

Gliwice, 16.01.2025 r.

Recenzja

**osiągnięć naukowych dra inż. Sławomira Porady
w postępowaniu habilitacyjnym wszczętym na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej;
tytuł osiągnięcia naukowego: „Materiały do elektrochemicznego odsalania wody: mechanizmy
transportu i adsorpcji jonów”**

Podstawa wykonania recenzji:

1. Uchwała Nr 29/03/RDND05/2024-2028 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej z dnia 13 listopada 2024 r. o powołaniu na recenzenta.
2. Dokumentacja zawierająca:
 - wniosek z dnia 19/08/2024 o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauki inżynierijno-techniczne w dyscyplinie inżynieria chemiczna,
 - kopię dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora,
 - Autoreferat – osiągnięcie naukowe,
 - wykaz osiągnięć naukowych,
 - oświadczenie o wsparciu finansowym realizacji projektów badawczych i badawczo-wdrożeniowych pochodzące z sektora gospodarczego.

Dokumentację otrzymałem w dniu 21 listopada 2024 r. drogą mailową.

3. Postępowanie o nadanie stopnia doktora habilitowanego prowadzone jest według przepisów ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku *Prawo o Szkolnictwie wyższym i Nauce* (D. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.), a w szczególności zgodnie z art. 219, ust.1 tej ustawy.

1. Informacje ogólne oraz ocena dorobku naukowego Kandydata

Pan Sławomir Porada ukończył studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej w 2009 r. na kierunku biotechnologia, specjalność procesy biotechnologiczne.

Stopień doktora, w dyscyplinie technologia chemiczna, został Mu nadany przez Politechnikę Wrocławską, Wydział Chemiczny, w wyniku obrony pracy doktorskiej: Preparation of carbon electrodes for water desalination using Capacitive Deionization (Otrzymywanie elektrod węglowych do procesu odsalania wody metodą pojemnościowej dejonizacji). Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Marek Bryjak;

Politechnika Śląska

Wydział Chemiczny
Katedra Chemii Nieorganicznej Analitycznej i Elektrochemii

ul. B. Krzywoustego 6, pok. 236, 44-100 Gliwice
+48 32 237 10 21 / +48 663774614
marian.turek@polsl.pl

NIP 631 020 07 36
ING Bank Śląski S.A. o/Gliwice 60 1050 1230 1000 0002 0211 3056



przewód doktorski zrealizowany został we współpracy z Wetsus, European centre of excellence for sustainable water technology, Leeuwarden, Holandia.

Dr inż. Sławomir Porada zatrudniony jest w Katedrze Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych Wydziału Chemicznego, Politechniki Wrocławskiej.

Z przedłożonej dokumentacji wynika, że Kandydat złożył po raz pierwszy wniosek o wszczęcie przewodu habilitacyjnego.

Dorobek naukowy Habilitanta obejmuje 46 artykułów w czasopismach znajdujących się w bazie JCR (38 artykułów ukazało się po obronie rozprawy doktorskiej), z czego 14 stanowi cykl jednotematycznych prac naukowych przedstawionych w autoreferacie. Pozostałe 24 artykuły są związane z tematyką działalności naukowej Kandydata, koncentrującej się na inżynierii chemicznej i materiałowej. Na dzień 31 maja 2024 r. Indeks Hirscha według Web of Science wynosił 30 a według Google Scholar 34. Ponadto opublikował jedną monografię naukową. Sumaryczny Impact Factor wszystkich publikacji wynosi **535**, a liczba punktów MNiSW **3779**. Liczba cytowań publikacji według Web of Science jest imponująca i wynosi **7072**.

Dorobek uzupełnia 8 wystąpień na międzynarodowych konferencjach naukowych z czego większość to wykłady plenarne (2) i na zaproszenie (3). Brał też udział w 5. komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji międzynarodowych. Kandydat recenzował około 120 artykułów naukowych przesłanych do renomowanych czasopism naukowych jak Desalination, Carbon, Journal of Membrane Science, Water Research, Electrochimica Acta, Environmental Science and Technology, Energy and Environmental Science, Chemical Engineering Journal, ACS Applied Materials & Interfaces oraz Journal of Materials Chemistry A.

