

Kraków, 6 VI 2024 r.

**Recenzja rozprawy habilitacyjnej dr Marzeny Rams-Baron  
pt.: "Wpływ czynników molekularnych na obraz dynamiki molekularnej amorficznych farmaceutyków oraz układów o różnym stopniu złożoności strukturalnej badany metodą szerokopasmowej spektroskopii dielektrycznej" oraz ocena dorobku naukowego, organizacyjnego i dydaktycznego**

Pani dr Marzena Rams-Baron uzyskała dyplom magistra fizyki na kierunku fizyka medyczna Uniwersytetu Śląskiego w roku 2008. Ma za sobą studia podyplomowe na kierunku biologia molekularna na Wydziale Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego. W roku 2013 na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego ukończyła pracę doktorską w dyscyplinie fizyka pod kierunkiem pani profesor Alicji Ratusznej, którą obroniła z wyróżnieniem. W latach 2013-2022 była adiunktem na Wydziale Nauk Ścisłych i Technicznych UŚ, a obecnie jest profesorem uczelni.

Postępowanie o nadanie dr Marzenie Rams-Baron stopnia doktora habilitowanego jest prowadzone w oparciu o jednotematyczny cykl 13-tu publikacji naukowych H1 – H13, zgłoszony jako osiągnięcie naukowe pod tytułem "Wpływ czynników molekularnych na obraz dynamiki molekularnej amorficznych farmaceutyków oraz układów o różnym stopniu złożoności strukturalnej badany metodą szerokopasmowej spektroskopii dielektrycznej". Przedłożone dokumenty zawierają, zgodnie z przepisami, Wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego, Dyplom uzyskania przez Kandydatkę stopnia naukowego doktora, Autoreferat (również w wersji angielskiej), z potwierdzeniem wybranych osiągnięć naukowych, a także wydruki publikacji H1-H13 z oświadczeniami współautorów, Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny oraz informacje o osiągnięciach w dydaktyce, współpracy naukowej i popularyzacji nauki. Prace H1 – H13 zostały opublikowane w latach 2015 – 2022 w bardzo dobrych czasopismach (IF 2.435 – 13.91) takich jak Journal of Physical Chemistry Letters (2), Molecular Pharmaceuticals (2), Physical Review E (2), Physical Chemistry Chemical Physics, RSC Advances, European Journal of Pharmaceutical Sciences, Applied Physics Letters, Scientific reports, TrAC Trends in Analytical Chemistry oraz Journal of Chemical Physics. Publikacje są wieloautorskie z liczbą od 3 do 10 autorów. Lektura oświadczeń dr M. Rams-Baron oraz 28 współautorów nie pozostawiają wątpliwości co do decydującego wkładu Habilitantki w powstanie prac H1 – H13. Dr Rams-Baron jest autorem pierwszym i autorem do korespondencji we wszystkich publikacjach za wyjątkiem pracy H9, gdzie jest autorem drugim. We wszystkich pracach współautorem jest prof. dr hab. Marian Paluch.

**Ocena osiągnięcia naukowego**

Cykl prac H1-H13 przedstawia wyniki systematycznych badań nad charakterystyką relacji struktura molekularna - własności fizykochemiczne wybranych substancji, z których wiele ma zastosowanie lecznicze. Celem badań jest przede wszystkim zrozumienie efektu czynnika molekularnego na złożoność obrazu dynamiki molekularnej w układach ciekłych, przechodzących łatwo do stanu szklistego. Habilitantka skupiła uwagę na analizie wpływu: obecności tautomerów (prace H1-H5, H9), wiązań wodorowych (H1-H7, H9, H12, H13), tworzących się nanostruktur (H6-H8) oraz dużego rozmiaru molekuł (H10, H11) na własności dynamiczne próbek. Są to ciekawe i obiecujące badawczo aspekty zachowania cieczy przechłodzonych i systematyczne studia dr Rams-Baron są ważne zarówno ze względów poznawczych jak i aplikacyjnych. Habilitantka relacjonuje wyniki badań jakie prowadziła przede wszystkim metodą szerokopasmowej spektroskopii dielektrycznej (BDS), również w

warunkach podwyższonego ciśnienia, wykorzystując także techniki uzupełniające w postaci metod kalorymetrycznych, spektroskopii Ramana, rozpraszania promieni X, pomiarów reologicznych oraz przewodnictwa elektrycznego i obliczeń DFT. Analizowała ponadto procesy starzenia badanych materiałów, a także wpływ dodania do nich gliceryny lub polimeru na krystalizację. Część prac powstała w ramach realizacji grantów badawczych.

