

Załącznik nr 3

Do wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego

AUTOREFERAT

przedstawiający opis kariery zawodowej, dorobku
oraz osiągnięć w pracy naukowo-badawczej
oraz wykaz osiągnięć dydaktycznych

Dr inż. Jacek Czerniak

Kraków 2025 r.

Spis treści

1. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe.....	4
2. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	4
3. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.....	5
3.1. Główne osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład autora w rozwój dyscypliny: Nauki o Zarządzaniu i Jakości.....	5
3.1.1. Tytuł osiągnięcia naukowego.	5
3.1.2. Uzasadnienie podjęcia tematu badawczego.....	5
3.1.3. Struktura pracy i treść monografii	9
3.1.4. Cele badawcze i hipotezy	10
3.1.5. Zakres i rodzaj badań opisanych w monografii oraz zastosowane metody badawcze. ...	12
3.1.6. Podsumowanie uzyskanych wyników	16
3.2. Urządzenie do oceny zużycia alkalicznych ogniw pierwotnych metodą akustyczną.	17
3.2.1. Uzasadnienie potrzeby konstrukcji urządzenia pomiarowego tego typu.....	17
3.2.2. Opis wynalazku	18
3.2.3. Wkład monografii autorskiej i urządzenia do pomiaru zużycia ogniw pierwotnych do nauki w dyscyplinie Nauki o Zarządzaniu i Jakości.....	19
3.2.4. Dalsze kierunki badań dotyczących tematyki ogniw pierwotnych.....	20
4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych.....	21
4.1. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych przed uzyskaniem stopnia doktora nauk ekonomicznych w zakresie towaroznawstwa	21
4.1.1. Obszary prowadzonych badań.....	22
4.2. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych po uzyskaniu stopnia doktora nauk ekonomicznych w zakresie towaroznawstwa	24
4.3. Współpraca naukowo-badawcza i realizowane projekty	26
4.4. Działalność organizacyjna	27
4.5. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.....	28
4.6. Podsumowanie	30
4.1. Synteza działalności dydaktycznej i organizacyjnej	31
4.1.1. Nagrody za działalność dydaktyczną i organizacyjną	31
4.1.2. Autorstwo i współautorstwo podręczników akademickich	32

4.1.3.	Popularyzacja nauki.....	33
4.1.4.	Pozostałe osiągnięcia dydaktyczne.....	33
4.1.5.	Opieka naukowa nad studentami w toku specjalizacji	34
4.1.6.	Opieka naukowa nad pracami inżynierskimi realizowanymi w Katedrze Metrologii i Analizy Instrumentalnej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie – promotorstwo.	34
4.1.7.	Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego:.....	36
4.1.8.	Odbyte szkolenia i kursy	37
4.1.9.	Osiągnięcia organizacyjne	37

1. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

1997	Dyplom inżyniera elektryka Kierunek: Elektrotechnika Specjalność: Automatyzacja Procesów Przemysłowych Politechnika Opolska
1999	Dyplom magistra fizyki Wydział Matematyki Fizyki i Chemii Specjalność: Podstawy elektroniki i informatyki
2002	Świadectwo uzyskania kwalifikacji pedagogicznych do pracy nauczycielskiej
2006	Świadectwo ukończenia studium doskonalenia pedagogicznego UEK
2011	Dyplom doktora nauk ekonomicznych w zakresie Towaroznawstwa Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Wydział Towaroznawstwa Tytuł rozprawy: Kryteria oceny jakości ogniw fotowoltaicznych jako ekologicznego źródła energii Promotor: Prof. dr hab. Andrzej Gajewski Recenzenci: Prof. dr hab. inż. Andrzej Żuchowski Prof. dr hab. inż. Bronisław Buczek

2. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

2001-2003	Asystent Wydział Przyrodniczo-Techniczny Uniwersytet Opolski Zakład: Badań Fizykochemicznych Katedra Technologii
2004-2006	Asystent Katedra Towaroznawstwa Przemysłowego Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
2006-2011	Asystent Katedra Metrologii i Analizy Instrumentalnej Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
2011-2018	Adiunkt Katedra Metrologii i Analizy Instrumentalnej Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
2018-2020	Starszy wykładowca Katedra Metrologii i Analizy Instrumentalnej Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
2020-teraz	Adiunkt Katedra Metrologii i Analizy Instrumentalnej Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

3. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce

3.1. Główne osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład autora w rozwój dyscypliny: Nauki o Zarządzaniu i Jakości

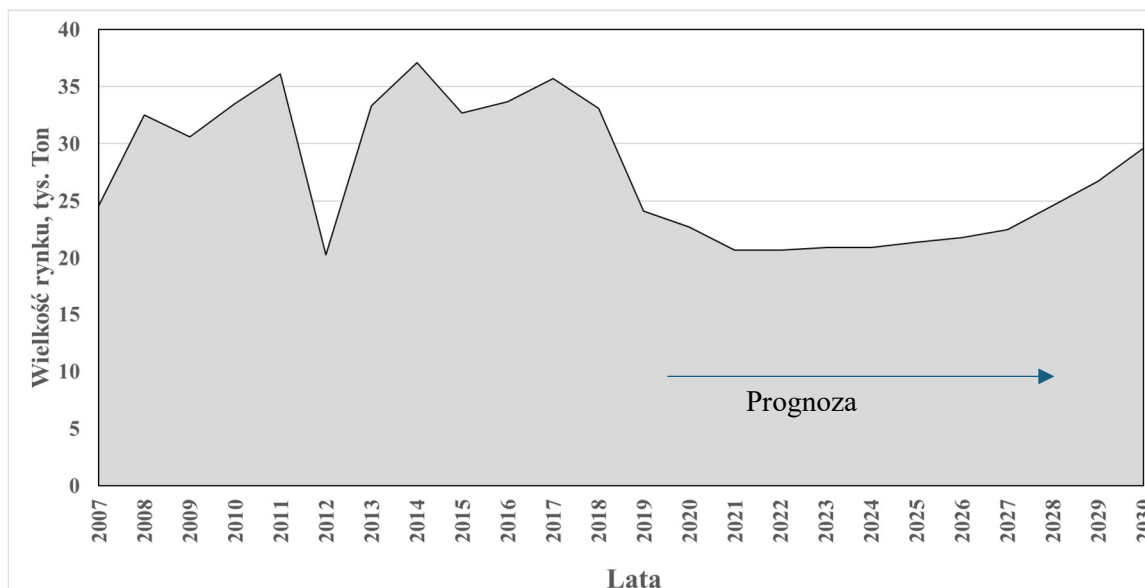
3.1.1. Tytuł osiągnięcia naukowego.

Tytuł osiągnięcia naukowego Monografia autorska	Jakość i recykling alkalicznych ogniw pierwotnych Czerniak J., (2022), <i>Jakość i recykling alkalicznych ogniw pierwotnych</i> , (Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie. Seria Specjalna, Monografie, nr 273), Kraków: Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, 196 s. Recenzenci wydawniczy: Prof. dr hab. inż. Jerzy Żuchowski, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu Prof. dr hab. inż. Ryszard. Cierpiszewski, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
Zgłoszenie Patentowe Wynalazek	Czerniak J., Gacek A., Urządzenie do oceny zużycia alkalicznych ogniw pierwotnych metodą akustyczną. Zgłoszenie do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej pod numerem P.453267 [WIPO ST10/C PL453267] 03 października 2025r Mój udział procentowy w tworzeniu wynalazku 80%

3.1.2. Uzasadnienie podjęcia tematu badawczego

Wraz z postępowaniem technologicznym rośnie zużycie energii elektrycznej. Oprócz zagadnień związanych z technologią jej wytwarzania, kluczowym elementem jest opracowanie metod jej skutecznego magazynowania. Postęp technologiczny i miniaturyzacja urządzeń elektrycznych i elektronicznych powoduje wzrost zapotrzebowania na wydajne i przenośne magazyny energii elektrycznej. Wadami tego typu źródeł jest wysoki koszt energii, którą można za pomocą nich uzyskać

oraz zastosowanie drogich i niebezpiecznych a nawet toksycznych materiałów użytych do ich produkcji. Innym problemem związanym z użytkowaniem tego typu źródeł energii jest ich obciążający środowisko recykling. Obecne praktyki przemysłowe pozwalają na całkowite przetworzenie tego typu odpadów, ale są one związane z dużą energochłonnością całego procesu oraz nie wykluczają negatywnego wpływu na środowisko. Problematyka jakości, zarządzania dystrybucją oraz recyklingu ogniw pierwotnych nie jest szeroko opisana w literaturze przedmiotu, ze względu na fakt, że towar ten wydaje się dość niepozornym przedmiotem codziennego użytku o niewielkiej cenie jednostkowej, łatwo dostępnym, krótko użytkowanym i wyrzucanym często w sposób bezrefleksyjny. Ze względu na masowość produkcji i użycia tych ogniw, problem utylizacji nie jest jednak trywialny i będzie narastał wraz ze zwiększaniem się popytu na tego typu produkty, zwłaszcza, że można zaobserwować tendencję wzrostową, pomimo chwilowego spadku w okresie pandemii (Rys. 1.)



Rys. 1 Wielkość światowego rynku baterii ogniw pierwotnych.