Na podstawie powyższych informacji dorobek naukowy dra inż. Sławomira Porady oceniam jako bardzo dobry.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego przez dra inż. Sławomira Porady jest dzieło zatytułowane „**Materiały do elektrochemicznego odsalania wody: mechanizmy transportu i adsorpcji jonów**”, obejmujące monotematyczny cykl czternastu publikacji w czasopismach o cyrkulacji międzynarodowej. Wszystkie te publikacje są wieloautorskie; w czterech pracach Kandydat jest pierwszym autorem, a jedynie w dwóch autorem korespondencyjnym. Kandydat nie przedstawił oświadczeń współautorów.

W szczegółowym opisie osiągnięcia naukowego Kandydat stwierdza, że publikacje te dotyczą procesów elektrochemicznego odsalania wody oraz zrozumienia mechanizmów transportu i adsorpcji jonów. Kandydat omawia wyniki w czterech grupach tematycznych.

Wyniki badań z zakresu membran jonowymiennych zostały opublikowane w serii trzech artykułów:

IEM1:

Kandydat opisał proces syntezy membran heterogenicznych zawierających lepszycze posiadające grupy jonowymiennie oraz żywice jonowymiennie. Zastosował lepszycze polimerowe z naładowanymi grupami funkcyjnymi, które zmniejszą opór elektryczny membrany. Wykazał, że hydrofobowość długich łańcuchów alkilowych zwiększa selektywność separacji jonów azotanowych od chlorkowych.

IEM2:

Opisał teorię transportu jonów w wieloskładnikowych elektrolitach podczas procesu ED. Zaobserwował, że jony azotanowe są selektywnie usuwane w stosunku do jonów chlorkowych. Przedstawił strategię zwiększenia selektywnej separacji jonów w procesie ED. Wykazał, że zmniejszenie gęstości ładunku membrany skutkuje większą selektywnością procesu separacji jonów. Wykazał, że zwiększenie grubości membrany jonowymiennnej skutkuje większą selektywnością procesu separacji jonów.

IEM3:

Opisał metodę otrzymywania membran jonowymiennych z osadzoną siatką polimerową w celu zmniejszenia osmotycznego transportu wody. Wykazał, że transport wody przez membrany jonowymiennie z siatką polimerową zmniejsza się wraz ze zmniejszeniem powierzchni otwartej siatki i zależy od rodzaju materiału, z którego go wykonano. Stwierdził, że efektywność energetyczna procesu ED z membranami jonowymiennymi zawierającymi siatkę polimerową może być korzystna w porównaniu z membraną homogeniczną. Stwierdził, że zastosowanie membran jonowymiennych z siatką polimerową zwiększa efektywność otrzymywanego strumienia odsolonego.

Wyniki badań nad selektywną separacją jonów w procesie pojemnościowej dejonizacji Kandydat przedstawił w serii pięciu artykułów naukowych:

CDI1:

Opracował nową metodę do badania adsorpcji jonów z roztworów zawierających mieszaninę różnych soli. Stwierdził, że jony potasu są preferencyjnie adsorbowane w porównaniu z jonami sodu w procesie CDI.

Rozszerzył standardowy model elektromigracji, aby uwzględnić obecność wielu jednowartościowych jonów.

CDI2:

Stwierdził, że wykorzystanie mikroporowatych elektrod zwiększa selektywną adsorpcję jonów azotanowych nad chlorkami. Opisał selektywność procesu CDI w stanie równowagi przy różnych wartościach różnicy potencjałów. Pokazał, że amfoteryczny model Donnana opisuje selektywność zarówno w procesie adsorpcji, jak i elektroadsorpcji.

CDI3:

Eksperymentalnie wykazał, że elektrody wykonane z materiałów interakcyjnych, zawierające np. heksacyjanożelazian niklu, oddzielone membraną anionowymienną, mogą być używane do odsalania roztworów wodnych w procesie półciągłym. Stwierdził, że pojemność adsorpcji soli wzrasta wraz ze wzrostem gęstości prądowej. Stwierdził, że zastosowanie tego typu elektrod powoduje selektywną interkalację jonów potasu.

