

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Justyny Dziadosz**  
**pt. „Otrzymywanie, stabilność, struktura i właściwości**  
**fizykochemiczne cieczy jonowych z wielościennymi nanorurkami**  
**węglowymi” wykonanej pod kierunkiem**  
**prof. dr hab. Marzeny Dzida**

Przedstawiona do recenzji praca prezentuje wyniki bardzo istotnych badań nad płynami złożonymi z cieczy jonowych i nanorurek węglowych (układy zwane nanofluidami). Z powodu licznych, potencjalnych zastosowań tych układów siłą rzeczy rodzi się konieczność podjęcia badań nad ich właściwościami, w szczególności nad stabilnością. Warto dodać, że badania tego typu układów trwają od ponad 20 lat i jak pokazuje Autorka rozprawy (rozdz. 1 podp. 1.1.) na rys.1 ich liczba rośnie. W podpunkcie 1.2. Doktorantka zatem pisze, cyt. *„Konieczne są wnikliwie prowadzone badania, które pozwolą na tworzenie stabilnych nanofluidów jonowych, a następnie na opis i analizę ich właściwości. Oprócz charakteru poszczególnych składników osobno trzeba również pochylić się nad oddziaływaniami jakie mogą pomiędzy nimi zachodzić po utworzeniu stabilnego układu.”* To bardzo ambitny cel, tym bardziej recenzent zadaje sobie pytanie, jak został on zrealizowany, o czym poniżej. Dalej pojawiają się kolejne cele pracy, cyt. *„Należy zastanowić się, jak budowa cieczy jonowych wpływa na ich właściwości fizykochemiczne, a w efekcie na właściwości dyspersji, których bazę będą stanowił. Dodatkowo, wrażliwym elementem jest wybranie odpowiednich nanostruktur węglowych.”* Autorka opisuje wielość tych struktur, więc tym bardziej rośnie zainteresowanie poszukiwaniem odpowiedzi na pytanie, dlaczego wybrane zostały nanorurki, a spośród ich mnogości (indeksy chiralności, tzw. aspect ratio, liczba ścian, defekty, grupy funkcyjne – wszystko to wpływa na dalsze własności nanorurek), dlaczego akurat te stosowane w pracy. Autorka pod koniec tego rozdziału uzasadnia swój wybór bardzo lakonicznie pisząc cyt. *„Czynniki, które należy wziąć pod uwagę przy wyborze odpowiednich składników do przygotowania nanofluidów jonowych, są różne dla cieczy jonowych i nanorurek węglowych. Pod kątem cieczy jonowych przede wszystkim istotne są ich lepkość, stabilność termiczna i przewodnictwo cieplne, natomiast dla nanorurek są to ich wymiary, a przede wszystkim*

*stosunek długości do średnicy oraz hybrydyzacja atomów węgla na powierzchni nanorurki.*” To wszystko, zatem brak jest konkretnego uzasadnienia powodów wyboru przedmiotu badań, zwłaszcza cieczy (uzasadnienie wyboru nanorurek jest podane poniżej i częściowo je akceptuję). Później Autorka to uzasadnia dla serii cieczy jonowych, jednak ciągle w sposób niewystarczający, nie wiemy dlaczego taka właśnie seria została wybrana (aplikacje?).

Na stronie 13 Doktorantka jasno stawia cel, cyt. „*Celem niniejszej pracy doktorskiej jest opis mechanizmu stabilizacji nanorurek węglowych w cieczach jonowych oraz opis mechanizmu przekazywania ciepła w nanofluidach jonowych z uwzględnieniem: budowy nanorurek węglowych i cieczy jonowych, oddziaływań nanorurek węglowych i cieczy jonowych, morfologii powierzchni nanorurek węglowych w nanofluidach jonowych a także wpływu temperatury na właściwości nanofluidów jonowych.*” Omawiane są metody realizacji tego celu, wśród których Autorka wymienia: m.in. „*optymalizację metody dyspersji*”, zastosowanie metod mikroskopowych (w tym mikroskopii transmisyjnej w warunkach kriogenicznych – o czym jeszcze poniżej). Podsumowaniem jest wniosek, że zastosowanie tych metod wraz z badaniami gęstości, lepkości, przewodnictwa termicznego, pojemności cieplnej pozwolą na cyt. „*kompleksowy opis właściwości oraz struktury nanofluidów jonowych*”, a także na przeprowadzenie rozważań na temat mających miejsce oddziaływań, mechanizmów stabilizacji, oraz mechanizmu przenoszenia ciepła i wpływu na ww. temperatury. Zatem rodzi się pytanie, czy Autorka cele owe zrealizowała, o czym poniżej.