Źródło: (Czerniak 2022, Jakość i recykling alkalicznych ogniw pierwotnych. Na podstawie bazy danych Indexbox 2020)

Podjęty przeze mnie temat badawczy dotyczy szeroko rozumianej problematyki oceny jakości ogniw pierwotnych ze szczególnym uwzględnieniem baterii alkalicznych. Badania prowadzone przeze mnie (i opisane w przedstawionej monografii) obejmują ankietyzację, pomiary parametrów technicznych prowadzone w terenie i laboratorium. W wyniku analizy danych zgromadzonych podczas testów podjęto próbę przedstawienia propozycji procedur postępowania obejmujących racjonalną dystrybucję energii zgromadzonej w ogniwach pierwotnych. Wypracowanie prostego i skutecznego sposobu rozdziału tej energii pozwoli na odroczenie konieczności poddawania ich recyklingowi. Wynikiem takich działań będzie uzyskanie korzyści ekonomicznych i ekologicznych zarówno dla pojedynczych gospodarstw domowych jak i gospodarki tego typu odpadami rozumianej w szerszym zakresie. Wydłużając czas eksploatacji ogniw pierwotnych poprzez wdrożenie zarządzania rozdziałem

energii w nich zgromadzonej, które zaproponowano w jednym z opracowań naukowych¹, prowadzi do wydłużenia całego cyklu życia produktu. Następnym krokiem jest działanie związane z odroczeniem procesu recyklingu ogniw pierwotnych w wyniku podjęcia próby ich regeneracji z użyciem bezpiecznego procesu ładowania tego typu produktów opisanego w mojej monografii. Należy tutaj podkreślić, że ładowanie ogniw pierwotnych według ich producentów jest niemożliwe i niebezpieczne. Niemal na każdym opakowaniu baterii ogniw pierwotnych potocznie zwanych bateriami jednorazowymi widnieją ostrzeżenia zabraniające tego typu praktyk. A jednak ten sposób regeneracji może być nie tylko bezpieczny, ale stosunkowo wydajny.

Po wyczerpaniu wszystkich zaprezentowanych wyżej możliwości związanych z wydłużeniem cyklu życia ogniw pierwotnych pozostaje jeszcze próba odzyskania pozostałości zgromadzonej w nich energii elektrycznej, która przy obecnym procesie recyklingu jest bezpowrotnie tracona. Tego typu działania zostały opisane w jednym z opracowań naukowych którego byłem współautorem.²

Ogniwa pierwotne, które są powszechnie dostępne w sprzedaży na rynku krajowym w mnogości odmian i marek ze względu na wspomnianą ich niewielką cenę jednostkową niezwykle rzadko skupiają należytą uwagę konsumentów. Śledząc dane literaturowe nie spotkałem się z danymi dotyczącymi popytu na daną markę ogniw pierwotnych i nie znalazłem odpowiedzi czy wiodące marki mogą się legitymować lepszymi parametrami dla swoich produktów w porównaniu z innymi ogniwami pierwotnymi o tej samej strukturze chemicznej. W literaturze można znaleźć wiele opracowań dotyczących popytu na tego typu produkty, ale nie ma opracowań różnicujących ogniwa pierwotne produkowane przez różnych producentów. Bardzo ciekawy jest za to fakt, że na opakowaniach produktów można znaleźć bardzo sugestywne wpisy podkreślające wysoką wydajność oferowanego towaru, które nie mają jednak odniesienia do żadnych jego parametrów technicznych i nie znajdują pokrycia w przypadku weryfikacji podczas testów laboratoryjnych, które opisałem w mojej monografii autorskiej. Reasumując: niewielki koszt jednostkowy produktu przy dużym zapotrzebowaniu będzie tuszował skalę sumarycznych wydatków, które obciążają konsumenta. Sugestywne zapisy przyciągające uwagę klienta będą skłaniały do sięgnięcia po produkty droższe. Niewielka cena jednostkowa produktu sprzyja spontanicznym zakupom produktów bardziej przyciągających uwagę spotami reklamowymi lub kolorowymi opakowaniami. W toku badań podjęto próbę sprawdzenia czy wyższa cena i częściej reklamowana marka znajduje odzwierciedlenie w jakości baterii. Tego typu testy i ich wyniki można często spotkać w rankingach publikowanych w sieci Internet brakuje natomiast profesjonalnych

¹ Czerniak J., Gacek A., Nitkiewicz T., Rychwalski M., (2019), Optymalizacja środowiskowa zasilania urządzeń bateryjnych w gospodarstwach domowych jako realizacja idei zrównoważonej konsumpcji. [W:] Salerno-Kochan R. (red.), Nauki o zarządzaniu i jakości wobec wyzwań zrównoważonego rozwoju, Radom : Instytut Technologii Eksploatacji - Państwowy Instytut Badawczy, s. 63-74.

² Czerniak J., Gacek A., Hnatyszak O., (2022), Economic and Environmental Aspects of Energy Recovery to Complement Conventional Alkaline Batteries Recycling. [W:] Soliman (red.), Business Success and Innovation Management : a 2025 Vision to Sustain Economic Development During Global Crisis : Proceedings of the 40th International Business Information Management Association Conference (IBIMA), 23-24 November 2022, Seville, Spain, King of Prussia, PA : International Business Information Management Association, s. 1925-1934.

opracowań naukowych. Mimo tego, że już w amatorskich opracowaniach można zapoznać się z parametrami technicznymi baterii ogniów pierwotnych to dopiero rzetelne badania prowadzone w odpowiednich warunkach z użyciem komór klimatycznych pozwalają na ujednolicenie warunków pomiaru i przedstawienie argumentów na podstawie, których można analizować parametry techniczne różnicujące badane produkty.

Kolejnym ważnym aspektem są właściwe postawy i tendencje behawioralne użytkowników baterii odnośnie zużytych baterii (ich recyklingu i utylizacji). W wielu opracowaniach naukowych i dziennikach ustaw, podkreśla się, stwierdzając zresztą stan faktyczny, zagrożenia ekologiczne związane z materiałami, z których buduje się baterie ogniów pierwotnych. W opracowaniach tych i w kampaniach społecznych podkreśla się konieczność prawidłowego sortowania tego typu odpadów. Nie spotkałem się natomiast z regulacjami oraz opracowaniami literaturowymi dotyczącymi skuteczności egzekwowania tego typu zaleceń. W celu oceny proekologicznych postaw użytkowników tego typu produktów konieczne było przeprowadzenie badań ankietowych monitorujących zachowania konsumentów, w których zapytano między innym o to, gdzie wyrzucają zużyte ogniwa. Po przeprowadzeniu badań ankietowych, których rezultaty wskazywały na dość niski poziom proekologicznych zachowań respondentów, przeprowadzono badania terenowe parametrów technicznych ogniów przekazanych do utylizacji. W wyniku pomiarów okazało się, że w pojemnikach na odpady tego typu znajdują się ogniwa pierwotne, które nie są do końca wyeksploatowane, a nawet zupełnie nowe zapakowane w oryginalne opakowania. Są tam również wyrzucane akumulatory, które z założenia są przeznaczone do wielokrotnego ładowania. Podczas analizy literatury nie spotkałem się z tego typu badaniami a z punktu widzenia ekonomicznego i ekologicznego stanowią one ważny element, który może wpłynąć na zarządzanie tego typu odpadami poprzez prowadzenie racjonalnych kampanii edukacyjnych i stosowania skutecznych rozwiązań technicznych. Tego typu badania i propozycje oddziaływań społecznych i rozwiązań technicznych przedstawione zostały w mojej monografii. Efektami wieloletniej pracy i poświęceniu się tej tematyce są przedstawione do oceny osiągnięcia badawcze w postaci monografii autorskiej pt.: **„Jakość i recykling alkalicznych ogniów pierwotnych”** oraz opracowanego w kolejnych latach wynalazku (**Urządzenie do oceny zużycia alkalicznych ogniów pierwotnych metodą akustyczną**) zgłoszonego do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej pod numerem P.453267, mającego na celu usprawnienie procesu sortowania ogniów pierwotnych dzięki zastosowaniu bardzo szybkiej nowatorskiej akustycznej metody pomiaru przydatności alkalicznych ogniów pierwotnych. W zamierzeniu autora w toku dalszych modyfikacji jest zbudowanie sieci automatycznych sortowników, które będą wspomagały proces recyklingu. W sortownikach tych baterie będą segregowane a sprawne ogniwa pierwotne będą oddzielane i zwracane konsumentowi (albo też będzie z nich odzyskiwana pozostała energia). Wspomniany wyżej wynalazek ma w przyszłości być kolejnym podzespołem wspomnianego sortownika i ma stanowić element na drodze do opracowania szybkiego i bardziej wydajnego procesu zarządzania odpadami, który ma stanowić kolejny element zmierzający do bardziej ekologicznej i ekonomicznej gospodarki tego typu odpadami.

W podsumowaniu uzasadnienia podjęcia tematu badawczego przedstawionego w tym rozdziale, należy podkreślić, że autor podjął badania, poświęcone tematyce ogniw pierwotnych, ponieważ w jego opinii w tym obszarze istnieje luka badawcza wynikająca z uwarunkowań ekonomicznych wynikających z niewielkich kosztów jednostkowych tego typu produktów. Wspomniane pozornie niewielkie koszty nabierają jednak znaczenia, jeżeli pod uwagę będą brane ogromne ilości baterii, które są produkowane, kupowane, użytkowane oraz poddawane (lub nie) recyklingowi. Recyklingowi, który wykorzystując obecne techniki nie uwzględnia na żadnym jego etapie możliwości odzysku energii elektrycznej, która jest bezpowrotnie marnowana a dzięki zastosowaniu metod proponowanych przez autora mogłaby być z powodzeniem odzyskana.