CDI4:

Zastosował elektrody redoks-aktywne w symetrycznym układzie CDI do badania selektywnej separacji jonów sodu w obecności jonów wapnia i magnezu. Uzyskał dużą selektywność: $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+} \approx 15$ oraz $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+} \approx 25$. Stwierdził, że duża selektywność utrzymana jest w szerokim zakresie stężeń jonów w nadawie.

CDI5:

Otrzymał elektrody węglowe z dodatnio naładowanymi grupami powierzchniowymi. Elektrody te zastosował w układzie symetrycznym CDI jako materiał selektywny dla anionów.

Wyniki badań nad optymalizacją i zużyciem energii procesu pojemnościowej dejonizacji opublikował w serii trzech artykułów.

ECDI1:

Stwierdził, że aby móc porównać przedstawianą w różnych artykułach wydajność procesu odsalania, kryteria odsalania muszą być odpowiednio dobrane. Wykazał, że kryteria odsalania powinny uwzględniać odzysk wody, zmniejszenie stężenia nadawy i stężenie soli w nadawie. Porównał zużycie energii dwóch układów CDI. Dodatkowo wykazał, że wydajność odsalania można określić przez przepustowość systemu (objętość/powierzchnia/czas) i zużycie energii (Wh/m^3).

ECDI2:

Porównał zużycie energii podczas pojemnościowej dejonizacji (CDI) w trybie stałego prądu i stałego napięcia. Zużycie energii porównał wg zaproponowanych kryteriów procesu odsalania. Stwierdził, że zużycie energii jest mniejsze przy uwzględnieniu odzysku energii podczas rozładowania.

ECDI3:

Stwierdził, że zatrzymanie przepływu podczas procesu pojemnościowej dejonizacji z membranami jonowymiennymi MCDI zmniejsza zużycie energii procesu odsalania. Zaproponował sposób modyfikacji MCDI, w wyniku której możliwa będzie praca przy bardzo dużym uzysku wody (93,5%) i zużyciu energii mniejszym niż w RO. Wykazał, że MCDI umożliwia duże zmniejszenie stężenia soli oraz odzysk wody.

Wyniki badań mechanizmu elektrosorpcji w procesie pojemnościowej dejonizacji opublikował w serii trzech artykułów.

ZCDI1:

Otrzymano materiały węglowe z różną zawartością heteroatomów. Materiały te wykorzystano w procesie pojemnościowej dejonizacji i stwierdzono wpływ obecności heteroatomów na elektrosorpcję jonów.

ZCDI2:

Zaobserwował zwiększenie elektrosorpcji jonów dzięki chemicznemu ładunkowi powierzchniowemu. Stwierdził, że amfoteryczny model Donnana poprawnie opisuje usuwanie jonów metodą CDI.

ZCDI3:

Wykazał, że w trakcie długotrwałej eksploatacji układu MCDI wielkość i kierunek zmian pH ulegają zmianie. Stwierdził, że podczas desorpcji zaobserwowano spadek pH w roztworze zawierającym tylko NaCl, natomiast podczas desorpcji z wodą zawierającą węglany zaobserwowano wzrost pH podczas desorpcji. Porównał wyniki eksperymentalne z teorią i stwierdził, że procesy nieredoksowe są główną przyczyną zmian pH. Stwierdził, że podczas odsalania wody zawierającej węglany adsorpcja i desorpcja jonów HCO_3^- i CO_3^{2-} wpływa na zmiany pH.

Uwagi recenzenta

Autoreferat stanowi istotną część dokumentacji do wniosku o wszczęcie przewodu habilitacyjnego.

Stwierdzam, że autoreferat nie został przygotowany z należytą starannością; znajduję w nim zarówno uchybienia formalne jak i bardzo dużą liczbę błędów językowych oraz nomenklaturowych. Opisując wyniki badań Habilitant posługuje się określeniami/zwrotami, które są dalekie od precyzyjnego języka naukowego, a także czasem formułuje zbyt daleko idące wnioski. Wybrane przykłady podaję poniżej:

Str. 3

3 Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych październik 2022 – obecnie kierownik projektu Polskie Powroty, Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, Polska – to nie jest miejsce zatrudnienia

