

Prof. dr hab. Adam Patkowski
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
Wydział Fizyki
Zakład Biofizyki Molekularnej
Poznań
Tel: +48-61-8295262
E-mail: patkowsk@amu.edu.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej
“ Badanie dynamiki przejścia szklistego nanoukładów”
przedstawionej przez Panią mgr Katarzynę Chat

Rozprawa doktorska Pani mgr Katarzyny Chat składa się z: (i) pięciu publikacji wieloautorskich, w których można wyodrębnić samodzielny wkład autorki oraz (ii) dodatkowego wstępu, opisu badanych systemów i zastosowanych metod badawczych oraz rozszerzonej dyskusji wyników. Autorka zawarła w swojej pracy doktorskiej oświadczenia wszystkich współautorów, w których zdefiniowany został ich merytoryczny, indywidualny wkład. Określiła również swój merytoryczny, indywidualny wkład w każdą z publikacji w zakresie wykonanej pracy. Oświadczenia autorki są zgodne z oświadczeniami wszystkich pozostałych współautorów. Zatem wymogi formalne: (Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Art. 186 i 187, Dz. U. 2018 poz. 1668 oraz Załącznik do uchwały nr 92 Senatu Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach z dnia 23 marca 2021 r. w przedmiocie sposobu postępowania w sprawie nadania stopnia doktora, §5 pkt. 3 i 4) dotyczące formy rozprawy doktorskiej zostały spełnione.

Publikacje składające się na rozprawę doktorską Pani mgr Katarzyny Chat to:

A1. K. Chat, G. Szklarz, K. Adrjanowicz, Testing density scaling in nanopore-confinement for hydrogen-bonded liquid dipropylene glycol, *RSC Adv.*, 2019, 9 (36), s. 20954-20962.

A2. K. Chat, W. Tu, L. Laskowski, K. Adrjanowicz, Effect of Surface Modification on the Glass Transition Dynamics of Highly Polar Molecular Liquid S-Methoxy-PC Confined in Anodic Aluminum Oxide Nanopores, *J. Phys. Chem. C*, 2019, 123 (21), s. 13365–13376.

A3. K. Chat, W. Tu, A. Beena Unni, M. Geppert-Rybczyńska, K. Adrjanowicz, Study on the glass transition dynamics and crystallization kinetics of molecular liquid, dimethyl phthalate, confined in Anodized Aluminum Oxide (AAO) nanopores with Atomic Layer Deposition (ALD) coatings. *J. Mol. Liq.*, 2020, 311, 113296.

A4. K. Chat, K. Adrjanowicz, The Impact of the Molecular Weight on the Nonequilibrium Glass Transition Dynamics of Poly(Phenylmethyl Siloxane) in Cylindrical Nanopores, *J. Phys. Chem. C*, 2020,124 (40), s. 22321-22330.

A5. K. Chat, W. Tu, A. Beena Unni, K. Adrjanowicz, Influence of Tacticity on the Glass-Transition Dynamics of Poly(methyl methacrylate) (PMMA) under Elevated Pressure and Geometrical Nanoconfinement. *Macromolecules*, 2021, 54 (18), s. 8526–8537.

We wszystkich pięciu publikacjach mgr Chat jest pierwszym autorem. W pracach A1 – A4 Doktorantka jest jednym z dwóch a w pracy A5 - jedynym autorem korespondencyjnym. Dominujący wkład Doktorantki w tych artykułach może być wyodrębniony i polegał na: przeglądzie literaturowym (A1, A2, A3, A4, A5), przygotowaniu próbek (A3, A4), przeprowadzeniu badań dielektrycznych (A1, A2, A3, A4, A5), współdziale w pomiarach kalorymetrycznych oraz pomiarach kątów zwilżania (A2,), analizie i interpretacji wszystkich zgromadzonych danych (A1, A2, A3, A4, A5), przygotowaniu rysunków (A1, A2, A3, A4, A5), dyskusji wyników (A1, A2, A3, A4, A5) oraz przygotowaniu manuskryptu (A1, A2, A3, A4, A5).

Dodatkowo, Pani mgr Chat jest współautorką 9 artykułów naukowych, w wysokiej rangi czasopismach naukowych, które nie zostały włączone do Jej rozprawy doktorskiej.

