

Gliwice, 24 lipca 2026r.
Prof. dr hab. inż. Stanisław Krompiec
Emerytowany profesor Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach
44-122 Gliwice; ul. Kochanowskiego 25/19

Sz. Pan
Prof. dr hab. Jacek Młynarski
Zastępca dyrektora ds. naukowych
Instytutu Chemii Organicznej PAN
Warszawa

Ocena pracy doktorskiej Vishali Sharma M.Sc. pt.: "Acene-based Architectures for Singlet Fission", której promotorem jest Pan prof. dr hab. Daniel T. Gryko zaś promotorem pomocniczym Pan dr. Przemysław Gawel.

Rozprawa doktorska Pani Vishali Sharma M.Sc. ma typowy układ (jeden z kilku możliwych) i zawiera wszystkie niezbędne elementy: spis treści, streszczenia - po polsku i po angielsku, publikacje i wystąpienia konferencyjne Doktorantki, wykaz skrótów, a następnie części od 1 do 7 stanowiące istotę dysertacji.

Już w abstrakcie Doktorantka wyjaśnia, iż Jej rozprawa doktorska koncentruje się na pogłębieniu mechanistycznego zrozumienia rozczepienia singletowego oraz opracowaniu strategii projektowania chromoforów opartych na acenach, w szczególności na pochodnych pentacenu. Rozszczepienie singletowe jest bowiem uważane za obiecujący proces fotofizyczny umożliwiający zwiększenie wydajności najnowszych urządzeń fotowoltaicznych i optoelektronicznych poprzez utworzenie dwóch ekscytonów trypletowych z pojedynczego fotowzbudzonego stanu singletowego. Pomimo wielu szeroko zakrojonych badań, różne czynniki wpływające na wydajność rozszczepienia singletowego, w szczególności rola geometrii międzycząsteczkowej, odległość między chromoforami oraz rola sprzężenia elektronowego, pozostają nie w pełni zrozumiane. Zważywszy na znaczenie SF dla urządzeń z obszaru organicznej elektroniki i fotowoltaiki (w szczególności ogniw słonecznych najnowszej generacji), uzasadnia to podjęcie badań, które zostały opisane w niniejszej rozprawie doktorskiej.

Rozprawa jest podzielona na podrozdziały - będę je komentować w kolejności, w jakiej w niej występują. I tak rozdział 1 stanowi część literaturową dysertacji - na początku Doktorantka wprowadza pojęcie rozszczepienia singletowego i omawia wymagania energetyczne dla tego procesu. W tym rozdziale została również omówiona reaktywność i możliwa, chemiczna funkcjonalizacja acenów. Następnie przedstawiono przegląd badań nad rozszczepieniem singletowym w dimerach acenowych, którymi Doktorantka sama się zajmuje w swojej dysertacji. W tej części pracy Autorka omawia też szeroko, tj. stosownie do potrzeb dysertacji, chemię i fizykochemię acenów, w tym - co bardzo ważne - fotostabilność tych związków. Omówiono także strategie zwiększania fotostabilności acenów - poprzez wprowadzenie podstawników, zwłaszcza rozbudowanych sterycznie, do ich struktury. I tu mam pytanie: czy znane są aceny, podobnie jak periaceny, np. peri-tetracen lub pochodne bisantenu z grupami mezytylowymi, bardzo efektywnie stabilizującymi te struktury? To znaczy efektywnie zabezpieczającymi je przed atakiem różnych reagentów. Bardzo ciekawie i wyczerpująco jest też omówiona rola spejserów w komunikacji elektronowej w dimerach acenów, tj. molekułach zawierających dwa motywy acenowe połączone wspomnianymi spejserami. Bardzo ważny jest podrozdział 1.2. poświęcony acenom - chromoforom odniesienia dla badań SF w niniejszej dysertacji. Zastanawia mnie, dlaczego przynajmniej w niektórych przypadkach sterycznie rozbudowane podstawniki (np. mezytyl - szczególnie efektywny) nie są bezpośrednio dołączone do rdzenia acenu lecz poprzez potrójne wiązanie. Ta część pracy kończy się podsumowaniem oraz przedstawieniem celu pracy - jasno opisanym, z podziałem na poszczególne, dalsze części dysertacji. Nie mam uwag krytycznych do

tego podrozdziału, przeciwnie, jest bardzo dobrze napisany, odpowiednio ilustrowany rysunkami i schematami.