Str. 5

W "Wykazie powiązanych tematycznie artykułów naukowych..." w poz. 14 widnieje publikacja: Porada S., Schipper F., Aslan M., Antonietti M., Presser V., Fellinger T. P., (2015): Capacitive Deionization with Novel Biomass-based Microporous Salt Templated Carbons, Perspectives and Limitations of Heteroatom Carbons. ChemSusChem, 8, 1867–1874

Kandydat nie ma w swym dorobku takiej publikacji. Chodzi zapewne o publikację: Porada S., Schipper F., Aslan M., Antonietti M., Presser V., Fellinger T. P., (2015): Capacitive Deionization using Biomass-based Microporous Salt-Templated Heteroatom-Doped Carbons. ChemSusChem, 8, 1867–1874

Str. 6

„Skupiłem się na zagadnieniach związanych ze zrozumieniem zjawisk transportu jonów, opracowaniu nowych materiałów elektrodowych i membranowych oraz ich zastosowania w procesach selektywnej separacji, a także optymalizacji tych procesów pod kątem zużycia energii i produktywności.” – co to jest „produktywność”?

Str. 7

„Proces odsalania jest często postrzegany jako sposób uzyskania wody pitnej poprzez całkowite usunięcie jonów, głównie sodu i chloru, które są głównymi składnikami naturalnych wód.” – Dwie uwagi:

1. W procesach odsalania nie dokonuje się całkowitego usunięcia jonów
2. „głównie sodu i chloru” – nieprawda; w wodach mało zasolonych głównymi jonami są: siarczan, wodorowęglan oraz jony wapnia i magnezu.

„...odzyskiwanie litu z wody morskiej lub roztworów solankowych” – Co to są roztwory solankowe?

„Po osiągnięciu określonej pojemności adsorpcyjnej elektrody są rozładowywane, co generuje skoncentrowany strumień (etap desorpcji) jonów.” – Chodziło zapewne o wyczerpanie pojemności adsorpcyjnej.

„CDI jest stosowane do odsalania strumieni wodnych zawierających małe stężenia soli.” – Niepoprawne sformułowanie.

Str. 8

„Warto zauważyć, że selektywność procesu CDI nie zależy wyłącznie od właściwości elektrod, ale również od charakterystyki jonów podlegających usunięciu oraz parametrów pracy systemu, takich jak tryb ładowania/rozładowania, przepływ, wielkość różnicy potencjałów czy gęstość prądu.” – Co to jest „przepływ”?

„Takie rozmieszczenie membran tworzy dwie oddzielne komory, tj. rozcieńczoną i skoncentrowaną, przez które przepływa elektrolit.” – Chodzi nie o dwie komory ale o dwa rodzaje komór, które w elektrodializie nazywane są komorami diluatu i koncentratu. Ponadto nie przepływa przez nie „elektrolit” lecz roztwór elektrolitu.

Str. 10

„Membrany jonowymiennie są kluczowymi elementami takich technologii, jak elektrodializa (ED) i membranowa pojemnościowa dejonizacja (MCDI), które efektywnie oddzielają jony naładowane dodatnio (kationy) i ujemnie (aniony) z roztworów soli.” – Miało być zapewne efektywnie a nie „efektywnie”.

Str. 11

„Transport wody odbywa się z przedziału o małej zawartości soli do strumienia skoncentrowanego, co powoduje zmniejszenie wydajności procesu ED.” – Co to jest „przedział o małej zawartości soli”? Czy chodzi o komorę diluatu?

Co to jest „strumień skoncentrowany”? W nomenklaturze membranowej strumień to objętość, masa lub liczność materii, która przeniknęła przez jednostkową powierzchnię membrany w jednostce czasu.

Str. 12

„Stwierdziłem, że zastosowanie membran jonowymiennych z siatkę polimerową zwiększa efektywność otrzymywanego strumienia odsolonego.”- Sformułowanie „zwiększa efektywność otrzymywanego strumienia odsolonego” jest niezrozumiałe; ponadto kwestia strumienia jw.

Str. 13

„...podczas gdy w membranach heterogenicznych cząsteczki zawierające naładowane grupy chemiczne są rozproszone w spoiwie polimerowych.” – Chodzi o cząstki a nie cząsteczki.