Charakterystyczne cechy dynamiki molekuł cieczy przechłodzonych oraz przejścia ciecz-szkło nie zostały dotychczas wyjaśnione mimo intensywnych badań doświadczalnych i teoretycznych i nadal stanowią jedno z istotnych wyzwań fizyki. Dodatkowo, w związku z rozwojem nanotechnologii, pojawiają się nowe pytania odnośnie własności cieczy przechłodzonych i przejścia ciecz-szkło w nanoukładach, czyli w ograniczonej przestrzeni. Najprostszą metodą narzucenia ograniczeń przestrzennych substancji w nano-skali jest jej umieszczenie w matrycach z ograniczeniem w dwóch (proste kanaliki) lub w trzech wymiarach (nanopory). Ograniczenie w jednym wymiarze realizuje się w cienkich warstwach.

Przedstawiona praca doktorska dotyczy dynamiki molekularnych i polimerowych cieczy przechłodzonych i przejścia ciecz-szkło w układach o przestrzennym ograniczeniu w jednym i dwóch wymiarach. Badania te wpisują się w najbardziej aktualną tematykę badań układów amorficznych w nano-skali.

Celem tej rozprawy doktorskiej było porównanie dynamiki cieczy przechłodzonych w nano- i makro-skali w zależności od rozmiaru porów, chemicznej modyfikacji ich ścian, podatności tych cieczy na zmiany ciśnienia w skali makro, a także wpływu masy

cząsteczkowej polimeru na kinetykę osiągnięcia stanu równowagi w nanoporach oraz wpływu stereoregularności polimeru na własności cienkich warstw w funkcji ciśnienia, grubości warstwy i chemicznej modyfikacji podłoża. Cel rozprawy doktorskiej został szczegółowo omówiony w rozdziale 1-szym.

Zawartość tej pracy doktorskiej ściśle odpowiada tytułowi.

W rozdziale 2-gim Doktorantka ogólnie scharakteryzowała materiały amorficzne, sposoby ich otrzymywania oraz przejście ciec-z-szkło.

W rozdziale 3-cim omówiona została klasyfikacja rodzajów ograniczeń przestrzennych i wpływu tych ograniczeń na dynamikę umieszczonych w nich cieczy przechłodzonych, a także przejście ciec-z-szkło.

W rozdziale 4-tym przedstawiono charakterystykę badanych substancji, stosowanych matryc nanoporowatych i metody modyfikacji wewnętrznych powierzchni porów, a także cienkich warstw.

Do swoich badań Doktorantka wybrała trzy ciecze molekularne: glikol dipropylenowy (DPG), S(-)-4(metoksymetylo)-1,3-dioksolan-2-on (S-Metoksy-PC) i ftalany dimetylu oraz dwa polimery: fenylo-metylo-polisiloksan (PMPS) o masie cząsteczkowej 2,53 kg/mol oraz poli(metakrylan metylu) (PMMA): izotaktyczny o masie cząsteczkowej 11,7 kg/mol i syndiotaktyczny o masie cząsteczkowej 10,2 kg/mol.

Jako matryce nanoporowate zastosowano komercyjne matryce z anodowanego tlenku glinu (AAO) składające się z jednorodnych kanałów ustawionych równolegle do siebie i prostopadle do powierzchni matrycy. Średnica kanałów wynosiła od 10 do 200 nm, a porowatość matrycy – 6-40%. Powierzchnie kanałów nanoporowatych matryc (ścian porów) były modyfikowane metodą osadzania warstw atomowych (ALD) przy użyciu tlenku hafnu (HfO_2) i tlenku glinu (Al_2O_3) – grubość powłoki 5 nm. Powierzchnie porów o średnicach 18 i 100 nm modyfikowano przez silanizację.

Cienkie warstwy PMMA na podłożu krzemowym wykonano metodą powlekania obrotowego.

Główną metodą badawczą Doktorantki była szerokopasmowa spektroskopia dielektryczna (BDS) w warunkach ciśnienia atmosferycznego i pod podwyższonym ciśnieniem, która została szczegółowo opisana w rozdziale 5.1. Temperatury przejść ciec-z-szkło wyznaczano też przy pomocy różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC), opisanej w rozdziale 5.2, a wiązanie PMMA do podłoża krzemowego badano przy pomocy mikroskopu sił atomowych (AFM).

Wyniki własne Autorka omówiła w rozdziale 6-tym.