W rozdziale 3 (str. 19) popełniony jest błąd merytoryczny, bowiem nie jest prawdą, że pierwsze nanorurki zsyntezowane zostały przez Iijimę. Wspomina o tym w swojej znakomitej książce Peter Harris (P.J.F. Harris, Carbon Nanotube Science, Cambridge University Press, 2009) i jest to jedna z prawdopodobnych przyczyn, przez które japoński badacz nie otrzymał Nagrody Nobla. Warto też było wspomnieć za pomocą jakiego programu wykonano rys. 5.

Na stronie 24 pada stwierdzenie o ograniczeniu metody DLS tylko do nanocząstek kulistych, co jest błędne. Istnieją już metody analizy obiektów niesferycznych (<https://www.malvernpanalytical.com/en/learn/knowledge-center/insights/non-spherical-dls-dynamic-light-scattering>). Str. 26 – Numeracja tabel zaczyna się od B1 (w tym momencie chodzi o Tabelę B31 ze strony 191). Nie rozumiem jaki jest sens tabelaryzowania odnośników literaturowych bez podawania wielkości zmierzonych gęstości? Na stronie 27 pada twierdzenie: cyt. pisownia oryginalna „*Wzrost gęstości nanofluidów jonowych jest*

*proporcjonalny domasy dodanych nanocząstek...*”, co biorąc pod uwagę definicję gęstości, jest sprawą oczywistą. Na stronie 29 nie ma wyjaśnienia symboli:  $\varphi$ , eta z indeksami dolnymi „L” i „IL” (nie ma ich też w wykazie skrótów). Patrząc na równania 1-3 warto zauważyć, że w zasadzie równania 1 i 2 są szczególnymi przypadkami równania 3 ( $A = 1$ ,  $C=0$ ,  $B = 1.1$  to mamy równanie 2,  $C=0$ ,  $B = 2.5$  i „eta IL” = „eta L” – równanie 1). Tablica B2 przytaczana na stronie 30 powinna być Tab. B32 (tak się nazywa). Na stronie 35 i 36 Autorka pisze o „czerni węglowej”. Chętnie poznam wyjaśnienie, czym jest ten materiał?

Strona 41 – Autorka bez wyjaśnienia pozostawia fakt różnic w zakresach temperatury wykonywanych pomiarów, brak też jest temperatury w jakiej badano cytotoxyczość. Na stronie 43 w niewystarczający sposób przedstawiono dane charakteryzujące nanorurki. Brakuje m.in. widm spektroskopii Ramana i XPS (oczywiście z analizą - nie ma ich w całej pracy), statystyki związanej z liczbą ścian itd. Na stronie 44 powtarza się informacja o sposobie przygotowania nanofluidów. W opisie metodyki rozdz. 10.4. rodzi się pytanie o temperaturę ciekłego azotu (Autorka podaje 95.15 K)?

Rysunki mające na celu pokazanie różnic w stabilności badanych układów (9 - 17) powinny zostać umieszczone w orientacji poziomej, sposób prezentacji uniemożliwia dostrzeżenie subtelnych różnic. W tym miejscu rodzi się pytanie: w jaki sposób zapewniono szczelność układów? Na wielu zdjęciach (rys. 19 i 20) krio-TEM brakuje skali (podobnie jak na rys. 21). Krytycznie odnoszę się do analiz tych zdjęć, przecież wiadomo, że zjawisko adsorpcji zależy od temperatury. W związku z tym analiza grubości warstwy zaadsorbowanej (wymrożonej) i wiązanie jej z grubością warstwy badanej w temperaturze pokojowej jest bardzo spekulatywna, zwłaszcza biorąc pod uwagę szybkość procesów adsorpcji w porównaniu z czasem wymrażania próbki. Dodatkowo, adsorpcja fizyczna z roztworów jest zazwyczaj monowarstwowa, co stoi w sprzeczności z uzyskanymi grubościami warstw. Myślę, że w tym miejscu (jak i w wielu innych) brakuje wyników uzyskanych metodą dynamiki molekularnej.