3.1.3. Struktura pracy i treść monografii

Monografia pt.: „Jakość i recykling alkalicznych ogniw pierwotnych” stanowi podsumowanie działalności naukowej, którą rozpocząłem niemal dekadę temu i dotyczy ona badania szeroko rozpowszechnionych na rynku ogniw pierwotnych. To praca o charakterze teoretyczno-empirycznym przygotowana w oparciu o źródła literaturowe oraz wyniki badań własnych. Monografia złożona jest z sześciu rozdziałów, które można podzielić na dwie grupy. W pierwszej grupie trzech rozdziałów zaprezentowano parametry ogniw pierwotnych i podjęto próbę określenia parametrów technicznych determinujących ich jakość. Monografia rozpoczyna się od przeglądu większości typów ogniw pierwotnych dostępnych na rynku krajowym, a także charakterystyki innych chemicznych magazynów energii elektrycznej, w tym baterii drugiego rodzaju, czyli akumulatorów małogabarytowych stanowiących zamienniki dla baterii ogniw pierwotnych. Podczas omawiania budowy i struktury chemicznej ogniw pierwotnych uwzględniono takie aspekty jak napięcie nominalne baterii ogniw pierwotnych oraz kształty i wymiary geometryczne. W monografii poruszono również tematykę dotyczącą standaryzacji baterii ogniw pierwotnych oraz procesów chemicznych, zachodzących wewnątrz, podczas ich użytkowania. Następnie dokonano szczegółowej charakterystyki ogniw pierwotnych z uwzględnieniem ich budowy oraz takich aspektów jak zastosowane w nich zabezpieczenia. Przeanalizowano również zagadnienie produkcji ogniw pierwotnych w Polsce i na świecie z uwzględnieniem prognoz do roku 2030. Za pomocą badań ankietowych wśród konsumentów, zbadano popyt na konkretne typy baterii ogniw pierwotnych dostępnych w kraju oraz zapotrzebowanie na nie w gospodarstwach domowych. Badania ankietowe zostały uzupełnione badaniami terenowymi, w których sprawdzono jakie typy ogniw pierwotnych znajdują się w pojemnikach na odpady. Powadzono także wspomniane wyżej badania laboratoryjne, służące ocenie parametrów technicznych baterii ogniw pierwotnych, dostępnych na rynku polskim.

W kolejnych trzech rozdziałach skoncentrowano uwagę na procesie recyklingu ogniw pierwotnych oraz przedłużeniu ich żywotności poprzez odpowiednie zarządzanie rozdziałem energii w

nich zgromadzonej. W rozdziałach poświęconych recyklingowi opisano technologię przeróbki zużytych ogniw pierwotnych zwracając szczególną uwagę na przepisy i rozporządzenia UE, obligujące państwa członkowskie do sortowania i recyklingu zużytych chemicznych magazynów energii. Podkreślono tutaj rolę Polski jako państwa znajdującego się w czołówce członków Unii Europejskiej pod względem wydajności recyklingu tego typu odpadów. W tej części pracy poświęcono również uwagę recyklingowi z punktu widzenia konsumentów jako użytkowników końcowych w procesie eksploatacji baterii ogniw pierwotnych. Zwrócono również uwagę na bardzo ważny aspekt, jakim jest edukacja konsumentów prowadząca do podwyższenia świadomości użytkowników tego typu źródeł energii elektrycznej i tym samym wpływ na ich cykl życia. Zdaniem autora w wyniku tych działań, możliwe będzie zmniejszenie obciążenia środowiska dzięki racjonalnej zrównoważonej gospodarce tego typu produktami. Podobnie jak w części pierwszej oparto się na badaniach ankietowych, terenowych oraz laboratoryjnych. Zwieńczeniem badań jest zakończona sukcesem próba podważenia powszechnie krążącej opinii o braku możliwości regeneracji ogniw pierwotnych przez ich ponowne ładowanie i tym samym przedłużenie ich czasu użytkowania. Autor przedstawił prototyp specjalnej ładowarki własnego pomysłu, zaprojektowanej i skonstruowanej od podstaw. Projekt ten poprzedzono badaniami technicznymi. Następnie przeprowadzono próby ładowania baterii ogniw pierwotnych i przedstawiono wyniki badań, które udowodniły przydatność ogniw pierwotnych regenerowanych w ten sposób.

3.1.4. Cele badawcze i hipotezy

Głównym celem pracy było określenie kryteriów jakości ogniw pierwotnych (baterii jednorazowych) oraz przedstawienie nowatorskich metod wydłużenia ich żywotności oraz recyklingu tego typu produktów.

W pracy sformułowano cele badawcze, takie jak:

Cel poznawczy polegał na zidentyfikowaniu ilości baterii pozyskanych od różnych grup społecznych, które nie powinny jeszcze podlegać utylizacji. Realizując ten cel brano pod uwagę również baterie o różnej strukturze chemicznej oraz pochodzące od różnych producentów.

Cel empiryczny polegał na przeanalizowaniu wyborów konsumenta, takich jak wybór marki baterii i czynników determinujących te wybory. Cel ten łączy się z celem poznawczym, ponieważ analizowano tutaj ostatni etap cyklu życia ogniw pierwotnych.

Cel metodyczny polegał na opracowaniu procedur pozwalających na szybką i skuteczną identyfikację stopnia rozładowania baterii ogniw pierwotnych przed oddaniem ich do utylizacji. Identyfikacja pozwoliła na racjonalne zarządzanie tego typu odpadami i skierowanie ich części do dalszego wykorzystania, na przykład w urządzeniach o mniejszym poborze mocy.

Cel techniczny został zrealizowany w wyniku wykonania projektu, a następnie skonstruowania i przetestowania prototypu bezpiecznej ładowarki baterii alkalicznych.

Dotychczasowy sposób użytkowania baterii ogniw pierwotnych powoduje starty ekonomiczne i ekologiczne, z których skali konsumenci nie zdają sobie sprawy. Niska cena baterii nie sprzyja rozważaniom związanym z ich zakupem i właściwym użytkowaniem, uwzględniającym działania proekologiczne.

Zasadniczym zamysłem jest podkreślenie zagrożenia w objawiającego się w braku świadomości konsumentów odnośnie racjonalnego gospodarowania odpadami niebezpiecznymi jakimi są baterie ogniw pierwotnych oraz opracowanie modelu zarządzania odpadami niebezpiecznymi, które pozwalałoby pomimo wspomnianego zagrożenia skłonić konsumenta do przemyślanego gospodarowania tego typu odpadami.

W toku studiów literaturowych i określania luki badawczej sformułowano następujące hipotezy i pytania badawcze.

Hipoteza główna

Dotychczasowy sposób użytkowania i recykling baterii alkalicznych powoduje straty ekonomiczne i środowiskowe, z których skali społeczeństwo nie zdaje sobie sprawy.

Hipotezy szczegółowe

1. Ogniwa pierwotne oddawane do utylizacji w dużej części przypadków nie są do końca rozładowane i nadają się do dalszej eksploatacji.
2. Nie do końca rozładowane ogniwa pierwotne można użyć w urządzeniach o mniejszym poborze mocy.
3. Prawidłowe przeprowadzenie akcji informacyjnych w placówkach oświatowych i wyposażenie pojemników na zużyte baterie w urządzenia do kontroli poziomu ich naładowania znacznie zmniejszy ilość sprawnych baterii przeznaczonych do utylizacji.
4. Baterie alkaliczne wbrew ostrzeżeniom umieszczonym na opakowaniach można ładować za pomocą specjalnie do tego celu skonstruowanych ładowarek, co korzystnie wpłynie na bilans ekonomiczny gospodarstwa.

Dodatkowe pytania badawcze

1. W jaki sposób wykonać reprezentatywne pomiary w miejscach zbiórki odpadów mające na celu sprawdzenie, ile sprawnych baterii oddano do utylizacji?
2. W jaki sposób konstruować i upowszechnić urządzenia do kontroli poziomu naładowania baterii umieszczanych w pojemnikach?
3. Jak skłonić osoby wyrzucające ogniwa pierwotne do skontrolowania ich poziomu naładowania przed oddaniem ich do utylizacji?
4. Jakie kryteria oceny należy brać pod uwagę podczas porównania baterii pierwotnych wytworzonych przez różnych producentów?

5. Jakie kryteria powinna spełniać bezpieczna ładowarka przeznaczona do regeneracji baterii alkalicznych i cynkowo-węglowych? Czy wprowadzenie odpowiedniego algorytmu ładowania zwiększy ilość cykli ładowania baterii?
6. Jakie pomiary należy wykonać, żeby sprawdzić, czy ładowane baterie wpłyną korzystnie na bilans ekonomiczny gospodarstwa i kondycje środowiska naturalnego?

3.1.5. Zakres i rodzaj badań opisanych w monografii oraz zastosowane metody badawcze.

W eksplorowanym temacie jest miejsce dla podejmowania badań zarówno w obszarze nauk ekonomicznych jak i społecznych. Można skupić się na produkcie – jego jakości, dystrybucji, utylizacji, recyklingu. Można eksplorować tematykę dotyczącą potrzeb i wymagań konsumentów, którzy nabywają ogniwa pierwotne, rozważać ich motywację podczas zakupów tego typu magazynów energii elektrycznej, uwzględnić wpływ reklam na dokonywanie zakupów określonych marek, różniących się ceną i być może parametrami jakościowymi. Można także badać, co konsumenci robią z bateriami, które przestają zadowalająco działać – czy próbują przełożyć je do innych urządzeń, czy też wyrzucają? Czy szukają możliwości regeneracji? Czy oddają zużyte baterie do dedykowanych takim właśnie odpadom punktów/pojemników czy może pozbywają się ich bezrefleksyjnie wyrzucając do śmieci komunalnych.