W 1-szej publikacji [A1] wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej Doktorantka przedstawiła wyniki badań stosowalności idei skalowania gęstościowego do opisu dynamiki cieczy przechłodzonej w makro- i nano-skali. Do badań wybrała glikol dipropylenowy (DPG) – ciecz tworzącą wiązania wodorowe, dla której, w skali makro, zależne od temperatury (T) i ciśnienia (p) czasy relaksacji strukturalnej nie podlegają skalowaniu gęstościowemu, podobnie jak dla innych cieczy tworzących wiązania wodorowe. Autorka pokazała, że dla próbki makroskopowej najlepszą superpozycję czasów relaksacji α wykreślonych w zależności od ρ^{γ}/T , dla szerokiego zakresu temperatury i ciśnienia, uzyskuje się dla $\gamma=1.9$. Następnie zbadała dynamikę DPG w nanoporowatych matrycach AAO o średnicy porów 18, 55 i 100 nm. Pokazała, że dla temperatur poniżej temperatury zeszklenia warstwy przyściankowej DPG dane dynamiczne, dla wszystkich rozmiarów porów, podlegają skalowaniu gęstościowemu dla $\gamma=1.9$.

Stwierdzono zatem bardzo interesujący fakt, że ciecz przechłodzona, której dynamika w skali makro nie podlega skalowaniu gęstościowemu (z powodu występowania w niej wiązań wodorowych), podlega temu skalowaniu (w ograniczonym zakresie temperatury) w nanoporach. Ciekawym było by zbadanie wpływu ograniczonej przestrzeni na liczbę i stabilność wiązań wodorowych.

W dalszej części pracy porównano dynamikę DPG z danymi literaturowymi dla polimeru PMPS w nanoporowatych matrycach AAO o zbliżonych średnicach 18 i 20 nm. Wskazano, że wpływ ograniczonej przestrzeni na dynamikę cieczy przechłodzonej i zmianę T_g powiązać można z wrażliwością tej dynamiki na ciśnienie w skali makro, wyrażoną przez dT_g/dp . Nie przeprowadzono jednak żadnej ilościowej analizy tej zależności.

Kolejnym problemem jaki podjęła Doktorantka w swojej pracy doktorskiej był wpływ modyfikacji wewnętrznych powierzchni porów na dynamikę i T_g prostych cieczy tworzących szkło umieszczonych w porowatych matrycach AAO – prace A2 i A3.

W pracy A2 badała dynamikę S-Metoksy-PC w nanoporowatych matrycach AAO o średnicy porów 10, i 100 nm. Powierzchnia wewnętrzna porów modyfikowana była przez jej pokrycie warstwami Al_2O_3 i HfO_2 (o grubości 5 nm) przy pomocy ALD oraz przez silanizację.

Modyfikację powierzchni porów przeprowadzono w celu zmiany ich charakteru na bardziej hydrofilowy (Al_2O_3) lub hydrofobowy (HfO_2 i silanizacja). Badania przy pomocy BDS i DSC wykazały, występowanie dwóch temperatur T_g odpowiadających warstwie przyściankowej i rdzeniowej cieczy. Dla S-Metoksy-PC w natywnych matrycach porowatych stwierdzono wzrost $T_{g-interface}$ dla warstwy przyściankowej i spadek T_{g-core} dla warstwy rdzeniowej ze

zmniejszaniem rozmiaru porów od 120 do 10 nm oraz poszerzenie rozkładu czasów relaksacji α (β_{KWW}) ze zmniejszaniem rozmiarów porów. Dynamika S-Metoksy-PC w porach pokrytych Al_2O_3 była zbliżona do obserwowanej w porach natywnych, natomiast w porach pokrytych HfO_2 była bardziej zbliżona do zachowania próbki makroskopowej. Różnice te przypisano różnej hydrofobowości (HfO_2) i hydrofilowości (Al_2O_3 , natywna) porów.

W silanizowanych matrycach porowatych dynamika S-Metoksy-PC zbliżona była do zachowania w porach natywnych.

W pracy A3 badano wpływ modyfikacji wewnętrznej powierzchni porów AAO (o średnicy 50 i 100 nm) przez napylenie (ALD) warstwy Al_2O_3 i HfO_2 na dynamikę ftalanu dimetylu. Obserwowano dwie temperatury T_g , odpowiednio dla warstwy przyściankowej i rdzeniowej. Dynamika ftalanu dimetylu oraz obie temperatury T_g były zbliżone do obserwowanych w matrycach natywnych. Choć powłoka Al_2O_3 nie powodowała istotnych zmian β_{KWW} w porównaniu do porów natywnych, to w przypadku powłoki HfO_2 obserwowano poszerzenie rozkładu czasów relaksacji α , czyli zmniejszenie β_{KWW} . Zatem dla dwóch badanych cieczy molekularnych stwierdzono, że zwiększenie hydrofobowości wewnętrznych ścian porów wpływa na relaksację strukturalną S-Metoksy-PC i na szerokość rozkładu czasów relaksacji dla obu cieczy.