Na stronie 62 pada stwierdzenie, że pomiary lepkości wykonano w zakresie 298.15 K – 338.15 K, choć w Tabeli 4 znajdujemy też wielkości dla innych temperatur. Na stronie 64 równanie 12 to równanie Arrheniusa – De Guzmána. Oczywiście można je stosować do opisu temperaturowych zależności lepkości, jednak rodzi się pytanie, dlaczego akurat to równanie zostało wybrane i czy ma ono aplikację do badanych układów? W literaturze od lat 20-tych

ubiegłego wieku trwa dyskusja na ten temat (z pokaźną literaturą przedmiotu), dlatego chętnie zobaczę wielkości współczynników dopasowania równania 12 do danych. Zwłaszcza, że dla samych czystych cieczy jonowych istnieją inne równania opisujące lepkość – wszystko zależy od tego, czy ciecz jonowa jest tzw. cieczą typu *fragile*, czy *strong* (doi:10.1016/j.fluid.2011.08.016). W pracy na rys. 26 zamieszczono dane i linie wynikające z fitu, jednak parametrów brak. Tutaj rodzi się pytanie o widoczne odchylenia dopasowania dla wielu układów w obszarze niższej temperatury (bo tam właśnie zwykle pojawiają się odchylenia doi:10.1016/j.fluid.2011.08.016). Co dziwi, Doktorantka nie wykorzystwała uzyskanych wielkości energii aktywacji w dyskusji nad wynikami temperaturowej zależności lepkości. To wzbudza zdziwienie, bowiem wielkości barier energetycznych transportu w różnych cieczach są powszechnie znane. To mogło pozwolić na bardziej dogłębną dyskusję uzyskanych wyników, o czym jeszcze poniżej. Na tej samej stronie odniesienie do Tabeli A9 znowu jest błędne, chodzi o Tab. A 14 na stronie 135. Podobnie na stronie 65, gdzie Autorka powołuje się na Tablice A10 – A18. Przy okazji zwracam uwagę na bałagan w spisie Tablic, widnieje w nim notka, że Tablica A10 jest na stronie 136, a w rzeczywistości na tej stronie jest Tablica A15. Podobnie na stronie 76 Autorka odwołuje się do Tablicy A19 i A20 i znowu odwołania te są błędne. Od tego momentu nie będę już wspominał o złych numerach tablic, pojawiają się one jeszcze wiele razy.

W tym miejscu mała dygresja. W ponad 30-letniej karierze oceniałem już setki różnego rodzaju prac, od licencjatów do autoreferatów i wniosków o tytuły profesorskie. Jak dotąd nie spotkałem jeszcze finalnej wersji jakiegokolwiek pracy z tak rażącą ilością błędów. Powoduje to, że proces czytania rozprawy w tej formie jest udręką. Mało tego, rodzi się podejrzenie, że Doktorantka z jakiegoś powodu strasznie się spieszyła. A skoro tak wielka niestaranność towarzyszyła Autorce podczas pisania, to uzasadnionym jest postawienie pytania, czy miała ona również miejsce podczas wykonywania badań?

Od strony 81 Autorka przeprowadza dyskusję uzyskanych wyników. Warto zatem ocenić, czy zrealizowane zostały w niej postawione na początku cele. Na stronie 81 w początkowej części rozdziału 12.1 pada stwierdzenie, w którym należy jeszcze dodać, że poza wymienionymi własnościami jonów, dużą rolę w wielkościach parametrów fizykochemicznych materii ma temperatura, co zresztą Autorka badała w pracy i co jest oczywiste. Wynika to z faktu, że na stany skupienia materii oraz na przechodzenie ich względem siebie patrzeć należy,