„Główną wadą membran heterogenicznych jest to, że miejsca wymiany jonowej nie są rozmieszczone równomiernie, co przy tej samej grubości membrany powoduje znacznie większy opór elektryczny niż w membranach homogenicznych.” – Czy to jest faktyczny powód?

Str. 17

„Część eksperymentalna dotyczyła pomiarów transportu jonów w układzie ED, działającym w trybie wsadowym, składającym się z: 1) licznych przedziałów i membran, które są naprzemiennie aniono- i kationoselektywne; 2) dwóch zbiorników, w którym znajdują się roztwór odsalany i roztwór skoncentrowany.” – Niepoprawne sformułowania, przedziały, roztwór skoncentrowany.

Str. 20

Rysunek 5 (A) - inne terminy w opisie niż na rys.

„Celem pracy IEM3 były badania nad redukcją transportu wody w procesie ED poprzez wprowadzenie polimerowej siatki do membrany jonowymiennej...” Słowo „redukcja” powinno być używane jedynie w odniesieniu do zjawisk redox; tu chodzi o zmniejszenie.

„Na Rysunek 5C” – Brak odmiany rzeczownika (wielokrotnie).

Publikacja IEM3 jest, wg mnie, pracą kontrowersyjną. „Wprowadzenie polimerowej siatki do membrany jonowymiennej” nie jest oryginalnym rozwiązaniem: zasadniczo wszystkie membrany homogeniczne mają wzmacniającą siatkę polimerową. W publikacji tej przy opisie komercyjnych membran Neosepta AMX/CMX w przypadku większości ich parametrów podano „Not known” chociaż są one powszechnie znane lub łatwe do ustalenia (niektóre z nich podano w Autoreferacie na str. 15-16). Wartość elektroosmotycznego transportu wody jest niedoszacowana a małe zużycie energii uzyskano przy nieracjonalnie małej gęstości prądu.

„...przedstawiono skaningową mikroskopię elektronową membrany anionowej...” – Chodzi o obraz uzyskany tą metodą.

„Wynikiem tej pracy było zwiększenie produkcji roztworu rozcieńczonego...” – Błędna nomenklatura.

Str. 21

Rysunek 6 (A) – Autor używa różnych terminów: gęstość prądowa – gęstość prądu. Co to jest wydajność energetyczna? Co to jest wydajność roztworu rozcieńczonego (%)?

Str. 22

„CDI jest stosowane do odsalania strumieni wodnych zawierających niskie stężenia soli, co czyni go odpowiednim do

oczyszczania ścieków domowych i przemysłowych.” – Dyskusyjne.

„...umożliwiające zróżnicowanie między jonami o podobnych wymiarach.”

Str. 23

„...obecne są jony o różnych rozmiarach...” - Czy „wymiały” i „rozmiary” to to samo?

Str. 24

CDI4:

„Zastosowałem elektrody redoks-aktywne w symetrycznym układzie CDI do badania selektywnej separacji jonów sodu w obecności jonów wapnia i magnezu.”

„Uzyskałem dużą selektywność: $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+} \approx 15$ oraz $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+} \approx 25$.” – jakie to ma znaczenie skoro „CDI jest stosowane do odsalania strumieni wodnych zawierających niskie stężenia soli” (Str. 22) a przecież w takich r-rach dominują Ca^{2+} i Mg^{2+} ?

Str. 25

„...czyli online – podłączona do strumienia wypływającego z układu CDI...” - nomenklatura

„Takie rozwiązanie umożliwiło pomiary stężenia jonów z częstotliwością od 2 do 4 s. W porównaniu z metodami opisanymi w poprzednich pracach, które wymagały ręcznego pobierania próbek ze strumienia wypływającego z układu CDI, częstotliwość pobierania próbek była dużo mniejsza.” – miało być, chyba, dużo większa?

„...tę samą wartościowość oraz bardzo podobny promień hydratacji (odpowiednio 3,31 i 3,58 Å)...” – Co to jest „promień hydratacji”?

Str. 28

Dynamiczna, cykliczna praca tego układu została opisana przy stężeniu soli odpowiadającym wodzie słonawej. – Co to znaczy? (jak to się ma do „roztworów solankowych” (str. 7).