Powtarzalne i fizycznie interpretowalne wyniki otrzymujemy jedynie dla próbek w równowadze termodynamicznej. Warunek ten ma szczególne znaczenie w badaniach cieczy przechłodzonych w ograniczonej przestrzeni, gdzie proces osiągnięcia stanu równowagi może być bardzo powolny. W kolejnym etapie swoich badań Doktorantka podjęła istotny problem analizy zjawisk nierównowagowych w dynamice cieczy przechłodzonych w przestrzeni ograniczonej w zależności od takich czynników jak masa cząsteczkowa polimeru i lepki przepływ w porach cylindrycznych. Wyniki tych badań zawarto w pracy A4. Zbadano kinetykę osiągnięcia stanu równowagi przez PMPS o masie cząsteczkowej 2,5 kg/mol w matrycach AAO o średnicy porów 20, 60, 100 i 200 nm i porównano z analogicznymi wynikami literaturowymi uzyskanymi dla PMPS o $M_w=27,8$ kg/mol. Proces osiągnięcia równowagi monitorowano mierząc położenie maksimum widma BDS. Czasy relaksacji α wykreślano w zależności od temperatury „zredukowanej”: $\Delta T = T_{g\text{-interface}} - T_{ANN}$, gdzie $T_{g\text{-interface}}$ jest temperaturą zeszklenia warstwy przyściankowej, a T_{ANN} – temperaturą, w której próbka ma osiągnąć równowagę (annealing temperature) i wyznaczano czas osiągnięcia równowagi - τ_{ANN} . Wykazano, że czas τ_{ANN} rośnie ze spadkiem średnicy porów i wzrostem ΔT .

Następnie postawiono pytanie czy τ_{ANN} zależy tylko od segmentalnej ruchliwości polimeru czy też (i jak) wiąże się z czasem przepływu przez nano-kapilarę - τ_{flow} . Aby to rozstrzygnąć porównano czasy τ_{ANN} i τ_{flow} dla różnych średnic porów. Dla PMPS(2,5 k) oba czasy różnią się tym bardziej im mniejsza średnica porów, w przeciwieństwie do PMPS(27,8 k) gdzie czasy te mają zbliżone wartości dla wszystkich rozmiarów porów. Pokazano też, że czas osiągnięcia równowagi rośnie ze wzrostem M_w oraz, że nawet po osiągnięciu równowagi szerokość rozkładu czasów relaksacji α jest większa niż w materiale litym.

Ostatnia część przedstawionej rozprawy doktorskiej (publikacja A5) poświęcona jest badaniom wpływu stereoregularności polimeru na jego dynamikę w stanie przechłodzonym w warunkach podwyższonego ciśnienia i w ograniczonej przestrzeni (w cienkich warstwach). W szczególności Doktorantka przeanalizowała rolę fluktuacji gęstości i oddziaływania z podłożem. Do swoich badań wybrała dwa stereoizomery PMMA: syndiotaktyczny (s-PMMA, $M_w=10,2$ kg/mol) i izotaktyczny (i-PMMA, $M_w=11,7$ kg/mol). Przeprowadzone badania wykazały, że w widmach BDS dla obu stereoizomerów występują dwa procesy: relaksacja segmentalna (α) i relaksacja drugorzędowa (β). Badania obu polimerów w skali makro wykazały, że ich taktyczność silnie wpływa na temperaturę przejścia szklistego T_g i ich wrażliwość na zmiany ciśnienia dT_g/dp , które odpowiednio wynoszą 320 K i 0,277 K/MPa dla i-PMMA oraz 391 K i 0,119 K/MPa dla s-PMMA. Następnie Doktorantka przeprowadziła badania osadzonych na krzemowym podłożu cienkich warstw polimerów (ograniczenie 1-wymiarowe) o grubości 25 i 45 nm dla i-PMMA oraz 27 i 49 nm dla s-PMMA. Dla i-PMMA stwierdzono przyspieszenie relaksacji α rosnące ze zmniejszaniem grubości warstwy, natomiast proces β pozostawał praktycznie niezmienny. Dla s-PMMA relaksacja α cienkiej warstwy była zbliżona do relaksacji próbki litej, natomiast czasy relaksacji β ulegały nieznacznemu skróceniu wraz ze zmniejszaniem grubości warstwy. Dodatkowo przeprowadzone badania przy pomocy AFM wykazały silniejsze nieodwracalne wiązanie do podłoża dla warstw s-PMMA. Różnice dynamiki stereoizomerów wiązano z ich wrażliwością na zmiany ciśnienia.