jako na balans między energią potencjalną i kinetyczną. W akapicie 2 na stronie 81 brakuje prostego rysunku z wynikami obliczeń pokazujących różnice wspomniane przez Autorkę, cyt: „*Aniony te różnią się między sobą kształtem i wielkością, rozłożeniem ładunku oraz zdolnością do tworzenia wiązań wodorowych.*” Co do ostatniej wspomnianej cechy interesuje mnie jak Doktorantka ją definiuje? Czy jest to cecha mierzalna ilościowo (a jeśli tak, jak została wyznaczona?), czy zależy od oddziaływującej pary? Ta sama uwaga dotyczy akapitu 3 i przeprowadzonej w nim dyskusji. W tym miejscu pracy aż prosi się o wykres pokazujący wspomnianą korelację. Podobna uwaga dotyczy akapitów 4 i 5. Chciałbym zobaczyć wykresy pokazujące wspomniane korelacje. I nie chodzi o rysunek 40 będący zestawieniem przebiegów badanych wielkości, tylko o rysunki dowodzące istnienia wspomnianych korelacji wraz z opisującymi je współczynnikami dopasowania. Analogiczna uwaga dotyczy postulowanych prawidłowości opisanych na stronie 83.

Interesujące będzie rozwinięcie dyskusji nad zależnością gęstości i lepkości od kształtu i budowy cieczy jonowych, jaką Autorka prowadzi na stronie 84 od zdania cyt. „*Gęstość cieczy jonowych...*”. Interesuje mnie ponadto, dlaczego wzrost tylko oddziaływań van der Waalsa ma zwiększać lepkość cieczy jonowej? A co z innymi oddziaływaniami? Jak w przypadku cieczy jonowych definiuje się lepkość? Czy ma tutaj zastosowania klasyczna definicja (<https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.3c00339>)?

Podobnie trudno uznać za wystarczającą dyskusję nad gęstościami nanofluidów jonowych dla różnych nanorurek, którą Autorka sprowadzała tylko do średnic i długości. A przecież to nie wszystko, jeśli spojrzeć na (jak sama wcześniej wspomina Autorka) gęstość jako stosunek masy do objętości. Wystarczy że mamy do czynienia z dwoma nanorurkami o identycznej długości i szerokości, z których jedna jest -jedno-, a druga -wielościenna. Ewidentnie w drugim przypadku uzyskamy większą masę w niemalże tej samej objętości, co za tym idzie większą gęstość... W tym miejscu (jak i w całej rozprawie) warto było podeprzeć się dodatkowymi analizami (np. badaniami dyfrakcyjnymi) umożliwiającymi wgląd w strukturę wiązań wodorowych w układzie, jak i uzyskanie dodatkowych wielkości charakteryzujących badane układy (np. RDF). Na stronie 88 rozpoczyna się dyskusja wyników lepkości nanofluidów. Czytamy w niej (str. 89), że cyt. „*Oddziaływania pomiędzy MWCNTs i cieczą jonową słabną w wyższej temperaturze...* „ – chętnie poznam wyjaśnienie co Doktorantka miała na myśli. Po raz kolejny Autorka, cytując doniesienia literaturowe postrzega nanorurkę

węglową, jako obiekt którego cechami charakterystycznymi są długość i średnica. Chciałbym też poznać dowody eksperymentalne tezy, że badane nanorurki mają cyt. „*niskie uporządkowanie przestrzenne w nanofluidach jonowych*” (str. 89). Co jest dla Autorki miarą niskiego, średniego, czy wysokiego uporządkowania? Jakich kryteriów ilościowych użyła?

Podobne uwagi dotyczą dyskusji nad przewodzeniem ciepła przez nanofluidy jonowe. Dyskusja ta jest bardzo spekulatywna, nie pada w niej jednoznaczne wyjaśnienie mechanizmu przenoszenia ciepła i różnic w nim dla -jedno i -wielościennych nanorurek węglowych. Autorka powinna w sposób jednoznaczny wyjaśnić, co decyduje o podniesieniu przewodnictwa i dlaczego rurki jednościenne i długie wielościenne je zwiększają.

