

Prof. dr hab. inż. Dariusz Kardaś

Gdańsk 20.05.2022

Instytut Maszyn Przepływowych im. R. Szewalskiego Polskiej Akademii Nauk

ul. Fiszera 14

80-231 Gdańsk

e-mail: dk@imp.gda.pl

**Recenzja dorobku naukowo-badawczego i dydaktycznego w postępowaniu habilitacyjnym
dr inż. Bożeny Kukfisz**

Recenzja została opracowana na zlecenie Z-cy Dyrektora Głównego Instytutu Górniczego z dnia 25. 03. 2022 w związku z postępowaniem habilitacyjnym wszczętym w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Osiągnięcie naukowe podlegające ocenie zatytułowano „Analiza wpływu wybranych czynników na parametry zapalne i wybuchowe pyłów palnych oraz możliwości ich zastosowania w analizach bezpieczeństwa przemysłowego, jak i zdarzeń masowych”.

Ocena osiągnięcia naukowego

Zgłoszone do recenzji osiągnięcie naukowe składa się ogółem z 10 artykułów i materiałów konferencyjnych, w tym 6 z IF. Temat zainteresowań Kandydatki dotyczy zastosowania i analizy różnych metod badania właściwości palnych i wybuchowych wybranych pyłów. Przedmiot badań, czyli palne substancje sypkie, a szczególnie biomasa, stają się ważnym elementem rynku paliw. Po latach dominacji węgla biomasa zyskuje na znaczeniu, jako uzupełnienie podstawowych źródeł energii. Większe zastosowanie biomasy wymaga lepszego poznania jej własności. Chodzi o parametry i wielkości fizyczne i chemiczne wpływające na własności cieplne oraz bezpieczeństwo. Również substancje chemiczne przeznaczone np. do ochrony roślin mają właściwości palne i wybuchowe. To właśnie zagadnienia bezpieczeństwa różnych pyłów są celem badań dr B. Kukfisz. Z tego punktu widzenia badanie własności palnych i wybuchowych pyłów ma znaczenie użytkowe, ale jest również zagadnieniem naukowym. Autorce chodzi o określenie wybranych parametrów pyłów i otoczenia na

powstawanie zapłonu i wybuchu. Bezpośrednim celem badań było wyznaczenie wielkości pożarowych i wybuchowych, tak aby osiągnąć warunki bezpiecznej pracy.

Osiągnięcia habilitacyjne dr. B. Kukfisz podzieliła na cztery części, z których pierwsza, dotyczy badań i analizy zjawiska zapalenia się warstw i obłoków pyłów oraz sposobów redukcji zapłonu. To zagadnienie jest opisane w pięciu pracach. Zagadnienie jest bardzo ciekawe poznawczo ze względu na złożony mechanizm prowadzący do zapłonu tak w złożu jak i w obłoku pyłu. Badania eksperymentalne wpływu grubości warstwy pyłu na temperaturę zapłonu przeprowadzono dla mąki pszennej, pyłu sosnowego i węgla kamiennego. Pomiary pokazały, że grubsze warstwy pyłów powodują obniżenie temperatury zapłonu. Warstwy pyłu słabo transportują ciepło, stąd taki wynik wydaje się oczywisty. Eksperymenty pokazują, że nie chodzi tylko i wyłącznie o temperaturę podłoża, ale również o warunki zewnętrzne. Transport energii odbywa się nie tylko od podłoża do warstwy pyłu, ale również od warstwy do otoczenia i wpływa na przebieg reakcji utleniania. Kolejnym przedmiotem badań palności warstw pyłów były żywice poliestrowe z dodatkami takimi jak tritlenek diantymonu Sb_2O_3 i tlenek molibdenu MoO_3 . Okazało się, że zapłon mieszaniny z tymi dodatkami zachodzi po dłuższym czasie, niż dzieje się to standardowo. Wydłużenie czasu zapłonu było na tyle znaczące, że obecnie tego typu badania należy przedłużyć parokrotnie. Ciekawe jest, że dodanie MoO_3 spowodowało szybszą pirolizę, ale wpłynęło również na obniżenie temperatury zapłonu. Dalsze badania w tym temacie dotyczyły zapłonu pyłów mieszanek paliw stosowanych w energetyce. Prace eksperymentalne pokazały, że dodatek biomasy powoduje obniżenie temperatury zapłonu w porównaniu z temperaturą warstwy pyłu węgla. Jest to poniekąd dosyć oczywiste, ponieważ temperatura pirolizy biomasy jest wyraźnie niższa, niż węgla. Autorka zwraca uwagę, że w przypadku warstw pyłów temperatura zapłonu zależy od konkretnej próbki i warunków procesu. Inna ważna konstatacja tej pracy zawiera się w stwierdzeniu, że pyły mieszanek węgla i biomasy mogą być bardziej niebezpieczne, niż pyły jednorodne węgla i biomasy. Kolejna praca w tym temacie to samodzielne wystąpienie konferencyjne, które zawiera badania zapłonu warstw pyłów z peletów zmieszanych z dodatkami proszków gaśniczych. Proszki te wpływają na reakcje chemiczne spalania przede wszystkim zmniejszając ilość wolnych rodników H- i OH- i przez to hamują utlenianie. Ponadto, proszki gaśnicze tworzą na warstwie paliwa warstwę izolującą, która blokuje emisję gazów pożarowych, przez co następuje zahamowanie pożaru. W proszkach gaśniczych typu ABC znajduje się fosforan monoamonowy i siarczan amonowy, zaś w proszkach BC wodorowęglan sodowy, wodorowęglan potasowy, siarczan potasowy i mocznik. W ograniczeniu podatności na pożar najlepsze są proszki ABC. Dodanie 20% masy proszku ABC do warstwy pyłu biomasy o grubości do 5 mm podnosi temperaturę zapłonu o ponad 70°C. Zwiększenie zawartości proszku ABC do 70% podnosi dopuszczalną temperaturę pracy urządzenia o ponad 220°C. Dodawanie takich samych ilości proszków typu BC daje mniejsze efekty.

O innej metodzie podwyższenia temperatury zapłonu pyłów poprzez obniżenie poziomu tlenu traktują dwie wieloautorskie prace. Przedmiotem badań były pyły: mąki pszennej, skrobi kukurydzianej, słodu jęczmiennego, węgla i drewna sosnowego. Prace miały charakter eksperymentalny i prowadzono je w komorze z regulowaną zawartości tlenu. Temperaturę samozapłonu wyznaczano na podstawie zmian temperatury w środku próbki, jeśli przekroczyła ona znacząco temperaturę pieca. Okazało się, że to pył węglowy jest najbardziej podatny na samozapłon a temperatura samozapłonu dla tak dużych próbek niewiele przekraczała 100°C. Przeprowadzone badania wpływu składu atmosfery pokazały, że niewielki wzrost zawartości azotu podnosi temperaturę zapłonu. Ciekawe są wyniki dla pyłu drzewnego, który często występuje w kotłowniach i halach produkcyjnych, gdyż obniżenie zawartości tlenu do 17% znacząco ogranicza zdolność tego pyłu do samozapłonu. Nie jest więc konieczne całkowite zastępowanie tlenu azotem, wystarczy stosunkowo niewielkie obniżenie zawartości tlenu.

Omówione powyżej prace pokazują umiejętność Kandydatki stosowania różnych metod i urządzeń pomiarowych oraz to, że porusza się w tej materii z dużą swobodą. Artykuły bazują na dużej liczbie eksperymentów, natomiast mało jest w nich szerszej analizy uzyskanych wyników. Warstwy pyłu są ciekawymi obiektami fizykochemicznymi o porowatej strukturze, gdzie materia występuje w fazie stałej i gazowej, gdzie jednocześnie zachodzą procesy fizyczne i reakcje chemiczne. Autorka trochę nadmienia o strumieniach ciepła, o przewodnictwie cieplnym, przepływach gazów, ale nie kontynuuje tych tematów. Eksperymenty, które przeprowadza dają czasami zaskakujące wyniki i to powinno skłonić do większego zastanowienia i głębszej analizy. Przydałaby się większa, pogłębiona dyskusja, warto byłoby postawić hipotezy, które uwzględniłyby fizyczne i chemiczne parametry materiałów. Czytającemu brakuje uogólnień, które pozwalają wyjść poza konkretne stanowisko badawcze i konkretny materiał. W przypadku warstw pyłów naturalne wydaje się przeprowadzenie opisu i oszacowanie analizy transportu energii.

Parametry wybuchowe pyłów i ich analiza to temat drugiej części osiągnięcia. Pod tym kątem badano mieszaniny powietrza i pyłów sosny, słomy, węgla i różnych pestycydów w zbiorniku ciśnieniowym. Przy zadanych parametrach mieszaniny pyłowo-powietrznej wyznaczono ciśnienie maksymalne, szybkość wzrostu ciśnienia oraz współczynnik K_{stmax} , który przy szybkość wzrostu ciśnienia uwzględnia objętość zbiornika. Dodatkowym parametrem wybuchowości jest minimalna energia zapłonu, do której używa się odpowiedniego stanowiska badawczego— rury Hartmmana. Tak dobrane urządzenia pomiarowe i parametry zostały użyte do pomiarów wybuchowości materiałów, istotnych w energetyce, rolnictwie i przemyśle spożywczym. Sferyczny reaktor do badań wybuchów posiadał możliwość regulacji zawartości gazów, w tym tlenu. Przeprowadzone eksperymenty pokazały, że mieszanina powietrza i pyłu sosnowego jest silnie wybuchowa i wymaga istotnego obniżenia udziału

tlenu nawet do 12%, by uzyskać bezpieczne warunki. Kolejna jednoautorska praca poświęcona jest wybuchowości pestycydów. W zależności od typu pestycydu są to substancje silnie i słabo wybuchowe. Przy badaniu mieszanki pyłu węgla i słomy okazało się, że ciśnienie maksymalne jest wyższe od wartości ciśnienia dla czystego pyłu węglowego i czystej biomasy. Szkoda, że ten fakt nie stał się podstawą do analizy przyczyn, bo co prawda Kandydatka wspomina o zawartości części lotnych, ale nie kontynuuje tego tematu. Sposobem obniżenia wybuchowości było dodawanie proszku gaśniczego. Okazało się, że dodatek proszku gaśniczego wpływa na obniżenie parametrów wybuchowych wszystkich badanych pyłów. Te badania pokazały, że największych ilości proszku gaśniczego wymagał najbardziej wybuchowy pył drewna sosnowego. Ta część jest pracy jest uboższa przez brak uogólnienia i bardziej rozwiniętego opisu przyczyn takiego przebiegu zjawiska. Stosowne w tym miejscu byłoby przeanalizowanie reakcji chemicznych przy dodaniu proszków pożarowych. Pytanie rodzące się w związku z silną wybuchowością mieszanek z biomasą brzmi, dlaczego tak się dzieje i jakie parametry biomasy są z tym związane. Zawartość części lotnych może być wskazaniem, ale oprócz tego brakuje odniesienia do wybuchów gazów. Autorka wspomina o powierzchni właściwej, ale nic poza tym.

Niewątpliwie najciekawsza i najlepsza jest część trzecia osiągnięcia, na którą składają się dwa artykuły. Dotyczą one procesu suszenia biomasy (zrębek wierzby i tytoniu) oraz zapłonu i wybuchowości mieszanin pyłów tych materiałów i powietrza. Jest to zagadnienie bardzo istotne, ponieważ suszenie parą przegrzaną jest bezpieczne, a ponadto istnieje możliwość odbioru ciepła od kondensatu np. w obiegach ORC, co jest efektywne od strony termodynamicznej. W autoreferacie na stronie 20 omyłkowo artykuł o suszeniu tytoniu [A2] zacytowano jako [A1] i odwrotnie. W obu pracach przedstawiono własne autorskie stanowisko do badania szybkości suszenia biomasy w strumieniu pary przegrzanej, wykorzystano również wysokociśnieniowy zbiornik do badania wybuchów mieszanin, rurę Hartmanna, piec Goberta-Greenwalda i stanowisko do badania palności warstw pyłów. Wymieniam te stanowiska, by podkreślić szeroki zakres prowadzonych prac eksperymentalnych. Te dwie prace, inaczej niż wszystkie pozostałe, wymienione w osiągnięciu, zawierają model fizyko-chemiczny procesu suszenia co pokazuje umiejętność zespołu autorów uogólnienia zjawisk. Jest to bardzo ważna umiejętność i świadczy o kompleksowym, dojrzałym podejściu do zjawisk. Trzeba podkreślić, że problemy, którymi zajmuje się dr B. Kukfisz są złożone i wymagają wiedzy z zakresu termodynamiki, wymiany ciepła, chemii i mechaniki płynów. Na uwagę zwracają wyniki dotyczące kondensacji wilgoci w pierwszej fazie suszenia zrębek wierzby – efekt widoczny również w modelu suszenia. Ponadto, badania pokazały, że wyższa temperatura pary przegrzanej daje niższą zawartość wilgoci w biomasie.

Wyniki badań wybuchowości pokazały, że pył wierzby energetycznej poddany suszeniu w najwyższej temperaturze ma wysoką temperaturę zapłonu, ale charakteryzuje się wysokim ciśnieniem i szybkim wzrostem ciśnienia. Badania wybuchowości przeprowadzono dla różnych koncentracji pyłów

i okazało się, że najwyższe ciśnienia i najszybsze przyrost ciśnień występują dla mieszanin o koncentracji pyłu 500-1250 g./m³. Niższe i wyższe koncentracje dają niższe parametry wybuchowości. Praktyczny wynik badań jest taki, że suszenie parą przegrzaną dało pył praktycznie pozbawiony wilgoci, więc silnie wybuchowy w warunkach obecności tlenu i odpowiedniej temperatury.

Druga praca, na temat własności palnych i wybuchowych pyłu tytoniowego, zawiera model procesu suszenia tytoniu, który został zweryfikowany danymi z pomiarów na pełnoskalowej suszarni. Zgodność wyników obliczeń z pomiarami jest bardzo wysoka. Pyły powstałe z suszenia tytoniu mają cechy wspólne z pyłem z wierzby. Po suszeniu wzrasta szybkość wzrostu ciśnienia mieszanki wybuchowej. Zależność wybuchowości (ciśnienia i szybkości wzrostu ciśnienia) od koncentracji pyłu tytoniowego jest typu parabolicznego z dobrze określonym maksimum w okolicach 750 g/m³. Z praktycznego, pożarniczego punktu widzenia ważna jest konkluzja, że prawdopodobieństwo zapłonu mieszanki pyłu tytoniowego z powietrzem jest niskie. Po suszenia parą przegrzaną w temperaturze 180°C pył tytoniowy charakteryzuje się wyższą wartością minimalnej temperatury zapłonu.

Jednocześnie chciałbym dodać, że choć oba artykuły na temat własności wybuchowych i procesu suszenia dotyczą zasadniczo tej samej tematyki, to zdecydowanie staranniej zredagowany jest artykuł w „Fuel Processing Technology”, niż w „Energies”, gdzie np. brakuje opisu stosowanych zmiennych w modelu suszenia, co przy dużej liczbie parametrów utrudnia lekturę artykułu.

Podsumowanie osiągnięcia

Istotną zaletą osiągnięcia habilitacyjnego pani Bożeny Kukfisz jest sam cel prowadzonych badań, czyli określenie warunków bezpieczeństwa dla pyłów różnych typów biomasy, węgla i substancji chemicznych oraz sposobów ograniczenia ich palności i wybuchowości. Ogólnie w ocenie dorobku bardzo ważna jest naukowa jakość osiągniętych wyników, ale równie istotne jest zrozumienie celu prowadzonych prac i ich użyteczność. Wniosek Kandydatki o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka jest uzasadniony uprawianą przez nią tematyką, która mieści się w obrębie tej dyscypliny naukowej. W czasach inflacji prac badawczych i artykułów, takie podejście świadczy o dojrzałym podejściu do pracy.

Zasadniczo w cyklu przedstawionych do oceny artykułów dominują badania eksperymentalne, choć są też elementy modelowania zjawisk. Część doświadczalna jest bogata, dotyczy wielu materiałów i została wykonana w różnych warunkach koncentracji pyłów, grubości warstw, składu atmosfery i temperatury. Daje to duży zasób własnych wyników badań eksperymentalnych. W poszczególnych artykułach znajdują się podsumowania i wnioski. Mają one jednak charakter szczegółowy, nastawiony na podanie parametrów maksymalnego ciśnienia, szybkości wzrostu ciśnienia, temperatury zapłonu

warstw pył. Pojawiają się tam informacje o wpływie dodatków, które zmieniają te parametry w konkretnym przypadku, czy strumieniu ciepła generowanym dla danego eksperymentu i urządzenia pomiarowego – informacje na pewno ważne, ale odnoszące się do konkretnej sytuacji. Główną słabością recenzowanego osiągnięcia w postaci cyklu artykułów jest według mnie brak podsumowania dotyczącego wszystkich badań, brakuje mi szerokiej perspektywy dla przeprowadzonych eksperymentów, połączenia ich ze sobą. Być może najlepszym rozwiązaniem byłby autorski, podsumowujący artykuł. Jak zaznaczałem wcześniej, słabością tak przedstawionego osiągnięcia jest brak uogólnień, opisu, który uwzględniłby większość uzyskanych rezultatów. Mając tak duże doświadczenie dr B. Kukfisz mogłaby całościowo analizować przeprowadzone w ciągu ostatnich lat eksperymenty. Brakuje podsumowania uzyskanych wyników na temat wybuchowości i palności pyłów, których liczba jest znacząca, a dobór reprezentatywny dla szerokiego spektrum zastosowań, bo są tam powszechnie stosowane materiały i surowce energetyczne, rolne i chemiczne. Mając tak dużą liczbę przeprowadzonych eksperymentów Autorka mogła pokusić się o całościowe, zintegrowane analizy uzyskanych wyników. Pewną wadą wniosku, jest to także to, że Kandydatka nie opisała dokładnie swojego wkładu w prowadzone badania i uzyskane wyniki. Można się tylko domyślać, że oprócz redakcji artykułów była odpowiedzialna i wykonywała prace eksperymentalne.

Podsumowując wszystkie powyższe uwagi, uważam że przedstawiony cykl publikacji tworzy nową wiedzę w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka i wnosi wkład w jej rozwój.

Ocena istotnej aktywności naukowej, działalności dydaktycznej i organizacyjnej

Inna, nie obejmująca osiągnięcia habilitacyjnego, działalność naukowa dr B. Kukfisz dotyczy kilku tematów. Do nich należy zaliczyć opracowanie innowacyjnego systemu organizacji dochodzeń popożarowych w Polsce oraz opracowanie narzędzi technicznych i informatycznych podnoszących ich efektywność, co ma charakter interdyscyplinarny z zakresu szkolenia, numerycznej mechaniki płynów i organizacji. Inny temat realizowany przez Kandydatkę to metody neutralizacji zagrożeń wybuchów gazów technicznych. W ramach tego tematu prowadziła badania wskaźnika tlenowego w pokojowej i podwyższonej temperaturze, badania ciepła spalania, zapalności wyrobów poddawanych bezpośredniemu działaniu płomienia i badania szybkości wydzielania ciepła materiałów odpornych na wysokie temperatury. Stworzone nowe materiały były testowane i weryfikowane pod kątem wydzielania dymu. Opracowane zostały metody bierne i aktywne likwidacji zagrożenia wybuchu dla zbiorników z gazami technicznymi. Kandydatka brała udział w testach na poligonach, gdzie badano butle gazów palnych w wysokich temperaturach. Kolejny temat badawczy dotyczył zagadnień spalania materiałów polimerowych takich jak żywice epoksydowe i akrylowe, taśmy samoprzylepne i kompozyty drewnopochodne. Materiały te weryfikowano pod kątem bilansu energii, dymienia i ubytku masy na

skutek spalania. Oprócz materiałów budowlanych własności palne były wyznaczane dla materiałów wykończenia wnętrz i materiałów tapicerowanych, które są obecnie na rynku. Badania polegały na wyznaczeniu rozprzestrzeniania się płomienia i intensywności wydzielania dymu dla tego typu materiałów. Badania oprócz charakteru poznawczego miały znaczenie użytkowe dla klasyfikacji materiałów w budownictwie, kolejnictwie i okrętownictwie. Jeszcze jeden temat podejmowany przez B. Kukfisz to przenikalność sorpcyjna gleb dla cieczy niepolarnych oraz wpływ środków powierzchniowo czynnych na zmianę czasu przenikania i temperatury gleby w przypadku zapłonu substancji. Liczba dodatkowych tematów badawczych jest bardzo duża i robi wrażenie, będąc dowodem aktywności i pracowitości kandydatki. Na koniec może warto wspomnieć o udziale w zaprojektowaniu systemu hybrydowych profili aluminiowych z rdzeniem wykonanym z nanokompozytu polimerowego. Efektem tej pracy było powstanie nowych systemów przeciwpożarowych o zredukowanej wadze i lepszej odporności ogniowej.

Na szczególne uznanie zasługuje uczestnictwo i aktywność projektowa dr B. Kukfisz w kilkunastu różnych projektach krajowych i zagranicznych. Habilitantka brała w nich udział jako uczestnik i jako kierownik.

Informacje na temat działalności dydaktycznej Kandydatki w Szkole Głównej Służby Pożarniczej – wykłady, ćwiczenia i opieka nad studentami świadczą o ponadprzeciętnym zaangażowaniu na rzecz tej uczelni. Prowadzone przez nią zajęcia dotyczą fizykochemii spalania, monitorowania zagrożeń bezpieczeństwa, analizy skutków wybuchu. Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitantka sprawowała funkcje promotora w 32 pracach inżynierskich i 30 magisterskich. Oprócz SGSP jest zatrudniona w Wojskowej Akademii Technicznej, gdzie wykłada takie przedmioty jak: *materiały i substancje niebezpieczne, ratownictwo chemiczne, chemia stosowana* i inne. Również tam prowadzi prace inżynierskie (1) i magisterskie (2).

Działalność organizacyjna B. Kukfisz sprawia także pozytywne wrażenie, czego przykładami są pełnione przez nią funkcje m.in. kierownika studiów podyplomowych w Szkole Głównej Służby Pożarniczej, kierownika zakładu Teorii Procesów Spalania i Wybuchu, członka zespołu dokumentacji uprawnień doktorskich, członka komisji jakości kształcenia, Pełnomocnika Rektora-Komendanta w SGSP d.s. rozwoju nauki, itd. Na pewno jest to liczba zadań i funkcji powyżej średniej.

Ważny element działalności organizacyjnej Habilitantki stanowiła budowa wyposażenia laboratoryjnego, na co złożył się szereg urządzeń i stanowisk badawczych. Jako członek zespołów badawczych i projektowych uzyskała kilka nagród i dyplomów na konferencjach i wystawach. Została również odznaczona za popularyzację nauki i za dydaktykę.

Jeśli chodzi o dorobek publikacyjny to oprócz wymienionego cyklu 10 publikacji dr B. Kukfisz może wykazać się dodatkowo kolejnymi 10 artykułami z listy WoS. Do tego dochodzą artykuły w materiałach z konferencji indeksowanych w obu bazach WoS i Scopus (10 publikacji). Należy dodać jeszcze 24 artykuły w czasopismach punktowanych na liście MEiN i 6 publikacji spoza tej listy. Do swoich osiągnięć Kandydatka dodała rozdziały w monografiach w języku polskim (4 rozdziały), rozdziały w monografiach w języku angielskim (3 rozdziały) oraz referaty wygłaszane na konferencjach krajowych (8 wystąpień) i międzynarodowych (34 wystąpienia). Jeśli chodzi o liczbę cytowań to we wniosku z października 2021 wynosiła on 63 a obecnie w maju 2022 przekracza 90, widać więc bardzo szybki przyrost.

W świetle przedstawionych innych osiągnięć naukowo-badawczych, działalności organizacyjnej, popularyzatorskiej i współpracy krajowej i międzynarodowej stwierdzam, że B. Kukfisz spełnia kryteria w odniesieniu do wymagań dla kandydatów na stopień doktora habilitowanego.

Wniosek końcowy

Na podstawie wykonanej oceny całokształtu osiągnięć naukowych dr inż. Bożeny Kukfisz ze szczególnym uwzględnieniem zbioru publikacji pod tytułem „Analiza wpływu wybranych czynników na parametry zapalane i wybuchowe pyłów palnych oraz możliwości ich zastosowania w analizach bezpieczeństwa przemysłowego, jak i zdarzeń masowych” jako jej najbardziej znaczącego osiągnięcia naukowego, stwierdzam że jej wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka jest wystarczający do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

Danin Kondas'