Krótkie podsumowanie wyników tej rozprawy doktorskiej przedstawiono na str. 207-212.

Moim zdaniem najważniejszymi osiągnięciami naukowymi tej pracy doktorskiej są:

1. Weryfikacja idei skalowania gęstościowego dla molekularnej cieczy przechłodzonej tworzącej wiązania wodorowe w warunkach makro i w ograniczonej przestrzeni.

2. Wykazanie wpływu modyfikacji wewnętrznej powierzchni porów na dynamikę cieczy przechłodzonej w ograniczonej przestrzeni.
3. Określenie zależności czasu osiągnięcia równowagi przez polimer w nanoporach od średnicy porów, masy cząsteczkowej polimeru i czasu lepkiego przepływu.
4. Zbadanie wpływu stereoregularności polimeru na relaksację strukturalną w fazie przechłodzonej (także pod wysokim ciśnieniem). Analiza zależności tej dynamiki od oddziaływań z podłożem i swobodnej powierzchni.
5. Jakościowe powiązanie wrażliwości materiału na zmiany ciśnienia z wielkością efektów obserwowanych w ograniczonej przestrzeni.

Te wszystkie nowe i bardzo interesujące wyniki zostały krytycznie przedyskutowane w ramach dostępnych modeli i porównane z literaturą. Otrzymane wyniki są bardzo ważne dla lepszego zrozumienia fizycznej natury procesów dynamicznych w cieczach przechłodzonych i przejścia ciecz-szkło w ograniczonej przestrzeni.

Czytanie publikacji i komentarza wchodzących w skład rozprawy doktorskiej utrudnia stosowanie pewnych nieoczywistych skrótów terminologicznych, które mogą być mylące dla osób bezpośrednio nie zaangażowanych w tego typu badania, takich jak:

- „dynamika przejścia szklistego”, co, jak się domyślam, oznaczać ma dynamikę molekuł cieczy przechłodzonej tworzącej szkło, a nie dynamikę przejścia, czy
- „objętość V”, która w istocie oznacza objętość właściwą i wyrażona jest w jednostkach cm^3/g , czyli $V=1/\rho$ (ρ -gęstość w g/cm^3).

Używanie tej terminologii powoduje występowanie niezrozumiałych, wymagających tłumaczenia stwierdzeń typu (str. 71) „Objętość materiału uwięzionego w matrycach nanoporowatych wzrasta wraz ze zmniejszeniem średnicy porów”, co należy tłumaczyć na bardziej zrozumiałe stwierdzenie: „Gęstość materiału uwięzionego w matrycach nanoporowatych maleje wraz ze zmniejszeniem średnicy porów”.

Wobec przedstawionej dużej ilości nowych danych odnośnie dynamiki i T_g cieczy przechłodzonych w matrycach nanoporowatych pewien niedosyt budzi fakt niepełnej prezentacji i analizy danych doświadczalnych. I tak, w publikacji A1 i następnych brakuje wykresu zależności zmiany T_g (ΔT_g) od odwrotności średnicy porów ($1/d$). Brakuje też ilościowego oszacowania zależności (ΔT_g) od parametrów termodynamicznych, średnicy porów i dT_g/dp , podobnej do zastosowanej np. w publikacji Phys. Rev. E, 67, 021501 (2003). Taka ilościowa analiza przeprowadzona dla szerszej grupy cieczy przechłodzonych w nanoporach pozwoliłaby na weryfikację stosowanych w w/w publikacji przybliżonych

wzorów oraz na lepsze zrozumienie mechanizmów fizycznych odnośnie wpływu ograniczonej przestrzeni na dynamikę cieczy przechłodzonej i zmianę T_g .