Badania wpływu tautomerizacji na obraz dynamiki molekularnej i stabilność amorficznych farmaceutyków rozpoczęto od badań dla trzech niesterydowych leków przeciwzapalnych, tj., *etorykoksylu (ETB)*, *rofekoksylu (ROF)* oraz *celekoksylu (CEL)*, dla których stwierdzono metodą DSC że tworzą sekwencję o coraz łatwiejszej rekrytalizacji. Równocześnie ich temperatury zeszklenia, wartości parametru  $\beta_{KWW}$  oraz kruchości okazały się niewiele różne, podobnie jak dynamika drugorzędowa obserwowana metodą BDS. Utrudnienia krystalizacji *ROF*, a przede wszystkim *ETB* zostały wytłumaczone w pracach H1, H2, H5 (H1 i H5 w Mol. Pharm. i H2 w Phys. Rev. E) obecnością tautomerów o różnych wartościach momentów dipolowych i ich oddziaływaniami oraz tworzącymi się agregatami z antyrównoległym ułożeniem dipoli, co utrudniało porządkowanie molekuł. Wnioski były poparte również wynikami pomiarów FTIR oraz obliczeniami DFT stwierdzającymi efekt tautomerii. Badając własności *ETB* dr Rams-Baron wykryła lek będący przedstawicielem grupy asocjujących farmaceutyków, dla którego stwierdziła relaksację supramolekularną o charakterze debajowskim. Co ciekawe zmianę stabilności leku będącego mieszaniną tautomerów przebadano po raz pierwszy w warunkach podwyższonego ciśnienia, doprowadzając już przy niewielkiej kompresji do pełnej krystalizacji ale do odmiennej fazy niż w warunkach normalnego ciśnienia. Przebadano też szczegóły kinetyki krystalizacji przy wzroście ciśnienia w warunkach izotermicznych oraz pokazano, że dodanie niewielkiej ilości polimeru *PVP* hamuje indukowane ciśnieniem uporządkowanie krystalizacyjne. W pracy H4 w European J. Pharm. Sci. przeprowadzono studia nad czasowymi zmianami populacji poszczególnych tautomerów dla leku zwanego *bikalutamidem (BIC)*, dla którego występuje tautomerizacja amidowo-imidowa. Analiza widm w podczerwieni pokazała większy udział tautomeru imidowego w szkle *BIC*.

Na uwagę zasługuje publikacja H3 w RSC Advances, gdzie porównano własności dynamiczne dwóch substancji hamujących powstawanie kwasu żołądkowego, których struktura molekularna różni się nieznacznie ale międzymolekularne oddziaływania są odrębne: *cymetyna (CIM)* należy do cieczy van der Waalsa, a *chlorowodorek cymetyny (CIM HCl)* reprezentuje ciecze jonowe. Substancje różnią się wielkością  $T_g$  (odpowiednio 309 K i 340 K), wartością  $\beta_{KWW}$  oraz parametrem kruchości (80 i 64), a także liczbą skorelowanych molekuł (okazała się mniejsza w cieczy jonowej). Przewodnictwo elektryczne w *CIM HCl* powodowało, że powyżej  $T_g$  dynamikę strukturalną obserwowano dopiero w reprezentacji modułu elektrycznego, a także z wykorzystaniem relaksacji mechanicznej. W pobliżu  $T_g$  stwierdzono różnicę pomiędzy skalą czasową dyfuzji jonowej  $\tau_\eta$  i dynamiki strukturalnej  $\tau_\sigma$ . Na wielkość tzw. rozprzeżenia może mieć wpływ zdolność do tautomerizacji. Równocześnie złożoność drugorzędowych procesów dynamicznych obu substancji w stanie szklistym była podobna (zaobserwowano procesy  $\beta$  i  $\gamma$ ). Zastosowanie kompresji pokazało, że efekt rozprzeżenia zostaje wzmocniony co uprawnia wnioskowanie, że mechanizmem przewodnictwa jonowego są szybkie przeskoki protonów. Stwierdzono podobną zależność temperatury zeszklenia od ciśnienia dla obu substancji i umiarkowaną wrażliwość dynamiki na zmiany kompresji.