Również dyskusja nad wynikami pomiarów izobarycznej pojemności cieplnej nie jest w pełni satysfakcjonująca. Ogólnie, w wielu miejscach rozprawy Autorka bardziej skupia się nad porównywaniem prezentowanych wyników z wynikami z literatury, nie próbując skupiać się na mechanizmach badanych zjawisk. Tym sposobem przeważające części dyskusji stają się omówieniem obserwacji, a nie dążeniem do poznania zjawisk i ich mechanizmów. Autorka jakby nie dostrzegająca, że bada ciągle te same układy i praca powinna stanowić całość. Przykładowo właśnie w tym rozdziale (gdzie jest *nota bene* błąd w tytule) 12.2.4. wspomina o mechanizmie postulującym wzrost pojemności cieplnej poprzez zjawisko adsorpcji. Wcześniej w rozdziale 11.3. pokazuje (jak pisałem, w mojej ocenie dyskusyjne) wyniki obliczeń grubości zaadsorbowanej warstwy. Autorka jednak nie widzi konieczności dodania wyjaśnienia dlaczego w takim razie nie obserwuje zmian w pojemności cieplnej po dodaniu nanorurek? W mojej ocenie przyczyna tego jest dość oczywista i może potwierdzać krytykę wykonanej w pracy analizy badań wyników krio-SEM (choć nie samych wyników rzecz jasna).

Na stronie 102 pada stwierdzenie o cyt. „*różnicach w lekkości cieczy bazowych*”, które wymaga wyjaśnienia. Ponownie łączenie stabilności nanofluidów, jak i ich przewodnictwa termicznego, z obecnością „*rozbudowanej sieci połączeń*” wymaga dowodów gdyż jest wysoce spekulatywne. Jaki mechanizm (patrz pod kątem wspomnianych w celach pracy oddziaływań jakie mogą zachodzić) rządzi budowaniem owej sieci? Czy takie samo zjawisko wystąpi, jeśli w roztworze obecny będzie, zamiast cieczy jonowej, inny rozpuszczalnik organiczny?

Pierwsze zdanie rozdziału 12.5. jest dość oczywiste, dotyczy znacznej liczby układów chemicznych. Podobnie jest ze zdaniem drugim. Brakuje podania przykładów potencjalnych

zastosowań, dla których cytotoksyczność wymaga zbadania. W rozdziale tym brakuje, choć krótkiego zarysu aktualnego stanu badań nad toksycznością nanomateriałów węglowych i podkreślenia faktu występowania w literaturze często sprzecznych doniesień na ten temat. Sam rozdział za to kończy się opisem obserwacji bez podania ewentualnych przyczyn istnienia takiego, a nie innego stanu rzeczy. Podczas omawiania zastosowania nanofluidów jako nośników ciepła (str. 106) Autorka wspomina o niskiej prężności par jako czynnika pozytywnym w przypadku wystąpienia „niewielkich nieszczelności układu”. Rodzi się pytanie, a co z absorpcją wilgoci? Podczas porównania właściwości nanofluidów (chodzi o rys. 48, a nie błędnie cytowany w pracy rys. 45) z mediami komercyjnymi rodzi się pytanie o sporządzenie, choć szacunkowego rachunku kosztów.

Praca zakończona jest podsumowaniem (str. 108). I znowu jest ono w zdecydowanej większości zebraniem obserwacji, miast podaniem konkretnych wniosków, jakimi powinny być nowe mechanizmy tłumaczące zawarte w pracy wyniki.

Odnosnie wyników rodzi się też kolejne pytanie o wkład badań eksperymentalnych Doktorantki w rozprawę. Z pracy dowiadujemy się, że nanorurki zostały pozyskane z zewnątrz. Doktorantka przygotowała nanofluidy, badała ich stabilność (zgodnie z oświadczeniem częściowo badania prowadził też mgr Łukasz Scheller). Mikrografie optyczne zostały wykonane przez dr inż. Bertranda Jóźwiaka z PŚ. Zdjęcia Krio-TEM wykonała dr Heather Greer z Cambridge (zgodnie z oświadczeniem). Lepkość i przewodnictwo cieplne mierzyła Doktorantka (zgodnie z oświadczeniem, częściowo pomiarów dokonał mgr Łukasz Scheller). Pomiarы izobarycznej pojemności cieplnej zostały wykonane przez mgr. Krzysztofa Cwynara z UŚ, a cytotoksyczności przez zespół z UŚ w Katowicach. Oświadczenie Doktorantki wszystko precyzuje: dokonała ona przygotowania nanofluidów na bazie 2 cieczy jonowych (te ciecze badane były z rurkami in house) oraz jednej cieczy z rurkami Nanocyl, pomiarów przewodnictwa cieplnego części układów, gęstości, obserwacji i dokumentacji. Zatem reasumując, udział Doktorantki w prezentowanych w rozprawie wynikach jest na mniej niż średnim poziomie.

## UWAGI STYLISTYCZNE I BŁĘDY

Str. 10 – brak zamknięcia nawiasu w zdaniu „Do otrzymania...”, brak przecinka w zdaniu przed Tablicą 1.

Tablica 1 – Formatowanie wzbudza wątpliwości („imidek”, a nie „imide k”).

Str. 12 – podwójny przecinek i spacja po „16h”. Niepotrzebne wyjaśnianie skrótów, które zostało już zamieszczone w pracy na str. 3 i dalszych), brak przecinka w ostatnim zdaniu. Podobnie na stronie 15 – ostatnie zdanie.

Str. 13 – rysunek 2. W podpisie jest symbol „k” co nie zgadza się z wielkością przedstawioną na osi y.

Str. 14 – zdanie ” Ciecze jonowe definiowane są jako związki składające się wyłącznie z anionów i kationów oraz ciekłe w temperaturze poniżej 373,15 K lub nawet temperaturze pokojowej” jest stylistycznie wadliwe.

Str. 16 - zdania ” Ciecze jonowe uznawane są rozpuszczalniki polarne ze względu na ich budowę jonową”, „Wśród nich dominujące są oddziaływania kulombowskie, nawet do 70% całkowitej energii” są stylistycznie wadliwe.

Strona 17 - zdania lub fragmenty zdań ”oraz elektrolit superkondensatorach”, „ze względu na niską lepkość oraz niezwykle właściwości rozpuszczające szeroką gamę związków” są stylistycznie wadliwe.

Str 20 – zdanie „Wielościennie nanorurki węglowe mogą być wykorzystane w wielu obszarach przemysłu i nauki. Przede wszystkim w takich, które wymagają wysokiego przewodnictwa zarówno cieplnego jak i elektrycznego oraz zdolności adsorpcyjnych, takich jak: wysokowytrzymałe kompozyty, ogniwa paliwowe, czy oczyszczanie wód. Istotnym ograniczeniem stosowania MWCNTs jest ich koszt oraz odzyskiwanie materiału (Ibrahim, 2013) jest stylistycznie wadliwe. W ostatnim zdaniu brak przecinka, ponadto zdanie to (kontynuowane na stronie 21) jest wadliwe stylistycznie.

Str. 21 – przedostatnie zdanie - 2 razy brakuje „ą”, niepotrzebny przecinek po słowie „wysokie”.

Str. 22 – niepotrzebny prawy nawias lub brak lewego.



Str. 23 – podwójna kropka, niepotrzebne „i” po słowie „powoduje”, brak „ą” w słowie „rozpowszechniona”, zdanie „Metody takie...” jest wadliwe stylistycznie.

Str. 24 – zdanie „Dodatek...” jest wadliwe stylistycznie.

Str. 27 – „domasy”, „po wpływem”.

Str. 31 – większy wzrost, największy wzrost – narzucają myślenie o wzroście jako mierze wysokości ciała. Podobna uwaga dotyczy strony 32.

Str. 34 – „sływa” zamiast „wływa”. Zdanie „W DSC...” jest wadliwe stylistycznie

Str. 35 – „bark zmian”.

Str. 36 – podwójna kropka .

Str. 37 – zdanie „Podważają...” jest wadliwe stylistycznie.

Str. 38 – zdanie „Struktura...” jest wadliwe stylistycznie.

Str.39 – „cziecz”, „uzyskac” „jonwych” „przenoszących”, zdanie „Pod...” jest wadliwe stylistycznie.

Str. 40 – „termiczna”, zdanie „Przykładem...” jest wadliwe stylistycznie.

Strona 42 i inne – czasami „Tablica i jej numer jest pogrubione, czasem nie – vide str. 42 i 43. W Tablicy 2 niepotrzebny myślnik. Zdania „Najlepsza zgodność ...” i „Najgorszą zgodność...” są wadliwe stylistycznie.

Strona 43 – Zdanie „W niniejszej pracy...” jak wyżej.

Str. 46 – „badana” zamiast „badaną”.

Str. 47 – „da kalorymetru”.

Str. 48 – brak spacji między „procedurze” a „Program”. Podwójna kropka po „363,15 K”, brak zamknięcia nawiasu, „CO2”, „mgmL”.

Str. 49 – „ora”, w zdaniu „Pierwszy pomiar...” błędy symboli.

Str. 60 – inna czcionka na końcu pierwszego akapitu i pod wzorem 11, w Dodatku A Tablica A6 nie ma wspomnianych danych (chodzi o Tablicę A11).

Str.65 – podwójna kropka po ostatnim zdaniu.

Str. 84 – Zdanie „Autorzy uzyskali...” jest wadliwe stylistycznie, kończy się podwójną kropką, ostatnia linia - „izobaryczną” nie „izobaryczna”.

Str. 86 – „o nominalnych średnicy”, poza tym zdanie jest wadliwe stylistycznie, dwa zdania dalej błąd wydruku przy „(c)”.

Str.87 – dwie kropki po słowie „bazowej”.

Str. 88 – „natomiast przy dodatek”, „i tworzenia”.

Str. 90 – „w pływu”

Str. 91 – „najniższy wzrost”, brak spacji między „i” oraz „442%”, a także „44.” I „Nanofluidy”.

Str. 92 – dwukrotnie podwójna kropka, brak spacji między „do” i „1.0”.

Str.95 – błąd w tytule rozdziału, „nanofluid jonowych”, „wynikiem, wynikającym”.

Str. 98 – „ze” zamiast „że”, zdanie „Rozmiar nanorurek...” jest wadliwe stylistycznie.

Str. 102 – zdanie: „Mniejsza grubość... „ jest wadliwe stylistycznie podobnie jak zdanie: „Obecność...” i zdanie: „Wyższą stabilność...”.

Str. 103 – „przechowywanej”, „przechowywani”, „stabilnością termiczna”, „.I”. Zdanie „Wnioskować zatem można,” jest wadliwe stylistycznie.

Str. 106 – Zdanie „Biorąc pod uwagę...,” jest wadliwe stylistycznie. Błędnie zacytowany rysunek, nie 45 tylko 48. Brak „,” przed „Mimo...”. Zdanie „Wybrane nanofluidy...” jest wadliwe stylistycznie.

Str. 109 – wytłuszczone „N”.

Str. 110 – „występujetylko”, „nm(„, brak „,” przed „Na”.

## PODSUMOWANIE

Zgodnie z odpowiednim aktem prawnym cyt. „Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne” można stwierdzić, że o ile prezentacja wiedzy w dyscyplinie spełniona jest na poziomie wystarczającym, o tyle można mieć poważne zastrzeżenia co do reszty. Zwłaszcza wątpliwości wzbudza prezentacja oryginalnego rozwiązania. Przez to bowiem należy rozumieć nie tylko omówienie wyniku rozwiązania problemu, ale też przedstawienie metody jego znalezienia. Mało tego, dostarczenie czytelnikowi wiedzy pozwalającej w przyszłości na projektowanie nowych i stabilnych układów, czyli postawione jako cel pracy przez Autorkę, przedstawienie mechanizmów badanych zjawisk. To jednak w pracy zawarte jest jedynie w postaci szczątkowej i spekulatywnej. Biorąc jednak pod uwagę fakt, że uzyskane wyniki eksperymentalne są nowe i zostały dobrze opublikowane, można finalnie stwierdzić, że praca to jedynie wstęp do tego co mogłoby być w niej zawarte, gdyby napisana była z większą starannością i wnikliwością. Co za tym idzie stwierdzam, że Rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Dziadosz **spełnia w stopniu minimalnym (na granicy akceptowalności)** warunki określone w art. 187 ustawy z dnia 20.07.2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (t.j. Dz.U.z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.).



Toruń 12.12.2024.