Brakuje też porównania wyników tej rozprawy uzyskanych przy pomocy BDS z wynikami analogicznych badań bardzo podobnych substancji w matrycach nanoporowatych przy pomocy zdepolaryzowanego dynamicznego rozpraszania światła, takimi jak zawarte np. w w/w publikacji.

Wstęp do tej pracy doktorskiej i załączone publikacje są bardzo dobrze napisane. Zawierają one wyczerpujący przegląd literatury w tej dziedzinie. Komentarz zawiera 111 stron, a jego Bibliografia zawiera 133 publikacje. Prezentacja wyników jest jasna. Wyniki własne Autorki są wyraźnie odseparowane od danych literaturowych i porównane z nimi, wszędzie gdzie to było możliwe.

W trakcie swoich studiów doktoranckich Pani mgr Chat stała się ekspertem w badaniach dynamiki cieczy tworzących szkło przy pomocy BDS, pod atmosferycznym i podwyższonym ciśnieniem, a także w ograniczonej przestrzeni. Komentarz zawiera szeroki opis metod eksperymentalnych i analizy danych BDS i potwierdza ogólną teoretyczną wiedzę Doktorantki w dziedzinie BDS. Jako Doktorantka, Pani mgr Katarzyna Chat okazała się być utalentowaną i ciężko pracującą osobą z wysokimi umiejętnościami w zakresie BDS i badań cieczy tworzących szkło, zdolną niezależnie rozwiązywać problemy naukowe. Wykazała się również wysoką umiejętnością pracy z innymi.

Wartość naukowa przedstawionej pracy doktorskiej jest bardzo wysoka. Autorka uzyskała bardzo interesujące, nowe i ważne wyniki dotyczące relaksacji wybranych cieczy przechłodzonych w ograniczonej geometrii przy pomocy BDS. Doprowadziły one do ważnych wniosków dotyczących wpływu rozmiaru ograniczeń i ich modyfikacji chemicznej, podatności cieczy na zmiany ciśnienia oraz masy cząsteczkowej i stereoregularności polimerów na relaksację dielektryczną w ograniczonej przestrzeni. Nie mam wątpliwości, że te nowe, bardzo interesujące wyniki otrzymane przez Doktorantkę istotnie poszerzają naszą wiedzę o dynamice cieczy przechłodzonych i przejściu ciec-z-szkło w ograniczonej przestrzeni.

Mimo bardzo starannej redakcji Doktorantka nie ustrzegła się kilku drobnych błędów, i tak:

- str. 52 linia 3-2 od dołu: w definicji zespolonej przenikalności dielektrycznej brakuje jednostki urojonej „i”,
- str. 58 – wydaje się, że Rys. 5.6 nie odpowiada opisowi w tekście,
- Rys. 6.17a, legenda w ramce: powinno być „ $\log \tau_{ANN}$ ” zamiast „ τ_{ANN} ”,

- str. 106: czy wzór 6.7 jest kompletny i co oznacza „o-t” w mianowniku ostatniego składnika mianownika?

Te drobne błędy w żadnym stopniu nie obniżają bardzo wysokiej wartości naukowej przedstawionej rozprawy doktorskiej.

Jestem w pełni przekonany, że praca doktorska “ Badanie dynamiki przejścia szklistego nanoukładów” przedstawionej przez Panią mgr Katarzynę Chat spełnia wszystkie formalne i naukowe wymagania (Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Art. 186 i 187, Dz. U. 2018 poz. 1668) i wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr Katarzyny Chat do publicznej obrony pracy doktorskiej.

Jednocześnie wnioskuję o wyróżnienie tej pracy doktorskiej.

Uzasadnienie

Praca doktorska Pani mgr Katarzyny Chat składa się z pięciu współautorskich prac opublikowanych w najwyższej rangi czasopismach naukowych z listy filadelfijskiej, które na liście MNiSW otrzymały odpowiednio 100 i 140 pkt. Pani Chat jest we wszystkich tych pracach pierwszą autorką i autorem korespondencyjnym. Świadczy to o jej dominującym wkładzie w powyższe prace. Dodatkowo jest współautorką 9 publikacji w najwyższej rangi czasopismach naukowych z listy filadelfijskiej, nie wchodzących w skład jej pracy doktorskiej. Świadczy to o jej bardzo wysokiej aktywności naukowej i bardzo wysokiej randze jej badań naukowych. Jestem głęboko przekonany, że jej praca doktorska zasługuje na wyróżnienie.



/Prof. dr hab. Adam Patkowski/

Poznań, dnia 8.08.2022 r.