 Wrocław  
[www.pwr.edu.pl](http://www.pwr.edu.pl)

REGON: 000001614  
NIP: 896-000-58-51

Nr konta:  
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434