Praca badawcza, której efektem jest monografia autorska podzielona była na kilka etapów. Najpierw podjęto próbę sprawdzenia, które ogniwa są najchętniej kupowane przez konsumentów i czy baterie ogniwa pierwotnych najczęściej wybierane przez konsumentów to marki wiodących producentów. Zbadano popyt na konkretne typy baterii ogniwa pierwotnych dostępnych w kraju oraz zapotrzebowanie na nie w gospodarstwach domowych. Badania ankietowe zostały uzupełnione badaniami terenowymi, w których sprawdzono jakie typy ogniwa pierwotnych znajdują się w pojemnikach na odpady. Podczas badań skoncentrowano się na sprawdzeniu typów baterii ogniwa pierwotnych oraz ich struktury chemicznej występujących w miejscach wyznaczonych do zbiórki odpadów niebezpiecznych jakimi, w myśl przepisów, są baterie ogniwa pierwotnych. Należy nadmienić, że wszystkie badania terenowe zostały przeprowadzone za pomocą urządzenia pomiarowego zaprojektowanego i skonstruowanego od podstaw przez autora, które pozwoliło na zautomatyzowanie jednego z etapów postępowania badawczego i tym samym zmniejszenia błędów przypadkowych powstających podczas pomiarów związanych bezpośrednio z niedoskonałością zmysłów ludzkich. Urządzenie pomiarowe zastosowane do usprawnienia procesu pomiarowego w czasie badań terenowych opisano w monografii. Zostało ono wyposażone w sensory elektroniczne pozwalające na precyzyjne wykonanie pomiarów elektrycznych oraz mikrokomputer pozwalający na rejestrację wszystkich parametrów badanych baterii ogniwa pierwotnych. Urządzenie pozwalało na zmierzenie wszystkich rodzajów ogniwa pierwotnych występujących na rynku niezależnie od ich gabarytów. Dodatkowy

element stanowiący integralną część urządzenia stanowił sensor optyczny w postaci kamery CCD pozwalającej na rejestrowanie obrazu każdego mierzonego ogniwa pierwotnego. Dzięki temu możliwe było stworzenie bazy danych obrazów wszystkich ogniw zmierzonych podczas badań terenowych i wytypowaniu marek najczęściej występujących podczas prowadzenia testów. Powstała w ten sposób baza danych, która pozwoliła na analizę trendów zakupowych prezentowanych przez nabywców. (Chciałbym również podkreślić, że badania prowadzone są nadal w rozszerzonym zakresie, a urządzenie pomiarowe zaprezentowane w monografii z roku 2022 zostało zmodyfikowane w roku 2024 i dostosowane do możliwości wykonywania pomiarów akumulatorów o symbolach 18650 oraz 21700 stanowiących jedne z najczęściej występujących baterii drugiego rodzaju (czyli takich, które można ponownie naładować).

Następnym krokiem było sprawdzenie czy ogniwa pierwotne wiodących marek różnią kluczowymi elementami (elektrycznymi) takimi jak ich pojemność determinująca czas ich pracy od produktów niemarkowych – były to badania laboratoryjne uwzględniające baterie ogniw pierwotnych alkalicznych różnych producentów z uwzględnieniem rozpoznawalności marki przez konsumentów. Badania laboratoryjne prowadzone były w kontrolowanych warunkach z zapewnieniem stałej temperatury. Pomiaru te prowadzono najpierw zgodnie z wytycznym norm poświęconym testowaniu ogniw pierwotnych³. W toku badań zaproponowano jednak nową procedurę testową którą następnie sprawdzono. Procedura ta była znacznie szybsza od procedury, która była opisywana w normie przedmiotowej a różnice obserwowane w badaniach porównawczych były znikome. W wyniku badań laboratoryjnych dowiedziono, że większość ogniw pierwotnych poddanych testom i charakteryzujących się tą samą strukturą chemiczną wykazuje znikome różnice pod względem pojemności. Oznacza to, że zarówno ogniwa oferowane przez wiodące marki i te mniej popularne produkty nie różnią się jakością (o ile tylko należą do tego samego typu – najpopularniejsze to alkaliczne) natomiast znacznie różnią się ceną.

Ogniwa pierwotne zakwalifikowane zostały jako odpad niebezpieczny naturalnym krokiem było podjęcie badań dotyczących ich zbiórki i utylizacji. Tu także oparto się na badaniach ankietowych, terenowych laboratoryjnych. Ważny aspekt stanowi konieczność edukacji społeczeństwa, ponieważ wyniki przeprowadzonych ankiet zobrazowały ogrom nieodpowiedzialnych i szkodliwych zachowań użytkowników tego typu magazynów energii. Polegały one na przykład na wyrzucaniu odpadów niebezpiecznych jakimi są baterie ogniw pierwotnych do pojemników na śmieci komunalne. Alarmujące staje się to, że takie praktyki deklarował prawie co piąty ankietowany. Takie wyniki skłoniły autora do poświęcenia również uwagi racjonalnemu zarządzaniu ogniwami pierwotnymi, które polegało na pełnym wykorzystaniu baterii przed oddaniem ich do utylizacji i związane było z uświadomieniem użytkownikowi, że istnieją odbiorniki o dużym i małym poborze energii. Te pierwsze przestają działać nawet przy niepełnym wykorzystaniu baterii ogniw pierwotnych. Takie baterie można nadal

³ PN-EN 60086-1:2015-11, PN-EN 60086-1:2016-04

z powodzeniem wykorzystać w urządzeniach o niższym poborze mocy, oddalając w ten sposób w czasie konieczność ich utylizacji. Dzięki temu gospodarstwa domowe mogą odnieść realne zyski pod względem ekonomicznym, natomiast globalnie odnotowane zostaną zyski nie tylko pod względem ekonomicznym, ale i ekologicznym, ponieważ utylizacja pochłania ogromne zasoby energetyczne, finansowe i stanowi obciążenie dla środowiska. Próbę racjonalnego zarządzania nie do końca zużytymi bateriami ogniów pierwotnych przeprowadzono w jednej ze szkół podstawowych. Wyniki tej eksperymentalnej interwencji społecznej zostały opisane w monografii.

Kolejną propozycją racjonalnego i ekologicznego zarządzania ogniwami pierwotnymi stanowiła opcja ładowania tego typu chemicznych źródeł energii. Taka praktyka odraczałaby proces recyklingu i nie stanowiła dużego obciążenia ekonomicznego dla użytkownika, zwłaszcza że zabieg ten stanowi ułamek ceny zakupu nowej baterii. Aby jednak można było wprowadzić tego typu praktyki konieczne będzie przezwyciężenie oporu producentów wynikającego ze strat związanych ze zmniejszoną częstotliwością zakupów ich produktów oraz zakorzenionych w konsumentach alarmistycznych opinii dotyczących niebezpieczeństwa ładowania baterii ogniów pierwotnych, które przez lata były powtarzane w publikacjach oraz zamieszczane na opakowaniach tych produktów. W książce opisano laboratoryjną próbę regeneracji ogniów pierwotnych, która zakończyła się powodzeniem. Genezą tych działań były studia literaturowe związane z analizą parametrów technicznych kilku typów ładowarek dostępnych jeszcze do niedawna na rynku krajowym. Ładowarki te zostały jednak wycofane z obiegu. Należy zwrócić uwagę, że w poprzednim stuleciu dostępne były proste ładowarki pozbawione mikroprocesorowych sterowników przeznaczone do ładowania akumulatorów małogabarytowych AA i AAA oraz 9V, które pozwalały również na ładowanie baterii ogniów pierwotnych. Przykład takiej ładowarki został zaprezentowany wraz ze schematem blokowym opracowanym przez autora w monografii. Powstało zatem pytanie, czy możliwa jest regeneracja ogniów pierwotnych, a jeżeli tak, to dlaczego nie można tego zrobić za pomocą ładowarek dostępnych obecnie na rynku. Szukając odpowiedzi autor przeprowadził ankietę sprawdzającą świadomość konsumentów w tym aspekcie. W wyniku analizy danych ankietowych okazało się, że w większość badanych stanowczo stwierdziła, że nie można ładować baterii ogniów pierwotnych. Druga duża grupa nie miała zdania na ten temat. Tylko 17% badanych dopuszczało taką możliwość. Przegląd ładowarek dostępnych na rynku krajowym ujawnił co najmniej kilka typów urządzeń, które w opisie technicznym zawierały treści, w których ich producenci zapewniali, że takie ładowanie jest możliwe. W momencie pisania książki ładowarki te nie były już dostępne w sprzedaży detalicznej. Autor podjął zatem próbę ładowania baterii jednorazowych za pomocą zasilacza laboratoryjnego w specjalnej komorze, która zapewniała bezpieczeństwo w przypadku ewentualnej eksplozji ładowanego ogniwa pierwotnego. Próby, które zostały przeprowadzone na wielu egzemplarzach ogniów pierwotnych potwierdziły możliwość ich regeneracji. W toku badań pokazano, że regeneracja nie tylko została przeprowadzona z powodzeniem, ale można ją przeprowadzić wielokrotnie wydłużając znacznie żywotność baterii ogniów pierwotnych. Następnym krokiem było skonstruowanie własnego prototypu ładowarki umożliwiającej ładowanie

baterii ogniw pierwotnych oraz wyjaśnienia, dlaczego tego typu działania nie są możliwe przy użyciu nowoczesnych mikroprocesorowych ładowarek dostępnych na rynku krajowym. Wyniki testów prototypu przedstawiały się obiecująco, a próby dowiodły, że większość baterii alkalicznych dostępnych na rynku krajowym mogłoby zostać bezpiecznie zregenerowane w ten sposób. Zgodnie z literaturą spotykane są ogniwa pierwotne zabezpieczone przed próbami regeneracji zaworami jednokierunkowymi w postaci diod prostowniczych. Podczas testów nie znaleziono jednak takich przypadków. W toku badań wyjaśniono również, dlaczego baterie ogniw pierwotnych nie mogą być ładowane za pomocą ładowarek powszechnie stosowanych do ładowania akumulatorów małogabarytowych. Wynika to z mniejszego napięcia ładowania stosowanego w tych urządzeniach. W bateriach ogniw pierwotnych, których napięcie nominalne wynosi 1,5V konieczne było zastosowanie wyższego napięcia podczas prób ich regeneracji. Przy akumulatorach małogabarytowych typu AA i AAA ich napięcie nominalne wynosi 1,2V, a zatem napięcie ładowania klasycznych ładowarek nie pozwala na naładowanie baterii ogniw pierwotnych, gdyż nie przekracza ono 1,5V.