Szczegółowe rozważania na temat roli tautomerii i wiązań wodorowych w stabilności molekularnej dziesięciu farmaceutyków przebadanych przez grupę Uniwersytetu Śląskiego są zebrane w doskonałej pracy H9, przedstawionej w kontekście obecnych trendów badawczych API (active pharmaceutical ingredients) w Trends in Analytical Chemistry z roku 2020.

Praca stanowi również doskonały przegląd literatury na temat badań farmaceutyków ze 175 referencjami, z których aż 53 to prace z wynikami fizyków z Uniwersytetu Śląskiego.

Problematyka wpływu obecności wiązań wodorowych i tworzących się nanostruktur na relacje struktura - dynamika w cieczach przechłodzonych jest tematem trzech kolejnych, bardzo ciekawych prac tj. H6 w Phys. Chem. Chem. Phys., H7 w Applied Physics Letters oraz H8 w Sci. rep. Obiektem badań były najpierw trzy substancje 2MD, 3MD oraz 5MD, gdzie do rdzenia 4-metylo 1,3 dioksalanu dołączone są odpowiednio alkilowe łańcuchy molekularne z liczbą od 2 do 5 węgli. Sekwencja wyjątkowo niskich temperatur zeszklenia, odpowiednio 122 K, 129 K i 138 K, pokazuje, że dłuższe łańcuchy to wzrost sterycznych utrudnień w ich dynamice. W badaniach dielektrycznych stwierdzono relaksację strukturalną oraz co zaskakujące wykryto niżej częstotliwościowy proces typu debajowskiego, który jest najbardziej wyraźny dla 2MD. Zastosowanie kompresji próbek przyniosło zanik tej relaksacji, co jest obserwacją nową. Badania pochodzenia wolnego procesu, prowadzone dodatkowo metodą spektroskopii Ramana i obliczeniami DFT, pokazały, że może on wynikać z obecności agregatów molekularnych, których wielkość i złożoność rośnie z liczbą węgli w łańcuchach alkilowych, gdy siła oddziaływań jest mniejsza. Jednak Habilitantka zaznacza, że rola wiązań wodorowych w procesie samoorganizacji przechłodzonych cieczy wymaga dalszych badań. W pracy H8 były one prowadzone dla trzech pochodnych fenotiazyny (PTZ) o różnych momentach dipolowych przy odpowiednio 4, 8 i 10 atomach węgla w łańcuchach alkilowych, ustawionych prostopadle do trójpłaszczyściowego rdzenia molekuł. W poszukiwaniu pewnych uniwersalności w zachowaniu dynamiki w funkcji organizacji strukturalnej molekuł podjęto badania rozpraszania promieni X dla małego wektora rozpraszania i wykryto dwa typy ułożenia molekuł PTZ-C<sub>n</sub>: jeden związany z tworzeniem równoległych układów dzięki oddziaływaniu elektronów  $\pi$  pomiędzy aromatycznymi pierścieniami (tak powstają klastry kilku molekuł PTZ-C<sub>4</sub>), a drugi polegający na porządkowaniu łańcuchów (dominuje dla PTZ-C<sub>10</sub>). W badaniach BDS, jedynie dla PTZ-C<sub>10</sub> zauważono wyraźny udział niskoczęstotliwościowego procesu typu debajowskiego w  $\epsilon''(f)$ , z czym korelował efekt spadku wartości parametru  $\beta_{KWW}$  wraz z wydłużaniem łańcucha. Otrzymane przez dr Rams-Baron wyniki są cenne dla zrozumienia jak dynamika odzwierciedla złożoność strukturalną badanego materiału. Dla substancji PTZ, odmiennie niż dla MD, temperatura zeszklenia jest większa niż 200 K i maleje z długością łańcucha. Wielkość energii aktywacji procesów drugorzędowych okazała się największa dla PTZ-C<sub>10</sub>. Celem pracy H7 było zrozumienie pochodzenia dominującego procesu relaksacyjnego typu debajowskiego poprzez analizę zmian odpowiedzi dielektrycznej w eksperymencie ciśnieniowym dla N-etylocetamidu (NEA), dla którego dr Rams-Baron przedstawiła szeroki kontekst wyników literaturowych dotyczących badań pod normalnym ciśnieniem. Ze względu na skłonność NEA do krystalizacji zmiany przenikalności elektrycznej podczas dekompresji były w sposób ciągły monitorowane ale nie zarejestrowano żadnych zmian kształtu ani amplitudy widma strat dielektrycznych. W związku z tym ważnym rezultatem, zaproponowano nowe wyjaśnienie procesu typu debajowskiego polarną naturą molekuł NEA a nie efektem wiązań wodorowych. Wykryto, że NEA jest kolejną przechłodzoną cieczą, która spełnia nową uniwersalną relację pomiędzy wartością inkrementu dielektrycznego w okolicy  $T_g$  a parametrem  $\beta_{KWW}$ , jaka została zaproponowana przez profesora Palucha i współpracowników w oparciu o wkład oddziaływań dipol-dipol do przyciągającej części potencjału międzymolekularnego.