Dodatkowo w pracy tej zaprezentowano eksperymentalne wyniki dotyczące odsalania z mieszaniny zawierającej jony sodu i potasu. – Co to jest „odsalanie z mieszaniny”?

Rys. 9, fragment podpisu ze str. 30

„gdzie czerwona linia przerywana oznacza poziom stężenia wody zasilającej (20 mM NaCl).” – jest to 1,1688 g/l. W „realnej” wodzie o takim zasoleniu prawie nie będzie NaCl.

„Kontynuacją pracy opisanej w CDI3 jest artykuł CDI4, gdzie badano zastosowanie elektrod z NiHCF w procesie selektywnego usuwania jonów jednowartościowych (jony sodu) w stosunku do jonów dwuwartościowych (wapń, magnez). Preferencyjne usuwanie sodu z mieszaniny sodu, wapnia i magnezu jest kluczowe dla utrzymania jakości wody irygacyjnej, gdyż wzrost stężenia sodu może wpłynąć negatywnie na właściwości gleby oraz wzrostu roślin.” – Czy można znaleźć wodę o badanym składzie ?

Str. 31, wyjaśnienia do rys. 10

„*Koncentracja jonów maleje podczas etapu interkalacji i zostaje przywrócona podczas etapu deinterkalacji, co

prowadzi do niezmienionego stężenia po jednym pełnym cyklu.

**Stężenie jonów maleje w każdym z etapów z powodu przełączania zbiornika wraz z polaryzacją elektrody.

Powoduje to ciągłe zmniejszanie się stężenia jonów.

***Wyniki z przedziału, gdzie jony interkalują elektrodę podczas ciągłego odsalania roztworu zawierającego 40 mM każdego z jonów sodu, wapnia i magnezu.

****Otrzymano średni współczynnik separacji wynoszący 20 ± 5 między jednowartościowymi jonami (sodu)

a dwuwartościowymi (wapnia i magnezu) jonami podczas ciągłego odsalania.”

Co to jest „koncentracja” a co „stężenie”; „przedział” (w podpisie jest też „komora”)

„40 mM każdego z jonów sodu, wapnia i magnezu” oznacza, że ich stężenie wynosi, odpowiednio (g/l): 0,92; 0,97; 1,60. Czy jest gdzieś taka woda?

Str. 32

„W związku z tym większa energia odwodnienia sprawia, że interkalacja jonu dwuwartościowego jest termodynamicznie niekorzystna w porównaniu z jonem jednowartościowym, obecnym w mieszaninie.”

Na str. 30 było „Preferencyjne usuwanie sodu z mieszaniny sodu, wapnia i magnezu”

Czy „mieszanka” i „mieszanina” to to samo? – (zresztą) obydwa terminy niepoprawne.

„Schemat układu przedstawiony w CDI3 i CDI4, został następnie rozszerzony i eksperymentalnie pokazano, że wybór elektrod selektywnych dla anionów, w połączeniu z membraną selektywną dla kationów, prowadzi do funkcjonalnego układu do odsalania (artykuł CDI5).” – błąd a poza tym co oznacza „funkcjonalnego”?

Str. 32/33

„Po chemicznej modyfikacji aktywowana elektroda węglowa wykazuje znaczne zmniejszenie całkowitej objętości porów i powierzchni właściwej według metody Brunauer-Emmett-Tellera (BET), jednak mimo to zachowuje doskonałą wydajność CDI.” – Jak rozumieć doskonałą wydajność?

Str. 33

„Wydajność energetyczna procesu pojemnościowej dejonizacji” – co to „wydajność energetyczna”?

Str. 34

„Przedstawiłem poprawne zużycie energii odsalania za pomocą MCDI i odwróconej osmozy.” „MCDI umożliwia wysoką redukcję stężenia soli z nadawy oraz odzysk wody.” – Niezrozumiałe sformułowania.

„Motywacją do tej pracy była obserwacja, że warunki pomiarów metryk procesu separacji nie są opisane w artykułach, a może to prowadzić do optymalnej wydajności przy minimalnym stopniu usunięcia soli z roztworu nadawy.” – Niezrozumiałe sformułowanie.

Str. 34/35

„Zaproponowany system metryk opiera się na energetycznym zużyciu objętościowym (Wh/m^3)” – chodzi zapewne o jednostkowe zużycie energii.