Podsumowując: w monografii zostało zastosowane interdyscyplinarne podejście badawcze; wykorzystano metody pochodzące z nauk technicznych oraz nauk społecznych. Przeanalizowano literaturę przedmiotu, przeprowadzono badania ankietowe, które sprawdzały świadomość konsumentów w zakresie użytkowania i utylizacji ogniw pierwotnych oraz badania techniczne, polegające na pomiarach i analizie parametrów elektrycznych ogniw pierwotnych z rejestracją parametrów prądowo-napięciowych w funkcji czasu rozładowania. Badania jakości baterii ogniw pierwotnych prowadzono w warunkach laboratoryjnych z wykorzystaniem aparatury pomiarowej zaprojektowanej przez autora i opisanej w monografii. Testy rozładowania ogniw pierwotnych prowadzono zgodnie z wytycznymi norm⁴. Podczas pomiarów dokonywane były również zmodyfikowane wersje testów, które również opisano w monografii, umożliwiające przyspieszenie oceny jakości ogniw pierwotnych z zachowaniem wszystkich zasad pomiarów parametrów tego typu magazynów energii elektrycznej. Badaniom terenowym (analiza baterii oddawanych do dedykowanych punktów zbierania odpadów) sprzyjały akcje „Kino za baterie” prowadzone w placówkach edukacyjnych, które promowały proekologiczne postawy społeczne. Dzięki współpracy z placówkami edukacyjnymi takimi jak szkoły i przedszkola możliwe było przeprowadzenie takich badań. W ramach badań prowadzono również akcje edukacyjne, a baterie, które okazały się jeszcze sprawne, przekazywano danej placówce do dalszego wykorzystania.

⁴ PN-EN 60086-1:2015-11, PN-EN 60086-1:2016-04

3.1.6. Podsumowanie uzyskanych wyników

Badania opisane w monografii pozwoliły na pełną realizację wszystkich założonych celów badawczych, a w szczególności:

1. Ustalenie kryteriów różnicujących baterie ogniwo pierwotnych. Najważniejszym z nich jest czas pracy ogniwa przy stałym obciążeniu co stanowi o jego jakości. Drugim kryterium to pomiar odchyłek wartości poprzedniego parametru w danej partii (opakowaniu) ogniwo pierwotnych. Ważnym jest nie tylko by baterie działały długo, ale też by poszczególne egzemplarze działały podobnie, gdyż zazwyczaj w urządzeniach elektrycznych stosujemy po kilka sztuk ogniwo pierwotnych. Ma to wpływ na stabilność pracy urządzeń zasilanych bateriami.
2. W toku prac badawczych dowiedziono, że różnice pomiędzy parametrami elektrycznymi wiodących marek i tych, które nie są reklamowane, są marginalne (o ile porównujemy ogniwa tego samego typu), a ceny detaliczne baterii wiodących producentów są wielokrotnie wyższe. Jeżeli konsument nie będzie kierował się reklamą, a realnymi parametrami kupowanych produktów, może to w znaczny sposób przyczynić się do wymiernych korzyści ekonomicznych i ochrony jego interesów.
3. Przyspieszenie procedury badań parametrów jakościowych ogniwo pierwotnych przyczyniło się do skuteczniejszej i szybszej oceny pozwalającej na różnicowanie baterii pod względem ich parametrów elektrycznych. Modyfikacja procedury pomiarowej opisanej w normie przedmiotowej, zaproponowana przez autora w toku badań testowych udowodniła niewielki wpływ tej modyfikacji na wyniki pomiarów baterii w porównaniu z zastosowaniem procedury tradycyjnej. Skuteczność pomiarów kryterium dotyczącego czasu pracy ogniwa pierwotnego, które stanowi podstawę oceny jego jakości, została poparta wynikami przedstawionymi w niniejszej pracy.
4. Propozycja odmiennego od tradycyjnych sposobu recyklingu baterii ogniwo pierwotnych, które można rozpatrzeć dwuaspektowo. Poczynając od prawidłowej segregacji baterii w zależności od stopnia ich zużycia i wykorzystania w urządzeniach o różnym poborze prądu po możliwości ich regeneracji z wykorzystaniem zaproponowanego prototypu ładowarki. Takie podejście mogłoby wpłynąć na procedurę recyklingu baterii ogniwo pierwotnych przyczyniając się do poprawienia tak zwanego efektu ekologicznego dzięki zmniejszeniu wydatku energetycznego niezbędnego do przeprowadzenia utylizacji baterii oraz ograniczenia szkodliwych substancji powstających w procesie rozdziału poszczególnych elementów utylizowanego produktu.
5. Wykorzystanie danych pochodzących z badań ankietowych i pomiarów przeprowadzonych w miejscach zbiórki odpadów jako podstawa akcji edukacyjnych dla konsumentów. W ramach badań dowiedziono, że 30% baterii oddawanych do punktu zbiórki odpadów nadaje się do dalszego użycia. Prawidłowe zarządzanie tego typu odpadami również przyczyni się do

poprawienia efektu ekologicznego i ekonomicznego z przyczyn opisanych w punkcie trzecim. Odpowiednia edukacja konsumentów i zwrócenie uwagi na realne korzyści ekonomiczne skłoniłaby ich do refleksji i sprawdzenia stanu baterii przed oddaniem ich do punktu zbiórki odpadów. Zaproponowane w monografii rozwiązania polegające na wyposażeniu punktów gromadzenia odpadów w proste urządzenia pomiarowe mogłoby ograniczyć wyrzucanie baterii nierozładowanych. Idealnym rozwiązaniem byłoby stworzenie urządzenia, które w szybki sposób dokonywałoby analizy stopnia zużycia baterii ogniwo pierwotnych. Po wydaniu monografii autor przez kolejne trzy lata podejmował próby skonstruowania urządzenia pozwalającego na szybką i skuteczną identyfikację stopnia zużycia baterii ogniwo pierwotnych. Po wykonaniu prototypu i wielomiesięcznych testach takie urządzenie zostało zaprojektowane i skonstruowane. Testy wykazały jego skuteczność. Urządzenie to stanowi kolejne ogniwo w procesie stworzenia skutecznej procedury zarządzania odpadami tego typu.

3.2. Urządzenie do oceny zużycia alkalicznych ogniwo pierwotnych metodą akustyczną.

3.2.1. Uzasadnienie potrzeby konstrukcji urządzenia pomiarowego tego typu

Obserwacje prowadzone podczas pomiarów terenowych opisanych w monografii autorskiej i identyfikacja problemu dotyczącego niewyeksplotowanych ogniwo pierwotnych stanowiących 30% wszystkich baterii przeznaczonych do recyklingu znajdujących się w pojemnikach na odpady tego typu, skłoniły autora do przeprowadzenia mini-eksperymentu społecznego w jednej z placówek oświatowych. Pokazał w ten sposób, że można zmniejszyć te niepokojące tendencje przez odpowiednią edukację oraz wyposażenie pojemników na odpady w odpowiednie urządzenia pomiarowe. Na rynku krajowym można spotkać pojemniki na odpady z wbudowanymi testerami poziomu naładowania baterii. Nasuwa się jednak pytanie jak skłonić ludzi do skorzystania z tego typu rozwiązań? Pomiar kondycji pojedynczej baterii nie stanowi dużego obciążenia czasowego dla użytkownika, ale na podstawie analizy danych ankietowych a nawet patrząc na sprawę zdroworozsądkowo, bardzo rzadko użytkownicy udają się do punktów zbiórki z pojedynczymi sztukami baterii. Jeżeli zatem przynoszą baterie w większych ilościach to czas pomiaru wydłuża się znacznie i ze względu na niski jednostkowy koszt tego produktu takie pomiary z punktu widzenia osoby, która chce szybko się pozbyć wyeksplotowanego produktu nie mają uzasadnienia. Zatem konieczne było znalezienie alternatywnej równie skutecznej co dotychczas stosowana szybszej metody pomiaru. Dotychczas stosowane urządzenia służące do identyfikacji stopnia rozładowania baterii ogniwo pierwotnych opierają się na metodzie elektrycznej. Elementem pomiarowym w tego typu urządzeniach jest woltomierz mierzący napięcie na kontaktach baterii. Na wskaźniku LCD, diodowym lub wskazówkowych prezentowane są parametry potrzebne do oceny stanu

baterii. Oceny musi jednak dokonać operator urządzenia. Żeby dokonać takiej oceny konieczne jest przeprowadzenie szeregu nieskomplikowanych czynności, które jednak zabierają czas. Osoba, której zamiarem jest oddanie baterii do punktu zbiórki odpadów (w związku z jej znikomym kosztem) nie będzie poświęcała czasu na wykonanie tego typu pomiarów. Genezą powstania wynalazku było ominięcie konieczności wykonywania pomiarów i wykorzystaniu faktu, że baterię należy i tak wrzucić do pojemnika. Urządzenie, które zostanie przedstawione wykorzystuje do pomiaru kondycji ogniwa pierwotnego dźwięk spadającej baterii.

3.2.2. Opis wynalazku

Urządzenie, które stanowi uzupełnienie monografii i w zamyśle ma przyspieszyć proces sortowania baterii ogniw pierwotnych, pozwala na błyskawiczną detekcję stopnia zużycia ogniw pierwotnych metodą nieelektryczną.