W pracach H12 (w Phys. Rev. E) i H13 (w J. Chem. Phys.) zwraca uwagę połączenie problematyki wiązań wodorowych i oddziaływań, które zapewniają częściowe uporządkowanie dalekozasięgowe, jakie charakteryzuje fazy ciekłokrystaliczne. Co ciekawe w badanym antygrzybiczym itrakonazolu (ITZ) uporządkowanie ciekłokrystaliczne nie jest uwarunkowane długością, gietkami łańcuchami molekularnymi C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub> ale prętopodobną strukturą molekuł, wynikającą z sekwencji licznych pierścieni. Kilkoma metodami takimi jak

DSC, POM, FTIR oraz BDS pokazano, że dodanie 5 % gliceryny (GLY) z trzema grupami OH powoduje w mieszaninie zupełny zanik fazy nematycznej tak, że diagram fazowy charakteryzuje przejście pomiędzy fazą izotropową a smektyczną A. Analiza widm w podczerwieni wykazała brak silnych wiązań wodorowych pomiędzy składnikami. W porównaniu z ITZ, w obrazie dynamiki ITZ + GLY stwierdzono wyraźne zmiany czasu relaksacji strukturalnej oraz inkrementu dielektrycznego i przewodnictwa stałoprądowego w przejściu I-SmA, a także różnice procesów niskoczęstotliwościowych:  $\alpha'$  (w mieszaninie) i  $\delta$  (w czystym ITZ). Dla szklistego SmA w obu próbkach były obserwowane procesy drugorzędowe  $\beta$  i  $\gamma$  (z energią aktywacji bliską odpowiednio 100 kJ/mol i 40 kJ/mol). Wpływ ciśnienia na dynamikę złożonego układu ITZ + 5 % GLY został przebadany po raz pierwszy i przyniósł ważne rezultaty: liniową zależność temperatury przejść fazowych od ciśnienia (wzrost temperatury przejścia I-SmA okazał się niewielki, co przypisano modyfikacji oddziaływań C-Cl...O w wyniku dodania gliceryny), stwierdzenie, że dynamiką molekularną w fazie o smektycznym uporządkowaniu rządzi czynnik temperaturowy (wartość  $E_v/H_p = 0.76$  przy normalnym ciśnieniu rośnie wraz z jego wzrostem), obserwację w przejściu SmA-I zmiany liniowej zależności strukturalnego czasu relaksacji od ciśnienia na nieliniową. Wybrana do badań mieszanina okazała się również ciekawa ze względu na występowanie skalowania gęstościowego dynamiki molekuł w przechłodzonej fazie SmA z niewielkim wykładnikiem równym 2. Wydaje się to potwierdzać dość słabe wiązania wodorowe w mieszaninie. Różne parametry skalowania gęstościowego otrzymane dla ITZ czystego i w mieszaninie wskazują na odmienną naturę oddziaływań międzymolekularnych.

W pracach H10 i H11 (opublikowanych w J. Phys. Chem. Lett.) badano wpływ momentu bezwładności i anizotropii dużych molekuł na obraz dynamiki w zakresie  $10^{-1}$  do  $10^6$  Hz, który okazał się zdecydowanie inny niż dla materiałów szklotwórczych zbudowanych z małych molekuł czy polimerów. Dla czterech substancji o tym samym niepolarnym rdzeniu molekularnym i różnej budowie polarnych podstawników (opartych na pierścieniowych elementach takich jak antracen, fenyl czy fluoren) wyniki dodatkowych badań strukturalnych pozwoliły dr Rams-Baron wykryć zależność pomiędzy częstotliwościową szerokością rozkładu czasów relaksacji strukturalnej i stopniem lokalnego nanoskalowego uporządkowania - im większa długość korelacji  $L_{coh}$  (w zakresie 1.7 nm - 2.8 nm) tym większy współczynnik  $\beta_{KWW}$  (od 0.52 do 0.8). Z kolei dla trzech izomerów o masywnym rdzeniu molekularnym połączonym z małymi polarnymi rotorami -PhCF<sub>3</sub> wykryto różne zachowania relaksacyjne w zależności od orientacji dipola CF<sub>3</sub> w pozycji para, orto czy meta, z bimodalnym charakterem relaksacji strukturalnej dla izomeru meta. W opisie dynamiki funkcją VFT, nową charakterystyczną własnością materiałów o dużych molekułach okazał się duży czynnik przedeksponencjalny rzędu  $10^{12}$  s.