Str. 35, dalszy ciąg omawiania ECDI1

„...zaproponowano standardową separację soli, polegającą na usunięciu 5 mM z roztworu chlorku sodu o stężeniu 20 mM przy odzysku wody wynoszącym 50%.” – Czyli odsolenie z 1,1688 do 0,8766 g/L NaCl.

2 uwagi: 1. w typowej wodzie o takim zasoleniu głównym składnikiem nie jest NaCl

2. woda odsolona nie spełni wymogów wody pitnej co do zasolenia.

W ECDI3 inne kryteria niż w ECDI1

Str. 38

„Prawidłowe porównanie wydajności energetycznej różnych technologii odsalania, takich jak RO czy ED, nie jest łatwym zadaniem i ukazało się tylko kilka artykułów na ten temat.” – Autor porównuje jednak CDI oraz MCDI jedynie z RO. Uważam to za metodycznie niewłaściwe gdyż metody te powinny być porównywane właśnie z ED, a nie RO. W RO odsalanie odbywa się bowiem na innej zasadzie i inna jest jakość produktu (wody odsolonej).

„...wymaga przy użyciu CDI zużycia energii specyficznej...” - nomenklatura

Literatura

Kandydat nie zawsze stosuje oficjalne skróty tytułów czasopism, a ponadto zdarzają się dziwne błędy.

(2) Online, V. A.; Jeon, S.; Park, H.; Yeo, J.; Yang, S.; Cho, C. H.; Han, M. H.; Kim, D. K. Environmental Science Deionization Process Utilizing Fl Ow-Electrodes. 2013, 1471–1475. <https://doi.org/10.1039/c3ee24443a>.

Chodzi o artykuł:

Sung-il Jeon, ab Hong-ran Park,ab Jeong-gu Yeo,a SeungCheol Yang, a Churl Hee Cho,b Moon Hee Han* b and Dong Kook Kim* a, Desalination via a new membrane capacitive deionization process utilizing flow-electrodes, *Energy Environ. Sci.*, 2013, 6, 1471

Kolejny przykład:

(17) Elimelech, M.; Phillip, W. A. The Future of Seawater Desalination: Energy, Technology, and the Environment. *Science* (1979) 2011, 333 (6043), 712–717. <https://doi.org/10.1126/science.1200488>.

3. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy krajowej i międzynarodowej

Prace badawcze Kandydata powstawały w ścisłej międzynarodowej współpracy naukowej ze znanymi osobami pracującymi w renomowanych uczelniach i jednostkach badawczych. Zadania badawcze realizował, m.in., w ramach licznych projektów, w których pełnił funkcję zarówno kierownika, jak i wykonawcy. Podczas dotychczasowej pracy naukowej współpracował z sektorem gospodarczym, realizując zarówno projekty badawczo rozwojowe, jak i projekty wdrożeniowe. W wymienionych przez Kandydata przykładowych projektach współpraca obejmowała wsparcie finansowe, a uzyskane wyniki mają duży potencjał gospodarczy. Kandydat był też zatrudniony lub odbywał staże w zagranicznych jednostkach badawczych.

Kandydat ma duże doświadczenie dydaktyczne w zakresie opieki merytorycznej nad studentami realizującymi projekty magisterskie, prace doktorskie, międzynarodowe wymiany studenckie oraz staże. W ramach działań popularyzujących naukę koordynował program mający na celu promowanie zrównoważonej technologii odzysku azotu ze ścieków poprzez organizację wizyt nauczycieli w szkołach podstawowych i średnich. Projektował też zestawy doświadczalne oraz materiały edukacyjne dla nauczycieli, które wykorzystano podczas zajęć w szkołach.

Kandydat jest laureatem licznych prestiżowych nagród i wyróżnień.

4. Wniosek końcowy

Kandydat spełnia wymagania określone w Ustawie *Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce* (D. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.), gdyż:

- posiada stopień doktora,
- ma w dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria chemiczna,
- wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej w szczególności zagranicznej.

Podsumowując, uważam że dr inż. Sławomir Porada spełnia ustawowe wymagania, stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna.



Gliwice, 16.01.2025 r.