W rozdziale 2 Autorka opisuje syntezę dimerów pentacenu zawierających mostki orto-, meta- i para-fenylene oraz adamantylenowe, połączonych za pomocą łączników fenyloacetylenowych o różnej długości. Syntezy są klasyczne, tzn. użyto nowoczesnych, ale znanych narzędzi syntetycznych - z bardzo dobrym skutkiem. Zastanawia mnie, dlaczego w roli spejsera użyto adamantylu, a nie prostego metylenu ($-CH_2-$) oraz czy rozważano użycie w roli spejsjera 2,3-butadiyn-1,4-diyłu? Taki diynowy spejser byłby łatwo dostępny bo jego prekursor jest komercyjny, a przede wszystkim zapewniałby doskonałą komunikację pomiędzy dwoma fragmentami dimeru. To rzecz jasna jedynie forma/przejaw mojej ciekawości, nie zaś uwaga krytyczna. Niektóre produkty otrzymane przez Doktorantkę, np. te przedstawione na schematach 2.1. i 2.2. występują w postaci izomerów cis i trans - mam na myśli względne położenie grup metoksy. Czy to ma znaczenie - bo problem tej izomerii nie został uwzględniony w strukturach przedstawionych na schematach. Następnie omówione są fotofizyczne właściwości tych związków w stanie podstawowym - bardzo profesjonalnie. Przedstawione są również wyniki ultraszybkiej spektroskopii absorpcji przejściowej przeprowadzonej przez współpracowników Autorki dysertacji. Ta metoda została wykorzystana do opisu dynamiki stanów wzbudzonych, kluczowych dla badania mechanizmów rozczepienia singletowego. Pragnę podkreślić, iż obszerne badania fotofizyczne zostały wykonane bardzo starannie i profesjonalnie, są bardzo jasno opisane i pięknie ilustrowane graficznie - wykresami i rysunkami. Podzielam pogląd Autorki, iż w badanych układach dynamika SF silnie zależy od odległości pomiędzy chromoforami, od sprzężenia lub jego braku, natury spejsjera łączącego chromofory (jego długości, budowy). Co ważne, Doktorantce udało się znaleźć układ (wśród otrzymanych przez siebie), który jest szczególnie efektywny, gdy chodzi o separację par trypletowych, przy zachowaniu wysokiej wydajności - chodzi mianowicie o pochodną pPhPc1. Ponadto uzyskane wyniki są zdaniem Autorki ważne dla projektowania kolejnej generacji materiałów dla SF - to jednak moim zdaniem zbyt ogólne, ale dobrze, że Autorka docenia własne wyniki.

Rozdział 3 poświęcono syntezie kawitandów rezorcyno[4]arenowych funkcjonalizowanych chromoforami pentacenowymi i tetracenowymi. Te przełączalne układy zostały zaprojektowane, aby umożliwić odwracalną regulację odległości pomiędzy chromoforami. Jestem pod wrażeniem syntez zrealizowanych przez Doktorantkę - to było z pewnością olbrzymie wyzwanie gdy chodzi o technikę laboratoryjną i wiedzę z zakresu syntezy organicznej. Mam pytanie, związane z izomerią w odniesieniu do niektórych związków, np. pokazanych na schemacie 3.5: grupy metoksy mogą być cis lub trans względem pierścienia - czy tak? A jeśli tak, to czy ta izomeria była brana pod uwagę gdy chodzi o analizę NMR i przede wszystkim w odniesieniu do właściwości? Możliwość regulacji odległości (pomiędzy chromoforami) - uzyskana dzięki spejserom o zróżnicowanej budowie - pozwoliła na zbadanie wpływu zmian konformacyjnych na dynamikę procesu rozszczepienia singletowego. Wpływ ten okazał się ważny - zatem pomysł wykonania tego fragmentu badań był trafny. Ponadto, w tym rozdziale zostało opisane zastosowanie spektroskopii UV-vis do badań nad zmianami konformacyjnymi tych związków wywołanych przez bodźce zewnętrzne. Co ważne, zaobserwowano ograniczoną stabilność pochodnych pentacenu w warunkach kwasowych co stało się motywacją dla szczegółowej analizy reaktywności chemicznej 6,13-bis(triizopropylsilyloetynylo)pentacenu (TIPS-pentacen) oraz pokrewnych pochodnych acenowych. W podsumowaniu Autorka napisała: dzięki stabilności strukturalnej i konformacyjnej te kawitandy oparte na dimerach tetracenu są obiecującymi kandydatami dla przyszłych studiów nad "transient absorption" czyli spektroskopią absorpcji czasowo-rozdzielczej. Ta technika laserowa służy do śledzenia ultraszybkich procesów chemicznych i fizycznych (np. reakcji fotochemicznych) w czasie rzeczywistym, co pozwala testować interchromoforowe