W wyniku analizy struktury chemicznej alkalicznych ogniw pierwotnych założono, że może dochodzić do różnicowania zachowania baterii sprawnych i rozładowanych podczas swobodnego spadku. W wyniku rozładowania baterii ogniwa pierwotnego dochodzi do przemian chemicznych i zmiany konsystencji substancji wypełniającej wewnątrz baterii. Materiał ten staje się sztywniejszy i bardziej sprężysty. W wyniku tej zmiany podczas swobodnego spadku obserwuje się różne oddziaływania z podłożem na które spada bateria zależne od stopnia jej naładowania. Jeżeli użyte zostanie odpowiednie podłoże i zastosowana aparatura rejestrująca dźwięk możliwa będzie identyfikacja różnic sygnału akustycznego generowanego przez swobodnie spadającą baterię. Takie badania zostały wykonane i w ich wyniku zaproponowana została nowatorska nieelektryczna i bardzo szybka akustyczna metoda pomiaru przydatności alkalicznych ogniw pierwotnych. Metoda i prototypowe urządzenie pomiarowe zostało zgłoszone pod numerem: P.453267 do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej. Metoda ta polega na pomiarze sygnału akustycznego spadającego ogniwa pierwotnego oraz analizy tego sygnału przez autorskie oprogramowanie zaimplementowane do mikroprocesora jednoukładowego sterującego całym procesem, w celu identyfikacji czy mamy do czynienia z baterią rozładowaną czy nie. Należy zwrócić uwagę, że metoda ta daje błyskawiczny wynik i praktycznie eliminuje udział człowieka w procesie pomiaru stanu baterii. Udział człowieka polega na konieczności wrzucenia baterii do pojemnika co i tak musiał uczynić a identyfikacja następuje po odgłosie jaki emituje spadająca bateria ogniwa pierwotnego. Obecnie urządzenie to stanowi autonomiczny prototyp ale w toku dalszych badań zostanie ono wbudowane do znacznie większego automatycznego systemu sortowania baterii. Badania testowe urządzenia zostały zakończone pomyślnie a publikacja naukowa znajduje się obecnie w przygotowaniu.

3.2.3. Wkład monografii autorskiej i urządzenia do pomiaru zużycia ogniw pierwotnych do nauki w dyscyplinie Nauki o Zarządzaniu i Jakości

Realizacja poszczególnych zadań badawczych przyczyniła się do osiągnięcia celów i weryfikacji hipotez postawionych pracy. Synteza rezultatów zadań badawczych pozwoliła na osiągnięcie celu głównego pracy jakim było wyłonienie kryteriów jakości ogniw pierwotnych oraz przedstawienie alternatywy dla klasycznego mechanizmu recyklingu tego typu magazynów energii. Rozważania naukowe przedstawione w monografii uzupełniły wiedzę na temat wskazanych wyżej luk badawczych. Wkład monografii „**Jakość i recykling alkalicznych ogniw pierwotnych**” w rozwój nauk o zarządzaniu i jakości można podsumować w przedstawionych poniżej punktach.

- Wykazano brak różnic między bateriami wiodących marek i tych niereklamowanych. Baterie ogniw pierwotnych zarówno wiodących producentów jak i te mniej znanych marek charakteryzują się zbliżonymi czasami pracy. Ten fakt nie uzasadnia znacznie wyższych cen, które narzucają producenci czołowych marek. Tym co rzeczywiście różnicuje jakość ogniw pierwotnych to nie marka a ich typ (cynkowo-węglowe, alkaliczne, litowo-jonowe), przy czym uwzględniając stosunek jakości do ceny najbardziej godne polecenia są baterie alkaliczne. Wskazano na wpływ reklamy na decyzje zakupowe. Przeanalizowano wybory konsumenta, takie jak wybór marki baterii oraz czynników determinujących te wybory, jak częstotliwość występowania reklam produktów,
- Przedstawiono skalę marnotrawstwa baterii ogniw pierwotnych, wyrzucanych do pojemników na zużyte baterie, z których prawie 30% mogłoby zostać nadal w użyciu. Oddanie ich przedwcześnie do recyklingu to niepotrzebne obciążenia zarówno środowisk, jak i budżetów konsumentów, a także w globalnym odniesieniu jakim jest budżet krajowy. Warto by umożliwiać konsumentom sprawdzenie stanu baterii nim je wyrzucą.
- Zwrócono uwagę na możliwość racjonalnego zarządzania zgromadzoną w ogniwach energią – gdy nie są już wystarczające dla urządzeń o dużym poborze prądu (chodzi tutaj o urządzenia wyposażone w silniki komutatorowe), nadal mogą być wykorzystywane w innych urządzeniach charakteryzujących się niższym poborem mocy na przykład zegarach kwarcowych.
- Zakwestionowano niemożność ponownego ładowania rozładowanych baterii ogniw pierwotnych, co jest standardowym komunikatem dla użytkowników spotykanym niemal na każdym opakowaniu tego typu produktów. Podjęte próby ładowania z użyciem zasilacza laboratoryjnego udowodniły, że takie działania są możliwe. Wyjaśniono również, dlaczego nowoczesne ładowarki mikroprocesorowe w przeciwieństwie do ładowarek starego typu nie pozwalają na regenerację ogniw pierwotnych.
- Zaprojektowano, wykonano i przetestowano prototyp ładowarki pozwalającej na przedłużenie żywotności baterii ogniw pierwotnych. Dzięki temu można wielokrotnie je wykorzystywać,

doładowując je w bezpieczny sposób i przedłużając ich funkcjonowanie, co także oddala kosztowny proces recyklingu. Przeanalizowano również koszt ładowania baterii ogniw pierwotnych, który stanowi ułamek kwoty jej nabycia, a tym samym realny zysk nawet po uwzględnieniu kosztów nabycia ładowarki przeznaczonej do ich regeneracji.

Przeprowadzone analizy i badania w ramach tej pracy pozwalają na przemyślane zarządzanie w zakresie:

- skonstruowania urządzenia do badania jakości,
- analizy maksymalnego wykorzystania ich potencjału,
- analizy możliwości ograniczenia ich niekorzystnego wpływu na środowisko.

Prototyp unikatowego **urządzenia przeznaczonego do identyfikacji przydatności baterii alkalicznych metodą akustyczną** zgłaszanego jako drugie główne osiągnięcie w procedurze habilitacyjnej przyczyni się do usprawnienia procesu zbiórki odpadów niebezpiecznych jakimi są baterie ogniw pierwotnych i zdaniem autora wyeliminuje albo znacząco zmniejszy niekorzystne tendencje zaobserwowane podczas badań terenowych opisanych w monografii autorskiej. Opracowano bowiem procedurę bardziej szybkiej i niewymagającej dokonywania pomiarów elektrycznych identyfikacji rozładowanych i nierozładowanych baterii, którą będzie można wykorzystywać także w urządzeniach sortujących odpady. (W dalszych planach autora jest zaprojektowanie i zbudowanie takiego sortownika) Nie jest wykluczone, że zastosowanie tej metody przyczyni się wraz z opisaną w jednym z artykułów autora² metodą odzyskiwania pozostałej części energii elektrycznej zgromadzonej w ogniwach pierwotnych do modyfikacji dotychczasowych procedur recyklingowych tego typu odpadów.

3.2.4. Dalsze kierunki badań dotyczących tematyki ogniw pierwotnych

Aby rozpropagować działania proekologiczne poza terenem Polski autor rozpoczął współpracę z Uniwersytetem Ekonomicznym w Bratysławie. Współpraca ta ma na celu sprawdzenie jak kształtuje się proces strategii marketingowych, gromadzenia i następnie recyklingu baterii ogniw pierwotnych na terenie Słowacji. W ramach współpracy wykonane zostaną pomiary terenowe (analogiczne do opisanych w monografii i przeprowadzonych w Polsce) w wybranych miejscach zbiórki odpadów na terenie Słowacji a następnie na podstawie zestawień wyników przygotowany zostanie raport i publikacja obrazująca zachowania konsumentów i popyt na tego typu produkty w obu krajach. Dalsze plany badawcze będą obejmowały konstrukcję automatycznego urządzenia sortującego z funkcją pomiaru stopnia naładowania baterii ogniw pierwotnych oraz wykonanie pomiarów skuteczności tego rozwiązania.

4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

Mój dotychczasowy dorobek naukowy obejmuje **39** publikacji naukowych. Poza autorstwem monografii stanowiącej moje pierwsze główne osiągnięcie naukowe oraz zgłoszonym do procedury patentowej urządzeniem stanowiącym drugie główne osiągnięcie naukowe, jestem współautorem 12 artykułów naukowych i 26 rozdziałów w monografiach z naukowych. W ramach mojej działalności naukowej prowadzę testy nad wykorzystaniem nowoczesnej elektroniki cyfrowej i techniki mikroprocesorowej do zautomatyzowania różnych metod pomiarowych wielkości elektrycznych i nieelektrycznych co znajduje odzwierciedlenie w moich publikacjach naukowych. Przykładem tego jest również współautorstwo w projekcie i testach urządzenia przeznaczonego do pomiarów twardości powłok lakierowych, które w dniu 09 grudnia 2024 r. zostało zgłoszone do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej pod numerem: P.450516.

W czerwcu roku 2025 zakończono pomyślnie grant wewnętrzny Potencjał 2023 PRW/PPOT/2023/00 którego byłem kierownikiem. W ramach grantu wykonany został projekt mikroprocesorowego urządzenia pomiarowego przeznaczonego do testowania akumulatorów małogabarytowych. Urządzenie to było zmodyfikowaną i rozbudowaną wersją urządzenia przeznaczonego do badania ogniw pierwotnych i pozwalało na testy i tworzenie bazy danych ogniw drugiego rodzaju. W ramach projektu powstały cztery publikacje naukowe w których prowadzone były testy ogniw drugiego rodzaju, wykonane między innymi z użyciem automatycznego mikroprocesorowego urządzenia pomiarowego mojego pomysłu.

Obecnie jestem głównym wykonawcą projektu mającego na celu zbadanie możliwości wykorzystania sztucznej inteligencji w usprawnieniu procesów pomiarowych w ramach grantu wewnętrznego Potencjał 2025, PRW/WPOT/2025/0060. Kontynuując zaś prace z nurtu głównych osiągnięć aktualnie pracuję nad modyfikacją urządzenia do akustycznej metody pomiaru stopnia naładowania baterii ogniw pierwotnych. Modyfikacja ma na celu zastosowanie mini sieci neuronowej mojego pomysłu pozwalającej na rozszerzenie jego obecnych możliwości o korzyści jakie można uzyskać dzięki zastosowaniu elementów sztucznej inteligencji.

4.1. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych przed uzyskaniem stopnia doktora nauk ekonomicznych w zakresie towaroznawstwa

4.1.1. Obszary prowadzonych badań

W związku z tym, że ukończyłem studia inżynierskie na wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Opolskiej, moje zainteresowania koncentrowały i nadal koncentrują się na budowie urządzeń pomiarowych wykorzystujących elementy nowoczesnej elektroniki i techniki mikroprocesorowej ze szczególnym uwzględnieniem automatycznych pomiarów wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi oraz eliminowaniem udziału operatora (człowieka) z całego procesu pomiarowego (pozostawiając mu jedynie rolę nadzorującą), co miało gwarantować minimalizowanie błędów przypadkowych wynikających z niedoskonałości zmysłów ludzkich. Takie działania pozwalają na poprawę jakości całego procesu pomiarowego. Wiedza nabyta na studiach technicznych pozwoliła mi na konstruowanie urządzeń, które mogły pozyskiwać duże ilości danych pochodzących z wielu rozproszonych sensorów pomiarowych pracujących nieprzerwanie przez długi czas bez nadzoru operatora. Pozwalały też na rejestrowanie procesów, w których zachodziły bardzo szybkie zmiany parametrów niemożliwe do zarejestrowania za pomocą tradycyjnych urządzeń pomiarowych lub zmysłów ludzkich. Zwieńczeniem moich 3,5-letnich studiów inżynierskich była praca dyplomowa, w której opisałem kondycjonowanie sygnału pomiarowego (czyli jego obróbkę i dopasowanie do kolejnych bloków pomiarowych). Moje zainteresowania naukowe nadal koncentrują się na projektowaniu automatycznych urządzeń pomiarowych pozwalających na rejestrację różnych parametrów wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi.

Po studiach inżynierskich rozpocząłem studia na wydziale Matematyki Fizyki i Chemii Uniwersytetu Opolskiego, które ukończyłem zdobywając tytuł magistra fizyki. Studia te wybrane z rozmysłem miały uzupełnić moją wiedzę nabytą na studiach inżynierskich o niezbędne zagadnienia z nauk przyrodniczych oraz pozwolić na rozwijanie moich zainteresowań dotyczących pomiarów i różnych nietypowych rozwiązań wykorzystujących zjawiska fizyczne do tworzenia przyrządów pomiarowych oraz zwiększenia ich precyzji, a tym samym jakości pomiarów. Moja praca magisterska, w ramach której zaprojektowałem i uruchomiłem mikroprocesorowy mętnościomierz, była pierwszym zakończonym sukcesem i udokumentowanym publikacją naukową⁵ w pełni działającym prototypem mikroprocesorowego automatycznego urządzenia pomiarowego pozwalającego na prowadzenie badań analitycznych zarówno w laboratorium, jak i w terenie. W pracy tej wykorzystałem nietypowe rozwiązanie czterech komplementarnych czujników rozmieszczonych w komorze pomiarowej własnego projektu. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwe było połączenie pomiarów nefelometrycznych i turbidymetrycznych i stworzenie uniwersalnego urządzenia pomiarowego. W pracy posłużyłem się

⁵ Wacławek W., Kiczma B., Czerniak J., (1999), Mikroprocesorowy mętnościomierz Chemia - Dydaktyka - Ekologia – Metrologia, 4 (1-2), 89-92. Wyd. Towarzystwo Chemii i Inżynierki Ekologicznej Opole.

sterownikiem mikroprocesorowym pozwalającym na gromadzenie danych pomiarowych i przesyłanie ich do komputera klasy PC wyposażonego w mój autorski program analizujący dane pomiarowe.

W roku 2000 rozpocząłem pracę na Uniwersytecie Opolskim, gdzie rozwijałem swoje zainteresowania w kierunku pomiarów zajmując się zagadnieniami związanymi z ekologicznymi źródłami energii ze szczególnym uwzględnieniem pomiarów efektu fotowoltaicznego oraz konstruowaniem różnych urządzeń pomiarowych. Rozwijałem również umiejętności obejmujące tworzenie narzędzi informatycznych w postaci autorskich programów komputerowych, pozwalających na szybką analizę dużej ilości danych pomiarowych, co zostało udokumentowane w publikacjach i wystąpieniach konferencyjnych z tamtego okresu mojej kariery naukowej.

W roku 2004 zostałem zatrudniony na Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie, gdzie pracując w Katedrze Towaroznawstwa Przemysłowego przez pewien czas zajmowałem się branżą skórzaną. W tym czasie realizowałem pomiary jakości skór zwierzęcych wykorzystywanych w branży obuwniczej i galanteryjnej. Zwieńczeniem tego okresu mojej działalności naukowej i nabytych umiejętności z tej dziedziny było zaprojektowanie, wykonanie i uruchomienie prototypowego urządzenia pomiarowego do automatycznego pomiaru i rejestracji temperatury skurczu skóry bydlęcej. Urządzenie to następnie zostało opisane w publikacji naukowej⁶. Należy nadmienić, że wcześniejsze pomiary zgodnie z wytycznymi norm oparte były wyłącznie na obserwacji temperatury skurczu skóry za pomocą zmysłów ludzkich i prostych urządzeń mechanicznych. Takie pomiary obarczone są błędem przypadkowym wynikającym z niedoskonałości zmysłów ludzkich. Nie zapewniały one odpowiedniej jakości i powtarzalności pomiarów. Dynamiczny przebieg mierzonego zjawiska nie gwarantował rzetelnego prowadzenia pomiarów. Wykorzystanie komponentów elektronicznych i mikrokomputera jednoukładowego nadzorującego pomiary pozwoliło na usunięcie wymienionych słabych punktów dotychczasowej procedury pomiarowej. Drugim urządzeniem, które skonstruowałem w tym czasie było automatyczne mikroprocesorowe urządzenie wahadłowe do pomiaru twardości powłok lakierowych, które również zostało opisane w publikacji naukowej⁷. Urządzenie to cechowało się dobrą powtarzalnością pomiarów oraz zautomatyzowaniem wielu funkcji, które wcześniej musiał wykonywać operator. Urządzenie nadzorowało prawidłowe wychylenie wahadła oraz automatycznie zliczało jego czas pracy i ilość wychyleń.

⁶ Czerniak J., Marcinkowska E., (2005), Mikroprocesorowe urządzenie do pomiaru temperatury skurczu skóry. [W:] Doroszewicz S., Zbierchowska A. (red.), Jakość w dokonaniach współczesnej ekonomii i techniki : monografia naukowa z cyklu "Techniczne i ekonomiczne aspekty jakości", Warszawa : SGH - Oficyna Wydawnicza, s. 408-415. ISBN 83-7378-204-4

⁷ Chochół A., Czerniak J., (2012), Mikroprocesorowe urządzenie do badania twardości powłok lakierniczych. [W:] Żuchowski J., Zieliński R. (red.), Role of Innovativity in Quality Creation, Radom : Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji - PIB : Politechnika Radomska. Wydział Ekonomiczny, s. 143-151.

Po przeniesieniu się do katedry Metrologii i Analizy Instrumentalnej w roku 2006 w ramach mojej pracy doktorskiej zaprojektowałem i skonstruowałem od podstaw specjalną stację fotowoltaiczną, fototermiczną i meteorologiczną zlokalizowaną na dachu budynku Biblioteki Głównej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie. Stacja ta wyposażona była w mikrokomputery jednoukładowe i systemy pomiarowe mojego pomysłu. Pracując od roku 2007 do 2011 gromadziła dane pomiarowe z jednominutowym interwałem pochodzące z ogniw fotowoltaicznych, kolektorów słonecznych oraz wszystkie podstawowe parametry pogodowe w tym nasłonecznienie na badanym obszarze. Stacja i poszczególne jej komponenty zostały opisane w kilku publikacjach naukowych oraz obronionej w 2011 dysertacji pt.: „Kryteria oceny jakości ogniw fotowoltaicznych jako ekologicznego źródła energii”, której promotorem był prof. dr hab. Andrzej Gajewski. W ramach tworzenia mojej rozprawy doktorskiej opanowałem kilka języków programowania, które umożliwiły gromadzenie i analizę danych pomiarowych (języki C++ i Delphi) oraz język VBA, w którym napisane zostały programy pozwalające na opracowanie i prezentację danych pomiarowych gromadzonych przez wszystkie lata pracy stacji. Język VBA pozwolił na napisanie programu symulacyjnego umożliwiającego prowadzenie obliczeń najkorzystniejszego położenia ogniw fotowoltaicznych w zadanej lokalizacji poprawiając ich sprawność, a tym samym jakość stacji fotowoltaicznej. W tworzeniu oprogramowania stanowiącego system operacyjny poszczególnych sterowników wykorzystywałem język maszynowy Assembler oraz Basic przeznaczony dla procesorów jednoukładowych.