### Ocena pozostałych osiągnięć naukowych

Oprócz wyników uzyskanych w badaniach 18 materiałów i dwóch mieszanin, których wpływ na rozwój fizyki materii oceniam bardzo wysoko dr Marzena Rams-Baron prowadziła wiele ciekawych badań opisanych w sumie w 38 publikacjach (z tego dwie przed doktoratem); w 14 jest pierwszym autorem. Są to wartościowe prace w bardzo dobrych czasopismach specjalistycznych. Doceniam, że Habilitantka jest pierwszym autorem monografii "Amorphous drugs: benefits and challenges", wydanej w 2018 roku przez Springer International Publishing, która powstała w efekcie badań prowadzonych przy realizowaniu grantu Symfonia 3. Rozdziały, dotyczące problemu stabilności amorficznych farmaceutyków, podsumowują m. in. wyniki ważnych prac na temat wpływu długości łańcucha polimeru dodawanego jako stabilizator na szybkość rekrytalizacji farmaceutyka, a także roli objętości swobodnej badanej techniką BDS i metodą spektroskopii czasu życia pozytonów, której wykorzystanie było novum. Cykl kolejnych publikacji obejmował analizę

wpływu gęstości materiału amorficznego na obraz dynamiki, przede wszystkim drugorzędowej, jaki uzyskiwano techniką BDS. Warto podkreślić, że w większości prac dr Marzena Rams-Baron była pierwszym lub drugim autorem a wyniki publikowane były w takich czasopismach jak Sci. rep., Appl. Phys, Lett. czy Phys. Chem. Chem. Phys.

### **Ocena aktywności organizacyjnej, popularyzatorskiej i dydaktycznej,**

Pani dr Marzena Rams-Baron jest bardzo aktywną młodą uczoną. Wyniki swoich badań prezentowała na ośmiu konferencjach międzynarodowych przede wszystkim w formie wystąpień ustnych (7). Miałam okazję wysłuchać jej referatu na seminarium Oddziału Fizyki Materii Skondensowanej Instytutu Fizyki Jądrowej PAN i odniosłam jak najlepsze wrażenie. Obecnie dr Marzena Rams-Baron realizuje projekt badawczy NCN OPUS 21, pt.: "W kierunku zrozumienia dynamiki reorientacji sztywnych i niesztywnych, dużych anizotropowych cząsteczek stanowiących nową klasę materiałów szklistych o osobliwych własnościach relaksacyjnych ujawniających się w badaniach relaksacji dielektrycznej", którego jest kierownikiem. Uczestniczy we współpracy z uczonymi takich znanych ośrodków badawczych jak Trinity College w Dublinie, Uniwersytet w Pizie, Uniwersytet w Augsburgu, Uniwersytet w Barcelonie oraz Uniwersytet im. Adama Mickiewicza i Uniwersytet Warmińsko-Mazurski. Przed doktoratem uczestniczyła w krótkim stażu badawczym na Uniwersytecie w Coimbrze w Portugalii i była zaangażowana przy realizacji projektu badawczego OPUS 3. Po doktoracie odbyła miesięczny staż w The Institute of Cancer Research w Wielkiej Brytanii. Prowadziła też badania na etacie podoktorskim na Wydziale Farmaceutycznym Uniwersytetu Jagiellońskiego w ramach wspólnego z Uniwersytetem Śląskim projektu NCN Symfonia 3 pod tytułem "Wpływ procesów fizycznych oraz substancji pomocniczych na charakterystykę substancji leczniczych trudno rozpuszczalnych w wodzie". Była wykonawcą przy realizacji międzynarodowego projektu badawczego Polonez 1 pt.: "High pressure on ultrastable thin-film glasses as a route to disentangle the glass transition puzzle", a także grantów OPUS 3 i 8 oraz SONATA 7. Uczestniczyła w europejskim projekcie edukacyjnym Erasmus Mundus 2020. Docenić należy, że miała znaczący udział w trzech patentach związanych z substancjami farmaceutycznymi i obrazowaniem struktur biologicznych. Była aktywna w Komitecie organizacyjnym dwóch konferencji międzynarodowych, poświęconych zjawiskom relaksacyjnym w układach złożonych oraz badaniom nad farmaceutykami. Była proszona o recenzje publikacji przez redakcje czasopism Molecular Pharmaceutics (6) oraz The Journal of Physical Chemistry i The European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics. W 2021 r. pełniła funkcję opiekuna roku na kierunku Biofizyka.