sprężenie i dynamikę SF. Tak, to niewątpliwie perspektywiczne osiągnięcia naukowe Autorki. Z powodu ograniczeń czasowych (deadline) analizy ^1H NMR i badania fotofizyczne nie są kompletne ale są - zdaniem Autorki - dobrą wskazówką dla przyszłych, wszechstronnych badań właściwości (fotofizycznych) tych systemów. Tak, w pełni rozumiem Autorkę gdy chodzi o presję czasu, a osiągnięcia opisane w tym rozdziale doceniam.

W rozdziale 4 Doktorantka opisała wyniki swoich badań nad stabilnością oraz reaktywnością chemiczną TIPS-pentacenu i pokrewnych pochodnych acenowych w warunkach kwasowych. W celu wyjaśnienia mechanizmu reakcji oraz potwierdzenia udziału kationorodnika jako produktu przejściowego zachodzącej przemiany, zastosowano miareczkowanie spektrofotometryczne UV-vis, spektroskopię UV-vis-NIR oraz spektroskopię elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR). Wykazano, iż mimo zastosowania silnie rozbudowanych grup zabezpieczających (TIPS), TIPS-Pc ulega dimeryzacji w silnie kwaśnym środowisku kwasu TFA. Badania wykazały także, iż w obecności słabych kwasów oczekiwane reakcje (dimeryzacji) nie zachodzą. Tu mam pytanie: czy użycie kwasów Lewisa, np. związków miedzi, złota, rutenu i innych nie byłoby bardziej efektywne - jak to ma miejsce w reakcjach cykloizomeryzacji aryloetynylo-arenów? Ponadto okazało się, iż małe aceny, takie, jak antracen i tetracen są niereaktywne, zaś dimery pentacenu okazały się zbyt niestabilne by je wydzielić i scharakteryzować. Jak już wspomniałem, badania mechanistyczne potwierdziły, że dimeryzacja przebiega z udziałem kationorodnika TIPS-Pc, co jest niewątpliwie sukcesem Doktorantki - mam na myśli potwierdzenie udziału tego indywiduum w ścieżce reakcyjnej. Ponadto wykazano, iż czynniki steryczne i elektronowe odgrywają kluczową rolę gdy chodzi o właściwości i reaktywność badanych związków. Dimeryzacja - oczekiwana lub nie, degradacja (nieporządana, rzecz jasna) są sterowane przez nawet subtelne zmiany tych czynników strukturalnych, co jest kluczowe, gdy myśleć o aplikacji tych związków w organicznej elektronice. Dalsze uwagi odnośnie do mechanizmu dimeryzacji zamieściłem w omówieniu części 5, czyli w podsumowaniach poszczególnych fragmentów dysertacji. Wyniki uzyskane przez Autorkę niewątpliwie podkreślają rolę zarówno sterycznego ekranowania jak i struktury elektronowej w decydowaniu o reaktywności pochodnych acenów. A ponadto wrażliwość na obecność i moc kwasów pokreśla konieczność ścisłego kontrolowania procedur syntetycznych by uniknąć niechcianych transformacji. To niewątpliwie godne uznania wnioski płynące z badań, przydatne dla ich dalszego rozwoju, a w szczególności gdyby myśleć o aplikacjach w urządzeniach wykorzystujących materiały bazujące na acenach.

Rozdział 5 podsumowuje najważniejsze wyniki przedstawione w tej rozprawie doktorskiej oraz nakreśla możliwe kierunki w przyszłym projektowaniu związków opartych na acenach, do badań nad rozczepieniem singletowym. To bardzo ważne i godne uznania, iż Autorka nie tylko podsumowuje to co udało Jej się zrobić, ale także dostrzega znaczenie swoich badań dla ich dalszego rozwoju/kontynuacji. I tak, w podpunkcie 5.1. zatytułowanym "Sondowanie efektu długości i konfiguracji spejsera na SF w dimerach Pentacenu" Doktorantka podsumowuje swoje badania nad SF w dimerach kowalencyjnie połączonych acenów (pentacenów). W rezultacie (projektowanie struktur, syntezy, pomiary fizykochemiczne) ustaliła, jak zróżnicowana odległość (pomiędzy chromoforami), rodzaj i budowa spejsera wpływają na sprzężenie (komunikację elektronową) oraz generowanie par trypletowych. Kluczowe pomiary fizykochemiczne dla otrzymanych układów (TAS) wykonano we współpracy z Prof. Dirk M. Guldi (Friedrich-Alexander University Erlangen-Nürnberg, Germany). Pomiary te potwierdziły, iż generowanie par trypletowych silnie zależy od natury/budowy spejsera (jego długości, konfiguracji) co oznacza, iż dobrze zaprojektowano struktury testowe. Okazało się, iż linkery orto-, meta- i para-fenylenowe bardzo się różnią, gdy chodzi o SF, co wynika z różnic w sprzężeniu oraz efektów sterycznych. Co ważne, wspomniane efekty elektronowe i steryczne prowadzą do istotnego, kontrolowanego

zróznicowania właściwości. Natomiast linkery adamantylowe (spejsery nie pozwalające na sprzężenie) prowadzą do stopniowego wygaszania/tłumienia SF. Przyznam, że nie bardzo rozumiem ideę stosowania tego rodzaju spejserów bowiem efekt ich zastosowania był przewidywalny, jak sądzę. Autorka ma też niewątpliwie rację, iż uzyskane przez Nią wyniki pogłębiają wiedzę i zrozumienie wpływu linkera na zjawiski SF i unaoczniają znaczenie projektowania struktur dla sterowania/strojenia interchromoforową komunikacją. Jest to kluczowe dla zastosowań w organicznej elektronice i fotowoltaice gdzie strojenie właściwości poprzez zmiany struktury (nawet subtelne) jest niezbędne, wręcz wymagane. Co więcej zdaniem Autorki znaczenie uzyskanych wyników wychodzi poza organiczną elektronikę i fotowoltaikę stanowiąc bazę dla najnowszych technologii opartych na kwantowym momencie pędu elektronów (np. technologii przechowywania i przetwarzania danych). Trudno mi to ocenić (tzn. realny wpływ wyników na wspomniane obszary wiedzy), ale faktycznie na świecie inwestuje się ogromne środki w rozwój tego rodzaju technologii.

Rozdział 5.2. to podsumowanie badań nad, cytuję "Przełączalnymi dimerami acenów bazującymi na rezorcyno[4]arenach dla SF". W tym bardzo ciekawym fragmencie pracy Doktoratka uzasadnia samą ideę syntezy tego rodzaju dimerów acenów oraz strategię syntetyczną - wszystko jest przekonujące i trudne gdy chodzi o otrzymanie finalnych struktur. Chętnie bym zobaczył widma NMR tych struktur zinterpretowane tak, by nie było wątpliwości gdy chodzi o ich czystość i budowę przestrzenną (możę jedno, wybrane widmo). Co prawda pełne badania fotofizyczne nie zostały - z braku czasu - wykonane, to dotychczas uzyskane wyniki dotyczące chromoforów tetracenowych już dają sporo wiedzy o tych układach. To godne uznania, że Doktorantka potrafi nie tylko opisać wykonane przez siebie badania, ale także w sposób profesjonalny je zinterpretować.

Rozdział 5.3. to podsumowanie badań nad "Dimeryzacją pentacenu sterowaną kwasami" - ja jednak zamieszczam tu głównie moje uwagi do rozważań mechanistycznych. Otóż badania nad mechanizmem dimeryzacji dietylopropentacenów uważam za szczególnie interesujące - zwłaszcza, że Doktorantce udało się wykazać, iż na ścieżce prowadzącej do dimerów kluczowe są rodnikokationy. Wolałbym jednak, by zamiast propozycji (kluczowych) struktur związków/indywiduów molekularnych powstających w tej złożonej reakcji pojawiła się pełna propozycja mechanizmu tj. propozycje kolejnych struktur. I to poczynając od protonowania, poprzez wszystkie stany przejściowe i produkty przejściowe, na finalnej deprotonacji kończąc. Co ważne, propozycja ta powinna uwzględniać w miarę rzeczywiste rozmieszczenie atomów w przestrzeni, a więc rysunki powinny oddawać prawdziwy obraz kolejnych przemian w przestrzeni trójwymiarowej. Wiem, to trudne i na tym etapie może byłoby zbyt spekulatywne. Jednakże, aby była to faktycznie propozycja mechanizmu tej cykloaddycji $[4 + 2]$ muszą być wykonane obliczenia DFT dla kilku możliwych ścieżek reakcji. Podpowiadają mi to moje doświadczenia z podobną, do pewnego stopnia, dimeryzacją fenylopropynianu metylu do pochodnej naftalenu. Obliczenia DFT mogłyby także pokazać, czy możliwa jest termiczna dimeryzacja badanych acenów - gdyby energia aktywacji była niższa niż powiedzmy 40 kcal/mol, to być może taki proces dałoby się zrealizować. Ale to tylko dyskusja, w żadnym razie nie krytyka Autorki.

Chapter 6. Rozdział 6 zawiera szczegółowe procedury syntezy oraz dane odnośnie do charakterystyki spektroskopowej dla związków opisanych w niniejszej rozprawie doktorskiej. To część eksperymentalna recenzowanej pracy doktorskiej, obszerna, szczegółowa, licząca 60 stron. Procedury syntetyczne są przedstawione profesjonalnie, a struktury produktów potwierdzono zgodnie z obowiązującymi wymogami. Brak mi jednak "obrazków" - mam na myśli widma NMR; bez nich trudno jest ocenić poprawność opisu tychże widm. Może w trakcie obrony Autorka pokazałaby ^1H i ^{13}C dla kilku wybranych produktów, zwłaszcza o bardziej złożonej strukturze - wybór zostawiam Doktorantce. Muszę przyznać, iż zaimponowała mi skala wielu syntez

skomplikowanych struktur - to były gramy, nie miligramy! No i liczba otrzymanych i scharakteryzowanych związków - także imponująca. W nazwach produktów (niektórych) powinien Autor uwzględnić fakt, iż są one mieszaninami izomerów konfiguracyjnych. Niektóre związki, np.: D-Pc, tBu2Ph-Pc dimer, tBu-Pc dimer, to mieszaniny racemiczne - powinno to być uwzględnione w nazwach. Ponadto związki to nie tylko mieszaniny racemiczne, ale także mieszaniny izomerów konfiguracyjnych o izomerii cis/trans - problem izomerii cis/trans poryszyłem już uprzednio. Temperatury topnienia zsyntezowanych układów mieszczą się zwykle w przedziale dwóch stopni - to racjonalne, ale niekiedy, otrzymane związki topią się "w punkcie", czyli w jednym stopniu, np. dla (u-mPh1) to 165°C. Czy to możliwe, zwłaszcza, że chodzi o bardzo rozbudowane struktury. Dla dwóch struktur wykonano analizę X-Ray podając stosowne dane krystalograficzne - to godne uznania. Duże wrażenie robi też wykres zamieszczony na rysunku 6.1. - mam na myśli bardzo wysoki współczynnik korelacji danych EPR. Pragnę też podkreślić i docenić ogrom pracy eksperymentalnej wykonanej przez Doktorantkę: wiele trudnych syntez, analiza struktury skomplikowanych związków, pomiary fizykochemiczne.

Chapter 7. To bibliografia - 218 pozycji, w tym jedna z 2026, trzy z 2025, kilka z 2024; czyli są cytowania z ostatnich lat - zatem nie mam uwag.

Dorobek naukowy Doktorantki: współautorstwo dwóch publikacji w prestiżowych czasopismach (J. Org. Chem. i Org. Lett.) oraz cztery wystąpienia na konferencjach krajowych i międzynarodowych, w tym jedno wystąpienie ustne i cztery posterowe. Ponadto praca doktorska była współfinansowana z grantu pt. "New Molecular Architectures for Exploring Singlet Fission", NCN SONATA, (2020/39/D/ST4/00560). Kierownikiem w/w grantu był Promotor pomocniczy niniejszej dysertacji. To także godne uznania - potwierdza innowacyjność dysertacji.

Uwagi techniczne. Niektóre skróty są niepoprawne lub nietrafne: Ac - to acetyl, więc nie anthracene; d - day i jednocześnie doublet. Generalnie nie przywiązuję zbytnej uwagi do błędów natury technicznej czyli ani ich nie szukam wnikliwie ani też nie komentuję uważając, iż nie wpływają one na ocenę pracy naukowej.

Podsumowanie recenzji:

Podsumowując, praca doktorska Pani Vishali Sharma M.Sc. pt.: "Acene-based Architectures for Singlet Fission", spełnia wszystkie ustawowe, a także zwyczajowe wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Badania były finansowane w ramach projektu pt. "New Molecular Architectures for Exploring Singlet Fission", NCN, SONATA (2020/39/D/ST4/00560), a więc projekt uzyskał bardzo dobre opinie od Ekspertów i finansowanie przez NCN. To duże osiągnięcie Promotora pomocniczego - kierownika tego projektu; Doktorantka była wykonawczynią w tym projekcie. Dorobek naukowy Doktorantki jest bardzo dobry - mam na myśli dwie publikacje w prestiżowych czasopismach, w których p. Vishali Sharma publikowała jako współautorka. Również współpraca z Prof. D.M. Guldi z Niemiec, uznanym naukowcem, podkreśla znaczenie badań przedstawionych w dysertacji. Doktorantka ma też w dorobku wystąpienia konferencyjne - opisane powyżej. Moje uwagi - raczej nie krytyczne lecz polemiczne, pytania i sugestie naukowe zawarte w recenzji są jedynie elementem dyskusji nad dysertacją, nie umniejszają osiągnięć Autorki.

Konkluzja: Wniosuję do Rady Naukowej Instytutu Chemii Organicznej PAN w Warszawie, o nadanie Pani Vishali Sharma M.Sc. stopnia doktora nauk chemicznych.

Stanisław Krompiec

Gliwice, 24 lipca 2026r.
Prof. dr hab. inż. Stanisław Krompiec
Emerytowany profesor
Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach

Sz. Pan
Prof. dr hab. Jacek Młynarski
Zastępca dyrektora ds. naukowych
Instytutu Chemii Organicznej PAN
Warszawa

Wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pani Vishali Sharma M.Sc

Mając na względzie ponadprzeciętne osiągnięcia Autorki ocenianej dysertacji wnioskuję o wyróżnienie pracy doktorskiej Pani Vishali Sharma. Te ponadprzeciętne osiągnięcia naukowe to: a) zaprojektowanie i opracowanie metod syntezy, dalej zsyntezowanie oraz wszechstronne, fizykochemiczne scharakteryzowanie imponującej liczby związków, z których większość cechuje skomplikowana, rozbudowana struktura; b) znaczące poszerzenie wiedzy odnośnie do projektowania struktur nowych nanomateriałów o oczekiwanych, sterowalnych właściwościach dedykowanych SF; c) znaczące poszerzenie wiedzy odnośnie do relacji struktura a właściwości w odniesieniu do materiałów dedykowanych najnowszym technologiom opartym o zjawisko SF; d) poznanie kluczowych elementów mechanizmu dimeryzacji dietynylopentacenów a zwłaszcza wykazanie, iż na ścieżce prowadzącej do dimerów kluczowe są rodniko-kationy; e) publikacja wybranych wyników dysertacji w renomowanym J. Org. Chem., (2026); f) współautorstwo publikacji w prestiżowym Org. Letters; g) szereg wystąpień naukowych - jedno ustne i cztery posterowe. Zważywszy na bardzo wysokie wymagania redakcji wspomnianego J. Org. Chem., czuję się zwolniony z konieczności szerszego uzasadnienia wniosku o wyróżnienie pracy. Również fakt, iż wyniki pracy były kluczowe dla realizacji projektu NCN (kierownikiem był promotor pomocniczy niniejszej dysertacji) potwierdzają bardzo wysoką ocenę zrealizowanego już planu badań przez ekspertów, którzy analizowali i komentowali wspomniany grant (a tym samym program niniejszego doktoratu).

Stanisław Krompiec

