

Kraków, 01.02 2026 r.

Prof. dr hab. inż. Jan Taler
Politechnika Krakowska
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Katedra Energetyki
al. Jana Pawła II 37/A616
31-864 Kraków
e-mail: jan.taler@pk.edu.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Daniela Darnikowskiego pt.

„Methodology for investigating the degradation processes of modern materials used in alternative energy sources exposed to fire and/or mechanical overloads”

„Metodologia badania procesów degradacji nowoczesnych materiałów stosowanych w alternatywnych źródłach energii narażonych na działanie ognia i/lub przeciążenia mechaniczne”

1. Ocena aktualności i znaczenia tematyki rozprawy

Recenzowana rozprawa o objętości 235 stron składa się z 8 rozdziałów i 5 załączników. Na początku rozprawy znajduje się spis 8 współautorskich publikacji mgr inż. Daniela Darnikowskiego, wykaz ważniejszych skrótów oraz spis treści. Na końcu rozprawy znajduje się lista rysunków oraz lista tablic przedstawionych w rozprawie.

Promotorem recenzowanej rozprawy doktorskiej jest dr hab. inż. Magdalena Mieloszyk, prof. IMP PAN.

Recenzowana rozprawa ma także znaczenie praktyczne. Rozprawa dotyczy bardzo aktualnego i ważnego obszaru bezpieczeństwa użytkowania oraz powtarzalnej oceny systemów akumulatorów litowo-jonowych (LIB) poddawanych oddziaływaniu pożaru oraz złożonym obciążeniom termiczno-mechanicznym. Znaczenie tej tematyki jest mocno uzasadnione szybkim upowszechnianiem się elektromobilności i stacjonarnych magazynów energii, a także utrzymującymi się zagrożeniami związanymi z ucieczką termiczną (TR, z ang. Thermal Runaway), w tym eskalacją pożaru, uszkodzeniami mechanicznymi baterii spowodowanymi wysokim nadciśnieniowym w ich wnętrzu oraz emisjami toksycznymi i/lub palnymi.

Tematyka rozprawy jest ważna oraz aktualna i może stanowić przedmiot rozprawy doktorskiej. Znaczenie tej tematyki jest mocno uzasadnione szybkim upowszechnianiem się zastosowania baterii w układach napędowych samochodów i stacjonarnych magazynach energii, a także utrzymującymi się zagrożeniami związanymi z ucieczką termiczną (TR), w tym eskalacją pożaru, wybuchami baterii oraz emisjami toksycznymi i/lub palnymi.

Praca stanowi istotne i dobrze zdefiniowane rozszerzenie obecnego stanu wiedzy, przechodząc od powszechnie rozpoznawanych jakościowych obaw (np. ograniczeń regulacyjnych testów

pożarowych) do ilościowych, statystycznie podpartych dowodów dotyczących problemów powtarzalności i niepewności w szeroko stosowanych scenariuszach z otwartym płomieniem, spowodowanych na przykład, pożarem kałuży paliwa.

Kluczowym wkładem naukowym jest systematyczne wykazanie, że niekontrolowane czynniki środowiskowe mogą powodować znaczną zmienność nawet przy nominalnie identycznych warunkach badań, co podważa porównywalność testów i wartość diagnostyczną uzyskiwanych zbiorów danych.

Drugim ważnym wkładem jest opracowanie i walidacja ulepszanego podejścia obejmującego: przeniesienie i adaptacja standardowej metodyki badań odporności ogniowej w piecach (krzywe czas–temperatura oraz zasady sterowania stosowane w badaniach konstrukcji w warunkach pożaru) do oceny obudów akumulatorów.

Z naukowego punktu widzenia rozprawa wzmacnia podstawy metodyczne badań bezpieczeństwa akumulatorów poprzez ustanowienie kontrolowanych warunków ekspozycji, zastosowanie odpowiednich metod pomiarowych oraz strategii walidacji ukierunkowanej na powtarzalność. Z perspektywy zastosowań praca dostarcza praktycznych rekomendacji dotyczących poprawy standaryzacji i procedur prawnych, w tym proponuje uzupełniania testów odporności ogniowej o wymagania odnoszące się do wewnętrznego generowania gazów, odpowietrzania oraz zagrożeń wybuchowych spowodowanych wysokim nadciśnieniem w szczelnej obudowie baterii.

Autor przeprowadził w swojej rozprawie:

- krytyczny przegląd i porównanie międzynarodowych norm oraz regulacji dotyczących badań bezpieczeństwa akumulatorów,
- pełnoskalowe badania eksperymentalne w warunkach otwartego płomienia oraz w warunkach piecowych,
- odpowiednio dobraną aparaturę pomiarową i układ akwizycji danych w celu rejestracji odpowiedzi termicznych oraz mechanicznych/strukturalnych,
- statystyczną ocenę powtarzalności zgodną z uznanymi zasadami (kryteria powtarzalności/precyzji),
- analizy numeryczne wspierające porównanie scenariuszy obciążenia cieplnego oraz interpretację wyników,
- inżynierskie opracowanie i walidację systemu oczyszczania/uzdatniania emisji z ucieczki termicznej (z ang. TREAS), poprawiającego bezpieczeństwo laboratoryjne i zgodność środowiskową.

Rozprawę wspiera bardzo obszerna bibliografia obejmująca 513 publikacji, obejmująca literaturę recenzowaną, normy i regulacje oraz raporty techniczne. Dokumenty normalizacyjne i regulacyjne są szczególnie istotne ze względu na cel rozprawy, jakim jest metodyka badań i jej zgodność z obowiązującymi przepisami.

Praca jest starannie napisana pod względem redakcyjnym.

2. Charakterystyka rozprawy

Rozdział 1 przedstawia motywację inżynierską oraz lukę badawczą. Autor ujmuje bezpieczeństwo pożarowe akumulatorów litowo-jonowych (LIB) jako problem multidyscyplinarny na styku elektrochemii, nauk o cieple, wytrzymałości/niezawodności strukturalnej oraz zgodności z obowiązującymi normami i przepisami. Rozdział uzasadnia, dlaczego istniejące testy pożarowe ukierunkowane na dopuszczenie do użytkowania — choć operacyjnie poprawne — często nie mają precyzji (oceny niepewności) i powtarzalności oczekiwanych od metody badawczej w inżynierii, która ma wspierać decyzje projektowe i standaryzację. Wprowadzenie ukierunkowuje rozprawę na metodykę ilościową zdolną do generowania porównywalnych zbiorów danych oraz interpretowalnych wskaźników

parametrów użytkowych dla systemów bateryjnych poddawanych oddziaływaniu ognia i obciążeń mechanicznych.

Rozdział 2 dostarcza podstaw fizycznych i mechanizmów uszkodzeń, niezbędnych do zrozumienia, co powinno być kontrolowane, mierzone i oceniane w dowolnym teście odporności ogniowej dla systemów LIB. Zamiast ograniczać się do opisów ogólnych, rozdział systematycznie wiąże budowę ogniwa i materiały z sekwencją zdarzeń prowadzących od degradacji do ucieczki termicznej, generowania gazów, odpowietrzania, zapłonu oraz — w określonych konfiguracjach — gwałtownym wzrostem nadciśnienia w obudowie baterii. Taka kompleksowa analiza jest kluczowa dla rozprawy, ponieważ implikuje, że metodyki testowej nie da się sprowadzić do binarnego wyniku „zaliczone/niezaliczone”. Zamiast tego musi ona umożliwiać pomiar ekspozycji cieplnej, czasów zdarzeń, potencjału propagacji oraz wielkości związanych z zagrożeniami. Rozdział klasyfikuje również uszkodzenia mechaniczne, elektryczne i termiczne na charakterystyczne ścieżki uszkodzeń, budując tym samym logikę inżynierską dla późniejszych wyborów metodycznych (jakie warunki brzegowe mają znaczenie, dlaczego pojawia się zakłócenie w pracy akumulatora oraz które obserwowalne wielkości mają wartość diagnostyczną).

Rozdział 3 przechodzi od fizyki awarii do inżynierii ograniczania skutków. Autor dokonuje przeglądu systemów i strategii bezpieczeństwa termicznego na różnych poziomach integracji, od ogniwa, przez moduł, po pakiet/system, podkreślając w jaki sposób środki projektowe mają zapobiegać inicjacji ucieczki termicznej, ograniczać jej propagację oraz zarządzać konsekwencjami, gdy już do niej dojdzie. Rozdział ma formę inżynierskiego katalogu barier kontrolnych (rozwiązania materiałowe i konstrukcyjne, temperatura pracy ogniwa, koncepcje segmentacji i izolacji elektrycznej, logika detekcji oraz interwencje tłumiące). Na uwagę zasługuje omówienie różnic w ograniczeniach i priorytetach bezpieczeństwa między zastosowaniami w pojazdach elektrycznych (EV, z ang. Electrical Vehicle) i stacjonarnych magazynach energii (BESS, z ang. Battery Energy Storage System), istotnych dla interpretacji wymagań testowych i kryteriów akceptacji w odmiennych warunkach wdrożenia. Całościowo rozdział ten stanowi projektowy odpowiednik Rozdziału 2, definiuje, co może oznaczać „parametr użytkowy”, np. opóźnianie rozprzestrzeniania się zakłóceń i skutków awarii, zachowanie integralności/izolacyjności, umożliwienie bezpiecznego odpowietrzania, a tym samym pomaga uzasadnić dobór mierzalnych parametrów i punktów pomiarowych w metodyce badań degradacji baterii litowo-jonowych spowodowanych pożarem lub przeciążeniami mechanicznymi.

Rozdział 4 formułuje cel pracy, przekładając ogólny opis problemu na weryfikowalny program badawczy. Kandydat wskazuje powtarzalność i precyzję testów odporności ogniowej jako kluczowe atrybuty jakości oraz zamierza przeprowadzić krytyczną ocenę obecnych praktyk badawczych i standaryzacyjnych oraz opracować i przeprowadzić ulepszoną metodykę kontroli cieplnych warunków brzegowych o podwyższonej wartości diagnostycznej. Rozdział ten odgrywa zasadniczą rolę w zapewnieniu spójności metodycznej. Kandydat zamierza przygotować rozprawę, która nie jest jedynie przeglądem zagrożeń baterii, lecz stanowi naukowy i inżynierski wkład w metodykę badań obejmujący instrumentację, analizę powtarzalności oraz rekomendacje adresowane do środowiska zajmującego się normami i innymi przepisami dotyczącymi degradacji baterii litowo-jonowych.

Rozdział 5 omawia ekosystem standaryzacji i porównuje główne reżimy testowe istotne dla bezpieczeństwa EV i BESS. Podejście autora ma charakter inżynierski. Zamiast opisowo wyliczać normy, rozdział analizuje, co jest wymagane, co jest niejednoznaczne oraz czego brakuje do powtarzalnej, porównywalnej oceny bezpieczeństwa baterii litowo-jonowych. Dyskusja uwypukla niespójności w kontroli środowiska, wymaganiach dotyczących czujników/instrumentacji i kryteriach akceptacji. Wszystkie te elementy bezpośrednio wpływają na wiarygodność wyników testów pożarowych. Rozdział wzmacnia także wartość

aplikacyjną rozprawy, pokazując znajomość kontekstu instytucjonalnego, w którym zmiany metodyczne muszą być wdrażane, oraz wiążąc argumentację techniczną z dokumentami normalizacyjnymi, które następnie zestawiono w aneksach.

Rozdział 6 stanowi naukowy i inżynierski rdzeń rozprawy. Autor rozwija metodykę badań odporności ogniowej, ocenianą jawnie przez pryzmat kontroli pomiarowej i powtarzalności. Rozdział najpierw wyjaśnia — w oparciu o zasady nauki o pożarach — dlaczego ekspozycja na otwarty płomień, np. podczas pożaru kałuży paliwa, jest z natury wrażliwa na niekontrolowane parametry, takie jak lokalne zachowanie pióropusza płomienia i zmienność strumienia ciepła. Następnie autor wspiera ten argument analizą numeryczną oraz uporządkowanym porównaniem procedur zewnętrznych testów pożarowych w głównych ramach regulacyjnych, ustanawiając możliwy do prześledzenia związek między zapisami przepisów a rzeczywistymi cieplnymi warunkami brzegowymi. Część empiryczna ocenia testy z otwartym płomieniem w wielu próbach, uzupełniając je statystyczną analizą powtarzalności/precyzji i dostarczając ilościowych dowodów zmienności, której trudno się pozbyć w środowisku otwartym. Na tej podstawie rozdział proponuje i waliduje alternatywę: adaptację kontrolowanych, piecowych badań odporności ogniowej (krzywe czas–temperatura oraz kryteria oceny zakorzenione w ugruntowanej praktyce badań pożarowych) do oceny obudów akumulatorów. Autor nie traktuje pieca jako rozwiązania uniwersalnego; ograniczenia są omówione inżyniersko, w szczególności potrzeba adresowania zagrożeń związanych z odpowietrzaniem, nadciśnieniem w akumulatorze oraz jego wybuchem poprzez dedykowane testy i wymagania uzupełniające. Rozdział kończy się konkretnymi rekomendacjami dla ewolucji norm w kierunku kontrolowanej ekspozycji, mierzalnych kryteriów parametrów użytkowych i lepszej porównywalności — co czyni go jednocześnie naukowo ugruntowanym. Rekomendacje bazujące na analizach teoretycznych i przeprowadzonych testach eksperymentalnych mogą być zastosowane w praktyce.

Rozdział 7 rozszerza metodykę o kluczowy element infrastruktury umożliwiającej badania: zarządzanie emisjami z ucieczki termicznej oraz ich oczyszczanie/uzdatnianie. Z perspektywy inżynierskiej jest to wartościowe uzupełnienie, ponieważ emisje (toksyczne i palne gazy, aerozole) stanowią główne ograniczenie operacyjne dla powtarzalnych testów TR (z ang. Thermal Runaway) i mogą ograniczać zarówno bezpieczeństwo laboratoryjne, jak i zgodność środowiskową. Rozdział dokumentuje uzasadnienie opracowania, założenia projektowe oraz prace weryfikacyjne dla systemu uzdatniania szkodliwych gazów wyemitowanych w czasie ucieczki termicznej (z ang. Thermal Runaway Emissions Aftertreatment System — TREAS). Autor wykorzystuje narzędzia symulacyjne i pomiary do walidacji przepływu powietrza i zachowania operacyjnego oraz odnosi system do praktycznej realizacji testów powtarzalnych. Rozdział ten wzmacnia dojrzałość aplikacyjną rozprawy: pokazuje, że solidna metodyka badawcza to nie tylko kontrola ekspozycji i czujniki, ale również bezpieczna, powtarzalna infrastruktura eksperymentalna.

Rozdział 8, zawierający podsumowanie rozprawy i wnioski, przedstawia uporządkowaną syntezę wyników, wyraźnie rozdzielając wyniki testów, swój nowatorski wkład oraz kierunki dalszych prac nad degradacją akumulatorów litowo-jonowych narażonych na działanie ognia (pożaru). Wnioski są spójne z celami rozprawy i akcentują rezultaty metodyczne: lepszą kontrolę cieplnych warunków brzegowych, zwiększoną powtarzalność i interpretowalność wyników oraz ścieżkę włączenia proponowanego podejścia do norm i praktyki regulacyjnej. Rozdział identyfikuje również kolejne kroki potrzebne do szerszego wdrożenia, w tym walidację na szerszym spektrum konstrukcji akumulatorów oraz potencjalne badania między laboratoryjne.

Aneksy A, B, C, D i E pełnią rolę technicznie wartościowego repozytorium, które zwiększa identyfikowalność twierdzeń przedstawionych w rozprawie. Zawierają rozszerzone informacje dotyczące materiałów, z których wykonane są akumulatory litowo-jonowe i systemów bezpieczeństwa, dodatkowe zbiory danych wspierające analizy statystyczne i eksperymentalne, informacje tła dla metod uzdatniania emisji oraz skonsolidowany katalog cytowanych norm i regulacji. W doktoracie z dziedziny nauk inżyneryjno-technicznych takie materiały uzupełniające są szczególnie cenne, ponieważ umożliwiają weryfikację założeń, zwiększają przejrzystość analiz i pokazują rozległość obszaru standaryzacji, w którym proponowana metodyka ma funkcjonować.

3. Ocena głównych osiągnięć naukowych przedstawionych w rozprawie

Rozprawa przedstawia wartościowy i aktualny wkład do oceny procesu degradacji alternatywnych źródeł energii (akumulatorów litowo-jonowych) spowodowanych pożarem lub przeciążeniami mechanicznymi, który poprawia powtarzalność, poziom kontroli oraz wartość diagnostyczną badań odporności ogniowej akumulatorów litowo-jonowych. Zaproponowane przejście od ekspozycji na otwarty płomień do kontrolowanych protokołów piecowych, uzupełnione rekomendacjami dotyczącymi uwzględnienia zagrożeń związanych z odpowietrzaniem/nadciśnieniem oraz wsparte opracowaniem infrastruktury do uzdatniania szkodliwej emisji gazów, wprost adresuje realną lukę między testami dopuszczeniowymi (regulacyjnymi) a metodami oceny o „inżynierskiej” jakości.

Rozprawa stanowi spójny i istotny wkład w metodykę badań bezpieczeństwa pożarowego systemów akumulatorów litowo-jonowych. Mgr inż. Daniel Darnikowski wykazuje:

- umiejętność przeprowadzenia szerokiej i krytycznej syntezy literatury oraz międzynarodowych norm,
- kompetencje w projektowaniu i realizacji złożonych badań eksperymentalnych z wykorzystaniem zaawansowanej aparatury pomiarowej,
- silne ukierunkowanie metodyczne na powtarzalność, precyzję oraz kontrolowane warunki badań,
- zdolność przekładania wyników badań na praktyczne rekomendacje dla standaryzacji,
- dojrzałość inżynierską poprzez zaprojektowanie i zwalidowanie systemu uzdatniania emisji wspierającego bezpieczniejszą praktykę badawczą.

4. Uwagi krytyczne

Zasadnicza teza pracy dotyczy wyższości metodycznej w zakresie precyzji i powtarzalności, najważniejsze punkty oceny obejmują:

- stopień, w jakim wyniki można uogólnić poza konkretne badane obiekty,
- formalną definicję i ilościowe ujęcie powtarzalności,
- równoważność i reprezentatywność warunków brzegowych pomiędzy ekspozycją na otwarty płomień a ekspozycją piecową,
- wykonalność wdrożenia proponowanej metodyki w praktyce normalizacyjnej w wielu laboratoriach.

Pytania sformułowane w tym paragrafie mają na celu doprecyzowanie założeń, zdefiniowanie granic ważności oraz wzmocnienie identyfikowalności pomiędzy przedstawionymi dowodami eksperymentalnymi, wnioskami statystycznymi i rekomendacjami ukierunkowanymi na normy.

1. **Zakres uogólnienia wniosków:**
Które wnioski rozprawy uważa Pan za uniwersalne dla systemów LIB (baterii litowo-jonowych), a które są zależne od specyficznej konstrukcji (procesy chemiczne, format ogniw, konstrukcja ogniwa, typ obudowy, rozwiązania wentylacji)?
2. **Charakterystyka obiektów badań (minimalny zestaw danych):**
Jaki minimalny opis badanych obiektów, np. SOC (stopień naładowania), masa, geometria, rozmieszczenie ogniw, grubości/rodzaje materiałów obudowy, drogi wentylacji, izolacja) jest niezbędny, aby niezależny zespół mógł odtworzyć i zweryfikować przedstawione wnioski?
3. **Wpływ SOC i starzenia ogniwa:**
W jakim stopniu wyniki (czas do TR, intensywność emisji, wahania przebiegów temperatur) zależą od SOC i stanu zużycia ogniw? Jak metodologia kontroluje te czynniki albo jak proponuje Pan je normalizować?
4. **Niepewności pomiarowe:**
Jakie są główne źródła niepewności toru pomiarowego (kalibracja, rozmieszczenie sensorów, opóźnienia wskazań termoelementów, dryft, filtracja sygnału, synchronizacja danych) i jaki jest ich udział w rozrzucie wyników?
5. **Powtarzalność i odtwarzalność (między-laboratoryjność):**
Które elementy protokołu są krytyczne, aby metoda była odtwarzalna w innych laboratoriach (sterowanie piecem, czujniki, montaż próbki, warunki wentylacji)? Jakie tolerancje parametrów stanowiska rekomenduje Pan dla porównywalności?
6. **Równoważność obciążeń: otwarty płomień i piec:**
Jak formalnie porównuje Pan ekspozycję cieplną między testem otwarty płomień a krzywą piecową (maksymalny q'' , średni q'' , rozkład przestrzenny q'' , całka $\int q'' dt$, efektywna „dawka” cieplna)? Jak uzasadnia Pan, że obydwa rodzaje testów są porównywalne?
7. **Niejednorodność i kierunkowość obciążenia:**
Jakie konsekwencje dla mechanizmów degradacji ma fakt, że otwarty płomień daje silnie niejednorodne i kierunkowe obciążenie, podczas gdy piec daje bardziej równomierne obciążenie? Który scenariusz jest bardziej reprezentatywny dla realnych zdarzeń i dlaczego?
8. **Kryteria akceptacji – uzasadnienie progu i czasu:**
Jak uzasadnia Pan dobór progów temperatury/ciśnienia oraz czasów ekspozycji w odniesieniu do ryzyka (czas ewakuacji, ochrona infrastruktury, zapobieganie propagacji, ograniczenie oddziaływań na otoczenie, dopuszczalne wskaźniki materiałowe dla obudowy ogniwa)?
9. **Rozdzielenie efektów mechanicznych od efektów cieplnych:**
Jak w danych eksperymentalnych rozdziela Pan, co wynika z uszkodzenia mechanicznego (zwarcie, rozszczelnienie, zmiana ścieżek wentylacji), a co z samej
10. **Walidacja modeli numerycznych i analiza wrażliwości:**
Jak zweryfikował Pan modele (termiczne/przepływowe) na danych pomiarowych?

Czy przeprowadził Pan analizę wrażliwości na parametry kluczowe (emisja radiacyjna, konwekcja, warunki brzegowe) i które z nich dominują w niepewności predykcji?

11. Diagnostyka TR vs utrata odporności obudowy:

Jakie sygnały uważa Pan za najbardziej diagnostyczne do rozróżnienia inicjacji TR (ucieczki cieplnej) od utraty odporności obudowy (temperatura w punktach, ciśnienie, skład gazów, wideo, dźwięk)? Jak wpływa to na interpretację wyników i kryteria?

12. Ścieżka wdrożenia do standardów – minimalny zestaw wymagań:

Jakie minimalne wymagania aparaturowe i proceduralne uważa Pan za niezbędne do implementacji metody w regulacjach (przepisach) z uwzględnieniem kosztu i dostępności w laboratoriach? Które elementy są niezbędne dla powtarzalności, a które mogą być opcjonalne?

Odniesienie się do powyższych pytań znacząco wzmocniłoby naukową solidność rozprawy i ułatwiło przełożenie proponowanej metodyki na szeroko przyjęte normy. W szczególności: wyraźniejsze rozróżnienie między elementami uniwersalnymi a zależnymi od badanego obiektu, jawne ujęcie oceny niepewności pomiarowej oraz pragmatyczna mapa drogowa wdrożenia między-laboratoryjnego skonsolidowałyby wkład rozprawy od mocnej, zwalidowanej laboratoryjnie koncepcji do dojrzałych, „gotowych do standaryzacji” ram badawczych.

Przedstawione wyżej pytania i uwagi mają charakter dyskusyjny i nie podważają głównych osiągnięć pracy. Wskazują raczej obszary, w których dodatkowe doprecyzowanie i ściślejsze uzasadnienie inżynierskie pozwoliłoby zmaksymalizować oddziaływanie wyników oraz jeszcze silniej wesprzeć tezę autora dotyczącą poprawy powtarzalności i inżynierskiej interpretowalności rezultatów testów odporności ogniowej systemów LIB.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr inż. Daniela Darnikowskiego stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydata w *dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych* w dyscyplinie *Inżynieria mechaniczna*. Rozprawa potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Kandydata. Jest poparta badaniami eksperymentalnymi i spójnym rozumowaniem. Spełnia wszystkie kryteria naukowe i formalne wymagane od rozpraw doktorskich.

Wnioskuje do Rady Naukowej Instytutu Maszyn Przepływowych PAN o dopuszczenie mgr inż. Daniela Darnikowskiego do kolejnych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2024 poz. 1571 ze zm.).

J. Taler