W nadesłanej dokumentacji zauważyłam ciekawe informacje o aktywności popularyzatorskiej dr Marzeny Rams-Baron: wygłosiła referat podczas Święta Liczby Pi, prowadziła wykłady w liceach promując studiowanie fizyki, była wykładowcą Uniwersytetu Śląskiego Młodzieży, uczestniczyła w Chorzowskim Festiwalu Nauki i w Dniach Otwartych Instytutu Fizyki. Jej naukowy projekt z jednym z uczniów, którym się opiekowała podczas prowadzonych warsztatów został zakwalifikowany do finału konkursu E(x)plory.

Działalność dydaktyczna dr Marzeny Rams-Baron jest bardzo bogata: pełniła funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim, była opiekunką prac: licencjackiej, inżynierskiej i magisterskiej na kierunku fizyka medyczna oraz biofizyka, a także przygotowała recenzje pięciu prac dyplomowych. Została wyróżniona przez rektora Uniwersytetu Śląskiego za koordynowanie prac przy tworzeniu nowej specjalności na studiach biofizycznych, dotyczącej nauki o materiałach biologicznych i farmaceutykach. W okresie od 2013 roku oprócz prac badawczych prowadziła liczne wykłady, konwersatoria i laboratoria na nowo otwartym kierunku biofizyki. Na szczególne uznanie zasługuje wykład autorski na temat biofizyki białek i błon komórkowych. Habilitantka miała również zajęcia z

wielu przedmiotów na Wydziale Nauk Ścisłych i Technicznych na kierunkach fizyka medyczna i fizyka, na specjalności nanofizyka i układy mezoskopowe, a także zajęcia wyrównawcze z matematyki i fizyki. Prowadziła zajęcia na Wydziale Nauk o Ziemi na kierunku geofizyka oraz kierowała seminariami specjalistycznymi dla studentów Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska. Pełniła funkcję koordynatora łączonych studiów magisterskich Erasmus Mundus BIOPHAM w ramach międzynarodowego konsorcjum kilku uniwersytetów europejskich i uczestniczyła aktywnie w pracach Rady Programowej i Rady do spraw Rekrutacji. Działalność dydaktyczna Habilitantki jest niezwykle różnorodna, pokazuje jej dużą samodzielność, szerokie horyzonty poznawcze i zdolności organizacyjne.

### **Podsumowanie**

Uważam, że pani dr Marzena Rams-Baron ma rozpoznawalny, wartościowy dorobek naukowy oraz umiejętności pracy naukowej na wysokim poziomie. Publikacje tworzące osiągnięcie habilitacyjne są spójne tematycznie i bogate w ważne wyniki, kilka można uznać za pionierskie. Istotny jest też aspekt aplikacyjny badań. Rola dr Marzeny Rams-Baron w cyklu prac H1-H13 jest wiodąca. Systematyczne badania różnymi metodami wpływu czynników molekularnych na złożoność dynamiki kilkunastu substancji tworzących stan szklisty, uzyskane rezultaty i interpretacja obserwowanych zachowań stanowią znaczący wkład do rozwoju dyscypliny fizyki. Dr Marzena Rams-Baron ma ciekawe plany naukowe związane z grantem Opus 21, którego jest kierownikiem i długoterminowe współpracy z uczonymi z ośrodków naukowych, ważnych w badaniach własności materii miękkiej.

### **Konkluzja**

W oparciu o przesłane materiały, po lekturze publikacji dr Marzeny Rams-Baron składających się na Rozprawę habilitacyjną i zaznajomieniu się z jej dorobkiem naukowym, stwierdzam, że zarówno dokonania naukowe jak i organizacyjne, popularyzatorskie i dydaktyczne Habilitantki przedstawione w przedłożonym Wniosku spełniają wymagania stawiane w postępowaniu habilitacyjnym w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauk fizycznych

*M. Massalska - Arodź*

Prof. dr hab. Maria Massalska-Arodź  
Emerytowany Profesor Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk