

Prof. dr hab. inż. Andrzej Maranda  
Sieć Badawcza Łukasiewicz -  
Instytut Przemysłu Organicznego  
ul. Annopol 6  
03-236 Warszawa  
tel.: 604 942 969  
e-mail: andrzej.maranda@ipo.lukasiewicz.gov.pl

Warszawa 21.05.2024

## **Recenzja**

rozprawy doktorskiej zatytułowanej

**„Kompozycje wybuchowe z lepiszczami polimerowymi utwardzane chemicznie – modyfikacja oddziaływań międzyfazowych oraz badanie właściwości”**

wykonanej przez mgr. inż. Karola Krzysztofa Zalewskiego

pod opieką naukową prof. dr. hab. inż. Waldemara Trzcńskiego

i promotora pomocniczego dr. inż. Zbigniewa Chyłka

Recenzja została wykonana na podstawie pisma Pana prof. dr. hab. inż. Krzysztofa Czupryńskiego Dziekana Wydziału Nowych Technologii I Chemii Wojskowej Akademii Technicznej z dnia 22 marca 2024 roku.

### **A. Omówienie rozprawy**

Materiały wybuchowe typu *Plastic Bonded Explosives* (PBX) znane są od ponad siedemdziesięciu lat. Mimo to w dalszym ciągu trwają prace nad otrzymaniem ich nowych wersji. Są one głównie uwarunkowane postępowaniem w dziedzinie tworzyw sztucznych. Podstawowym kierunkiem badań jest otrzymywanie PBX-ów zawierających maksymalną zawartość kruszących materiałów wybuchowych a jednocześnie charakteryzujących się niską wrażliwością na bodźce mechaniczne. Te dwa sprzeczne warunki może spełnić zastępując część tradycyjnego kruszącego MW (np. heksogenu, oktogenu) materiałami wybuchowymi zaliczanymi do grupy *High Insensitive Explosives* (np. NTO, FOX-7 czy izometryczna nitroguanidyna). Również przy założeniu, że elaboracja PBX-em będzie realizowana metodą odlewania, istotne są jego właściwości fizykochemiczne, a szczególnie lejność zapewniającą całkowite wypełnienie zalewanego elementu i czas życia umożliwiający prawidłowe przeprowadzenie tego procesu.

***Dlatego uważam, że podjęty przez Doktoranta temat, obejmujący badania procesu utwardzania polimerowego lepiszcza oraz dobór składów PBX-ów i wykonanie pomiarów ich podstawowych parametrów detonacyjnych oraz wrażliwości jest aktualny i obok aspektów naukowych, ma potencjalne znaczenie użytkowe.***

Recenzowana praca zawiera 137 stron, obejmuje 74 tabele i jest ilustrowana 83 rysunkami. Dysertacja ma standardowy podział na dwie podstawowe części: literaturową i eksperymentalną oraz uzupełniające rozdziały zawierające: tezę i cele pracy, podsumowanie i wnioski, bibliografię.

Część literaturowa składa się z dwóch rozdziałów. W rozdziale pierwszym, obejmującym trzy punkty, Doktorant przedstawia przegląd literatury dotyczącej mieszanin wybuchowych z lepiszczem polimerowym utwardzanym chemicznie. Omawia właściwości składników stosowanych w PBX-ach: krystalicznych MW, polimerów, plastyfikatorów, związków utwardzających i sieciujących, katalizatorów, komponentów palnych i utleniaczy, przeciwutleniaczy oraz związków wiążących i zwilżających. Przedstawia wybrane parametry dziesięciu kruszących MW, z których jak wynika z dalszego opisu trzy (heksogen, oktogen i NTO) są stosowane jako składniki PBX-ów z lepiszczem polibutadienowym (tabela 8). Właśnie lepiszcza polibutadienowe, polisiloksanowe i energetyczne są opisane w ramach charakterystyk polimerów formujących matrycę PBX-ów. W zakończeniu tego punktu Doktorant szczegółowo opisuje związki wiążące, ponieważ jak wynika z tezy pracy opracowanie zamiennika najczęściej stosowanej N.N-bis(2-hydroksyetylo)dimetylohydantoiny (DHE) będzie jednym z celów recenzowanej dysertacji. Ostatnie dwa punkty rozdziału pierwszego dotyczą charakterystyk kompozycji wybuchowych z lepiszczami polibutadienowym i polisiloksanowym.

W drugim rozdziale części literaturowej znajduje się opis mechanizmu działania związków wiążących na granicy faz krystalicznego materiału wybuchowego i lepiszcza polimerowego. Autor pracy przedstawia trzy procesy związane z oddziaływaniem środka wiążącego decydujące o właściwościach utwardzonego ładunku. Opisuje wpływ budowy chemicznej związku na potencjał wiążący, oraz znaczenie wiązań wodorowych i oddziaływania dipol-dipol oraz równowagi hydrofilowo-lipofilowej w procesie oddziaływania środka wiążącego. W zakończeniu rozdziału jest pokazana możliwość oceny oddziaływań międzyfazowych z wykorzystaniem spektroskopii w podczerwieni z transformatą Fouriera. Zaprezentowane wyniki badań dotyczą wpływu DHE i pochodnych lauryloaminy na pasmo absorpcji asymetrycznych drgań grupy nitrowej heksogenu oraz związków wiążących z grupy rozgałęzionych polieterów zakończonych grupami cyjanowymi na absorpcję asymetrycznych drgań grupy nitrowej CL-20. Autor podkreśla, że do

badania oddziaływań międzyfazowych wykorzystuje się również spektroskopię magnetycznego rezonansu jądrowego i rentgenowską spektroskopię fotoelektronów.

Przeprowadzona analiza literatury była podstawą sformułowania przez Doktoranta obszernej tezy pracy, którą można podzielić na dwie części. Poznawczą, obejmującą możliwość opracowania materiałów wybuchowych typu PBX przeznaczonych do elaboracji metodą odlewania, w tym małowrażliwego zawierającego sferoidalne NTO, których parametry będą porównywalne z kompozycjami odlewanyymi stosowanymi aktualnie w polskim przemyśle zbrojeniowym. Utylitarną, zawierającą również częściowo elementy poznawcze, dotyczącą zastosowania w opracowanych MW łatwo dostępnych i tanich związków wiążących z grupy niejonowych surfaktantów. Aby udowodnić postawioną tezę Autor proponuje pięć celów pracy.

Część eksperymentalna dysertacji jest podzielona na cztery rozdziały. W rozdziale pierwszym Autor przedstawia optymalizację procesu utwardzania lepiszczy polimerowych. Badał układy polibutadienowe i polisiloksanowe. Na tym etapie doświadczeń stosuje polibutadien grupami hydroksylowymi (HTPB) o zawartości grup 1,2-winylowych 65% i polimetylosiloksan również zakończony grupami hydroksylowymi (HTPDMS). Polibutadien jest sieciowany dizocyjanianem izoforonu (IPDI) lub 2,4-diizocyjanianotolunem (TDI) a polimetylosiloksan tetraetokysilanem (TEOS), w obecności jako katalizatora dilaurynianu dibutylocyny (DBTDL). Jako wypełniacz był stosowany heksogen (RDX) klasy I zgodnie z normą MIL-DTL-398D. Dla badanych układów Doktorant wyznaczył zależność ich lepkości od temperatury, wpływ zawartości katalizatora na kinetykę procesu utwardzania oraz zależność lepkości dynamicznej od zawartości wysokoenergetycznego wypełniacza. Na podstawie wyników przeprowadzonych eksperymentów, Autor pracy do dalszych badań w przypadku HTPB wytypował jako środek sieciujący IPDI przy zawartości 0,05% DBTDL. Ze względu na problemy związane z niską początkową lepkością HTPDMS oraz koniecznością stosowania dużej ilości cyjanoorganicznego katalizatora wykluczył silikonowy polimer z oddziaływań międzyfazowych zawierających materiał wybuchowy.

Rozdział drugi części doświadczalnej zawiera wyniki badań oddziaływań międzyfazowych w mieszaninach wybuchowych. Podstawowym ich celem, wpływającym z tezy pracy, było *„określenie możliwości zastosowania dostępnych komercyjnie surfaktantów jako związków wiążących w kompozycjach wybuchowych*

z *lepiszczem polimerowym utwardzanym chemicznie*". Związkiem odniesienia był DHE, a testowane emulgatory to: Rokwin 8, Rokafenol N3, Rokamin SR6 i Tetronic 90R4, o wartości HLB od 4,3 do 9,0. W badaniach oprócz wcześniej wymienionego heksogenu był stosowany RDX mielony na mokro, otrzymany w Zakładzie Materiałów Wybuchowych WAT. W pierwszej fazie opisywanych w tym rozdziale badań Doktorant wyznaczył wpływ zawartości DHE na proces utwardzania HTPB bez i z wypełniaczem heksogenowym. Następnie wykonał próby utwardzania przy jednej zawartości (1,2%) wymienionych powyżej środków wiążących i niesprecyzowanym rodzaju heksogenu. Porównując wyniki utwardzania uzyskane dla DHE i wytypowanych emulgatorów Autor pracy stwierdził, że w badanych układach rolę związku wiążącego mogą spełnić Rokamin SR4 i Rokafenol F3, jednak ze znacznie mniejszą skutecznością niż DHE. Wniosek ten został potwierdzony na podstawie wyników badań wykonanych z wykorzystaniem spektroskopii w podczerwieni z transformatą Fouriera.

Kolejny rozdział części eksperymentalnej zawiera wyniki prób implementacji komercyjnie dostępnych polisiloksanów w kompozycjach wybuchowych typu PBX, charakteryzujących się maksymalną zawartością kruszącego materiału wybuchowego. Lepiszczem odniesienia w stosunku do lepiszczy polisiloksanowych był Viton A należący do grupy lepiszczy polifluorowych najczęściej używanych do otrzymywania PBX-ów o maksymalnej zawartości MW np. PBX-9407 czy PBX-9503. Próby zakończyły się niepowodzeniem, ponieważ w stosunku do MW z Vitonem A zaprasowane kształtki z lepiszczem polisiloksanowym miały niższą gęstość, a więc potencjalnie niższe parametry detonacyjne, oraz mniejszą wytrzymałość mechaniczną. W następnej serii eksperymentów były badane MW termobaryczne. W tym przypadku MW odniesienia był klasyczny TBX zawierający oprócz pyłu aluminiowego heksogen i trotyl. Porównawcze badania parametrów detonacyjnych wykazały, że MW zawierające lepiszcza polisiloksanowe mają niższe: prędkości detonacji, parametry generowanych powietrznych fal podmuchowych i równoważniki trotylowe niż MW odniesienia. W ostatnim etapie tej części badań Doktorant przeprowadził eksperymenty z mieszaninami wybuchowymi zawierającymi proszek wolframu, w aspekcie ich zastosowania w pancerzach reaktywnych. Mieszaninę zawierającą proszek wolframowy, silikon RTV typu kondensacyjnego marki Soudal oraz oktogen umieszczał w okrągłej formie, gdzie była utwardzana w temperaturze pokojowej. Mieszaniny wybuchowe zawierały proszek wolframowy o różnym

rozdrobieniu i zróżnicowanej zawartości. Przeprowadzone badania wrażliwości na uderzenie i tarcie wybranych mieszanin wykazały, że rozdrobnienie pyłu wolframowego w testowanych MW nie ma wpływu na ich wrażliwość, o której zasadniczo decyduje zawartość lepiszcza. Następnie Autor pracy wykonał badania w dwóch układach rozpraszania strumienia kumulacyjnego, generowanego w wyniku detonacji ładunku wykonanego z PBXW-11 o masie 85 g, poprzez pancerz reaktywny zawierający opracowane MW. Wyniki tego etapu eksperymentów pokazały, że pancerze reaktywne zawierające proszek wolframowy, drobnokrystaliczny oktogen i zastosowane lepiszcze polisiloksanowe mają zdolność rozpraszania strumienia kumulacyjnego generowanego przez ładunek MW o średniej masie. Najistotniejszy czynnikiem decydującym o skuteczności rozpraszania jest kąt uderzenia.

W ostatnim i najbardziej obszernym rozdziale części doświadczalnej, Doktorant przedstawił wyniki badań właściwości kompozycji wybuchowych zawierających HTPB. Badania zaczął od optymalizacji składu MW w skali laboratoryjnej. Polegała ona na doborze: proporcji frakcji heksogenu oraz zawartości lepiszcza, plastyfikatora i związku wiążącego. Testowane były dwie frakcje heksogenu, drobnokrystaliczna i o wymiarze ziaren w zakresie 200-300  $\mu\text{m}$ , przy ich sumarycznej zawartości 80%. Na podstawie uzyskanych gęstości do dalszych prób Doktorant wybrał MW, w którym stosunek frakcji grubokrystalicznej do drobnokrystalicznej wynosił 7:3. Dobór zawartości lepiszcza (HTPB) przeprowadził dla trzech jego zawartości, jednocześnie zmieniając stężenia IPDI i DOA. Biorąc pod uwagę właściwości reologiczne wytypował do przyszłych badań MW zawierający średnią ilość lepiszcza (10,19%). W ramach badań doboru substancji wiążącej wykonał pomiary gęstości, twardości i wrażliwości na uderzenie zarówno dla różnych zawartości DHE jak i stałego stężenia testowanych wcześniej emulgatorów (0,23%). W przypadku emulgatorów otrzymane MW miały zbyt niską twardość a jednocześnie najwyższą wrażliwość na uderzenie, co je wyeliminowało z dalszych eksperymentów. Na podstawie wykonanych optymalizacji do badań w skali laboratoryjnej został wytypowany MW o składzie [%]: heksogen grubokrystaliczny – 59,50; heksogen drobnokrystaliczny – 25,50; HTPB – 9,78; IPDI – 1,23; DOA – 3,75; DHE – 0,23 i DBDTL – 0,01.

W następnym podrozdziale Doktorant stosując program CHEETAH, przeprowadził szacowania numeryczne wybranych parametrów energetycznych

MW z lepiszczem bazującym na HTPB. Jako mieszaninę wyjściową do obliczeń przyjął kompozycję K6, która przy tej samej zawartości heksogenu, w odróżnieniu od kompozycji K9 miała inny skład jakościowy i ilościowy lepiszcza. Podstawowymi zmiennymi w obliczeniach była zawartość heksogenu i gęstość wybuchowych kompozycji. Wyznaczanymi parametrami były: ciśnienie detonacji, prędkość detonacji, energia detonacji i temperatura detonacji. Autor uzyskał typowe zależności szacowanych parametrów od gęstości MW i zawartości składnika wysokoenergetycznego.

Następny podrozdział części doświadczalnej zawiera metody wytworzenia wybuchowych kompozycji w skali wielkolaboratoryjnej i wyniki badań ich właściwości. Doktorant otrzymał trzy rodzaje MW zawierających: krystaliczny heksogen, krystaliczny oktogen (HMX) oraz krystaliczny HMX i sferoidalne NTO. Do homogenizacji składników otrzymywanych MW zastosował mieszadło planetarne. Po ujednorodnieniu wybuchowych mieszanin elaborował je do form, gdzie MW był wytrząsany a następnie utwardzany. W przypadku mieszanin wybuchowych z oktogenem został wydłużony czas mieszania z IPDI, który zagwarantował lepszą homogeniczność gotowych ładunków i ich równomierne utwardzanie. Natomiast w przypadku mieszanin z HMX i NTO, po pierwszych niesatysfakcjonujących próbach z zastosowaniem jako wyjściowej mieszaniny K9, do kolejnych eksperymentów została wybrana mieszanina K17, co dało pozytywny rezultat.

Badania właściwości otrzymanych MW Doktorant rozpoczął od wyznaczenia gęstości, twardości i wrażliwości na bodźce mechaniczne, oraz otrzymał ich termogramy DSC/TG. Następnie przeszedł do pomiarów parametrów detonacyjnych. Wyniki eksperymentów porównywał z danymi uzyskanymi przez szacowanie numeryczne. Prędkości detonacji i ciśnienia detonacji określał w ramach jednego pomiaru. Najwyższe wartości mierzonych parametrów uzyskał dla kompozycji HMX/HTPB a najniższe dla mieszaniny NTO/HMX/HTPB, dla której wyznaczył również zależność prędkości detonacji od średnicy ładunku. W celu określenia zdolności do detonacji wykonał testy szczelinowe (*Gap Test*) a uzyskane wyniki eksperymentów zestawił w porównaniu do literaturowej danej dla trotylu, który okazał się najmniej wrażliwy na inicjowanie falą uderzeniową. Przeprowadził również testy cylindryczne, w ramach których oprócz eksperymentów wykonał szereg symulacji numerycznych uzyskując w wielu przypadkach zbieżność pomiędzy wynikami doświadczeń a rezultatami obliczeń. W wyniku wykonanych testów cylindrycznych

wyznaczył: prędkość detonacji, ciśnienie detonacji, prędkość Gurneya, energię Gurneya i energię detonacji. W przypadku ciśnienia detonacji uzyskał zbliżone wyniki do otrzymanych w metodzie wgłębienia w płytce stalowej. Pozostałe badania, na podstawie których wyznaczył: ciepło wybuchu, wrażliwość na szybkie ogrzewanie, wrażliwość na trafienie strumieniem kumulacyjnym i zdolność do przejścia palenia w detonację wykonał wyłącznie dla mieszaniny NTO/HMX/HTPB. Wyniki trzech ostatnich badań były podstawą dla Doktoranta do zakwalifikowania kompozycji NTO/HMX/HTPB do grupy materiałów wybuchowych małowrażliwych.

Cytowana w rozprawie bibliografia jest bardzo obszerna i zawiera 124 pozycje, związane bezpośrednio z tematyką recenzowanej dysertacji. Przywołane pozycje są z małymi wyjątkami wyłącznie angielskojęzyczne, opublikowane w czasopismach naukowych głównie z tzw. „listy filadelfijskiej”. Bibliografia jest przygotowana bardzo starannie, tylko w niektórych przypadkach (np.: [35], [37] czy [41]) Autor odstępuje od przyjętego szablonu, zapisując pełne nazwy czasopism a nie w formie skrótowców. Duża liczba prac została opublikowana w drugiej i trzeciej dekadzie XXI wieku, co dowodzi o aktualności tematyki zrealizowanej pracy.

## **B. Ogólna ocena rozprawy**

Najważniejszą częścią recenzowanej pracy są rozdziały 4-7 zawierające wyniki badań eksperymentalnych i szacowań numerycznych. Doktorant wykonał optymalizację procesu utwardzania dwóch typów lepiszczy. Opracował technologie otrzymywania szeregu materiałów wybuchowych typu PBX, ukierunkowane na otrzymywanie ładunków o maksymalnych gęstościach i wysokiej homogeniczności. Stosując lepiszcza polisiloksanowe otrzymał MW termobaryczny oraz kompozycję wybuchową, którą można zastosować w pancerzach reaktywnych. W przypadku lepiszcza polibutadianowego efektem szeregu prac laboratoryjnych jest otrzymanie mieszaniny NTO/HMX/HTPB, którą można zaliczyć do grupy małowrażliwych materiałów wybuchowych. Aby osiągnąć założone cele pracy wykonał bardzo szeroką gamę eksperymentów stosując zróżnicowane techniki pomiarowe i analityczne oraz szacowania numeryczne.

Autor dysertacji wykazał się umiejętnością prawidłowej analizy wyników badań i wyciągania wniosków adekwatnych do uzyskanych rezultatów eksperymentów. Należy podkreślić, że Doktorant bardzo krytycznie podszedł do otrzymanych

rezultatów badań. Nie próbuje kamuflować pewnych braków w stosunku do założonej tezy ale je rzetelnie przedstawia. Pod względem edytorskim praca zredagowana jest bardzo starannie, a występujące niedoskonałości (przedstawione w części C recenzji), nie deprecjonują pozytywną ocenę rozprawy.

### C. Uwagi dyskusyjne i krytyczne

Podczas przygotowywania wielostronicowej dysertacji Doktorant nie ustrzegł się niewielkich błędów i niedociągnięć, z których według mnie najistotniejsze zostały wymienione poniżej:

- Stosuje nieprawidłowy zapis zawartości danej substancji - „%wag.”, na str. 11 podaje udział składników w „%”, a na str. 49 znajduje się określenie w miarę poprawne „% masowych”. Uważam, że w całej pracy powinien zastosować jednostkę „%”, ponieważ nigdzie nie zauważyłem procentów objętościowych.
- Str. 31. W tezie pracy jest między innymi zapis „....których parametry będą porównywalne z parametrami odlewanych kompozycji wybuchowych stosowanych w polskim przemyśle zbrojeniowym”. W tekście dysertacji nie znalazłem wyeksponowanego porównania z odlewanyymi MW stosowanymi w polskim przemyśle zbrojeniowym, jedynie w tekście rozprawy można znaleźć kilka krótkich wzmianek. Na przykład na str. 108 (tabela 70) jest porównawcze zestawienie wrażliwości na falę uderzeniową opracowanych MW i trotylu a na str. 106 stwierdzenie „...wszystkie trzy kompozycje mają niższe ciśnienia detonacji niż popularna Kompozycja B.”. Również na str. 124 jest porównanie efektów osiowego trafienia strumieniem kumulacyjnym kompozycji NTO/HMX/THPB i trotylu.
- Str. 31. Doktorant formułuje jako jeden z celów pracy „*optymalizację składów kompozycji PBX z wykorzystaniem programu do obliczeń termochemicznych*” i można domniemywać, że wyniki realizacji tego celu przedstawia w podrozdziale 7.2. Chociaż sam tytuł podrozdziału 7.2 nie odpowiada założonemu celowi, a podrozdział zawiera głównie numeryczne szacowanie podstawowych parametrów detonacji (prędkości, ciśnienia, energii i temperatury) przy zmiennych zawartościach heksogenu i gęstości ładunku. Dlaczego szacowania numeryczne Doktorant przeprowadził dla kompozycji K6 a nie dla wytypowanej do badań w skali wielkolaboratoryjnej kompozycji K9?



- Str. 55. „Jednym z kryteriów doboru związków do badań była wartość HLB wynosząca od 4 do 9. Związki o takich wartościach służą między innymi do stabilizacji emulsji W/O”. Emulsja W/O jest matrycą materiałów wybuchowych emulsyjnych, w których fazą wodną jest przesycony roztwór utleniaczy, W badanych kompozycjach wybuchowych nie występuje technologiczna woda. Dlaczego Doktorant założył, że zastosowane emulgatory spełnią rolę związków wiążących o właściwościach lepszych niż DHE?
- Str. 65, tabela 35. Wartości HLB należało podać przy nazwach emulgatorów, bo one ich dotyczą.
- Str. 106 i 107. W tekście znajdującym się nad tabelą 69 Autor podaje średnice ładunków, w których była mierzona prędkości detonacji kompozycji NTO/HMX/HTPB a ich wartości zestawia w/w tabeli. Natomiast na rys. 64 znajduje się również wartość prędkości detonacji dla średnicy 40 mm. Uważam, że rys. 64 jest niepotrzebny, a wartości prędkości detonacji wraz z gęstością dla ładunku o średnicy 40 mm, zawarte w tabeli 68 powinny być powtórnie umieszczone w tabeli 69. Ponieważ tylko porównując gęstości ładunków i prędkości detonacji można w właściwy sposób zinterpretować uzyskane wyniki. Z zestawionych w tabeli 69 rezultatów szacowań teoretycznych jednoznacznie wynika, że parametrem decydującym o wartości prędkości detonacji jest gęstość ładunku. W przypadku MW idealnych im większa gęstość tym wyższa prędkość detonacji.
- Str. 118, tabela 72. Wartości efektywnego współczynnika politropy i ciśnienia detonacji zostały omyłkowo podane w „m/s”, a nie odpowiednio „bezwymiarowo” i w „GPa”.

#### **D. Wniosek końcowy**

Przedstawiona do recenzji rozprawa jest dowodem bardzo wysokich umiejętności eksperymentalnych i posługiwania się przez Doktoranta szerokim spektrum metod badawczych oraz jego zaangażowania w realizację prac laboratoryjnych. Jest oryginalnym opracowaniem poszerzającym wiedzę o materiałach wybuchowych typu PBX. Również ma aspekty użytkowe, ponieważ opracowany przez Autora dysertacji materiał wybuchowy na lepiszczu silikonowym

zawierający proszek wolframowy ma właściwości predysponujące do zastosowania w pancierzach reaktywnych a mieszanina NTO/HMX/PBX po niewielkich modyfikacjach jakościowego i ilościowego składu lepszczą, zapewniających homogeniczność i wysoką gęstość, może być używana do elaboracji amunicji małowrażliwej.

Problematyka pracy mieści się ściśle w zakresie dyscypliny *nauki chemiczne*.

Rozprawa doktorska pt.: **„Kompozycje wybuchowe z lepszczami polimerowymi utwardzane chemicznie – modyfikacja oddziaływań międzyfazowych oraz badanie właściwości”** spełnia warunki określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.) i zwracam się o dopuszczenie **mgr. inż. Karola Krzysztofa Zalewskiego** do kolejnych etapów przewodu doktorskiego.