4.2. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych po uzyskaniu stopnia doktora nauk ekonomicznych w zakresie towaroznawstwa

Działalność naukowa po uzyskaniu stopnia doktora nauk ekonomicznych w zakresie towaroznawstwa była kontynuacją moich zainteresowań związanych z prowadzeniem pomiarów i projektowaniem automatycznych urządzeń pomiarowych. Na tym etapie moja działalność skoncentrowała się na kilku obszarach związanych pomiarami, akwizycją i przetwarzaniem danych. Obszar pierwszy obejmował badania związane z wpływem zanieczyszczeń środowiskowych takich jak pyły zawieszone PM 2 i PM 10 oraz wpływem promieniowania jonizującego na stężenie chlorofilu w roślinach zielonych. Za każdym razem podejmowałem próby zautomatyzowania procesu badawczego z zastosowaniem komponentów elektronicznych. Na szczególną uwagę zasługują przygotowywane pod moim kierunkiem prace inżynierskie, w których inspirowałem studentów do tworzenia automatycznych urządzeń pomiarowych. Jedną z nich było urządzenie do laserowego pomiaru mętności cieczy i zawiesin z wykorzystaniem zielonego lasera półprzewodnikowego. Praca ta stanowiła wstęp do konstrukcji urządzeń do pomiaru zapylenia powietrza metodą optyczną. Urządzenie pomiarowe przeznaczone do tego celu powstało i stanowiło niepublikowaną część projektu obejmującego badania statutowe. Badania

degradacji chlorofilu w roślinach zielonych zwieńczone były kilkoma publikacjami naukowymi z których najciekawsza poświęcona była wpływowi promieniowania jonizującego na kondycję roślin zielonych w zależności od ich czasu ekspozycji na działanie warunków szkodliwych⁸. W ramach badań zanieczyszczeń wód, brałem również czynny udział w badaniach stężeń WWA (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne) w wodach otwartych.

Po zakończeniu cyklu badań związanych z wpływem zanieczyszczeń na rośliny zielone i wpływem zanieczyszczeń WWA na stan wody od 2015 roku rozpocząłem badania związane z testami jakości i recyklingiem małowabarytowych magazynów energii elektrycznej. Badania dotyczyły zarówno głównego wątku mojej działalności naukowej jakim są baterie ogniw pierwotnych jak również innych typów magazynów energii takich jak akumulatory małowabarytowe R3, R6 oraz bardzo wydajne i stosowane często urządzeniach przenośnych takich jak powerbanki, radia, latarki, elektronarzędzia, a nawet hulajnogi i pojazdy elektryczne akumulatory 18650. W ramach badań projektowałem konstruowałem i uruchamiałem różnego typu urządzenia przeznaczone do automatycznej akwizycji danych pomiarowych oraz prowadzenia pomiarów bez konieczności ciągłego nadzoru ze strony operatora. Między innymi skonstruowałem urządzenie pomiarowe do półautomatycznego testowania ogniw pierwotnych podczas testów prowadzonych w miejscach gromadzenia odpadów tego typu. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że oprócz pomiarów parametrów elektrycznych badanych ogniw rejestrowany był również ich obraz, który pozwolił na analizę marek produktów pojawiających się najczęściej w miejscach zbiórek, a tym samym ocenę ilości baterii konkretnej marki i tym samym analizę popytu na konkretne marki i typy ogniw pierwotnych. Przy jednoczesnej analizie parametrów elektrycznych można było sprawdzić, które baterie (danej marki) nie są do końca rozładowane, a tym samym przynoszą straty ekonomiczne dla użytkownika oraz środowiska w wyniku konieczności poddania ich szybszemu procesowi recyklingu.

W tym czasie zajmowałem się również badaniami zleconymi dla Polskiego Instytutu Badań Jakości. W ramach badań zleconych trwających ponad rok (każde z nich) których byłem kierownikiem, badane były powerbanki oraz akumulatory R3 i R6. Wyniki badan opublikowano w czasopiśmie

⁸ Sarnek M., Szopa P., Czerniak J., Gajewski A., (2016), Wpływ promieniowania gamma na kondycję roślin zimozielonych na przykładzie żywotnika zachodniego (*Thuja occidentalis*), Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, nr 8 (956), s. 107-115;
<https://zeszyty.naukowe.uek.krakow.pl/article/download/871/890>
ISBN: 978-83-949236-3-1 ; 978-83-949535-3-9

naukowych⁹¹⁰. Wszystkie badania prowadzone były za pomocą specjalnie skonstruowanych i opisanych w czasopismach naukowych urządzeń pomiarowych pozwalających na automatyczne prowadzenie pomiarów i akwizycję wyników w procesie ciągłym bez udziału operatora. W ramach badań powstały również specjalne komory pomiarowe mojego projektu mające na celu zapewnienie odpowiednich parametrów środowiskowych dla badanych próbek.

Oprócz tego prowadziłem wiele prac dyplomowych w których wykorzystywane były mikrokomputery do pomiarów wielkości nieelektrycznych. W jednej z takich prac podjęto próbę oznaczania pestycydów metodami optycznymi. Obecnie jestem promotorem pomocniczym pracy doktorskiej, która polegała na wykonaniu pomiarów twardości lakierów urządzeniem opartym na zasadzie tłumienia wahadła. Urządzenie to zostało zgłoszone do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej pod numerem WIPO ST 10/C PL450516 celem uzyskania ochrony patentowej. Jestem współautorem tego urządzenia.

4.3. Współpraca naukowo-badawcza i realizowane projekty

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk ekonomicznych w zakresie towaroznawstwa uczestniczyłem w 10 projektach badawczych w ramach badań statutowych Katedry Metrologii i Analizy Instrumentalnej. Ostatnio byłem kierownikiem zakończonego w czerwcu 2025 r. projektu w ramach funduszu „Potencjał”. Temat prowadzonych badań dotyczy pomiarów technicznych baterii akumulatorów 18650 mający na celu wyłonienie ich kryteriów jakości i przedstawienie możliwości ich wykorzystania w różnych urządzeniach pomiarowych. Celem projektu jest również obnażenie nieuczciwych praktyk rynkowych polegających na używaniu nierzetelnych oznakowań (głównie pojemności) dotyczących parametrów tego typu produktów oraz wprowadzania na rynek krajowy produktów importowanych spoza Unii Europejskiej znacznie odbiegających pod względem jakości od produktów znanych marek. W ramach projektu podjąłem współpracę z naukowcami z Uniwersytetu Opolskiego oraz z Państwowej Akademii Nauk Stosowanych w Krośnie co zaowocowało publikacjami

⁹ Czerniak J., Gacek A., Szopa P., (2023), A Comparative Study on State of Charge Estimation for Different R6 Battery Brands. [W:] Soliman (red.), Global Economic Development Research within 2025 Vision Proceedings of the 42 International Business Information Management Association Conference 22-23 November 2023, King of Prussia, PA : International Business Information Management Association, s. 904-910.

¹⁰ Czerniak J., Gacek A., Szopa P., (2023), Analysis of Expected and Actual Capacity of R3 Batteries Among Different Manufacturers. [W:] Soliman (red.): Global Economic Development Research within 2025 Vision Proceedings of the 42 International Business Information Management Association Conference 22-23 November 2023, King of Prussia, PA : International Business Information Management Association, s. 904-910. s. 896-903.

naukowymi¹¹¹². Obecnie w ramach stażu naukowego przedstawiciel Państwowej Akademii Nauk Stosowanych w Krośnie prowadził ze mną testy aparatury pozwalającej na wykorzystanie ultradźwięków do prowadzenia pomiarów technicznych baterii ogniw pierwotnych i akumulatorów. W roku 2015 odbyłem staż na Uniwersytecie Techniczno-Humanistycznym w Radomiu, którego program obejmował współpracę międzyuczelnianą w zakresie badań fizykochemicznych, optycznych oraz morfologii różnego rodzaju powierzchni. W bieżącym roku rozpocząłem współpracę z Uniwersytetem Ekonomicznym w Bratysławie, której celem jest przeprowadzenie badań odpadów w postaci ogniw pierwotnych a następnie porównanie wyników podobnych pomiarów wykonanych na terenie Polski i Słowacji. Na przełomie września i października roku 2025 w ramach Erasmus Mobility Agreement uczestniczyłem w szkoleniu obejmującym zastosowanie wirtualnej rzeczywistości w edukacji, które odbyło się w Grecji w Pireusie.

4.4. Działalność organizacyjna

W latach 2001 do 2004 pracując na Uniwersytecie Opolskim brałem udział w pracach Lokalnego Komitetu Środkowoeuropejskiej konferencji ECOpole oraz dwukrotnie w latach 2002 i 2004 byłem sekretarzem na konferencji Metrologia Ekologia Dydaktyka organizowanej przez Uniwersytet Opolski. Po zmianie zatrudnienia, moja działalność organizacyjna była związana z promocją Uniwersytetu Ekonomicznego w placówkach edukacyjnych. Polegała ona na wyjazdach i prowadzeniu promocji obejmującej prezentację wydziału Towaroznawstwa. W 2007 roku brałem udział w Dniach Otwartych Uniwersytetu Ekonomicznego w charakterze organizatora. Obecnie regularnie uczestniczę w tym wydarzeniu wspierając działalność promocyjną naszej uczelni. Moja działalność organizacyjna na uczelni polegała również na udziale (2008 r.) Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej obejmującej studia stacjonarne i niestacjonarne. Regularnie brałem udział w egzaminach wstępnych jako członek komisji egzaminacyjnej. Obecnie jestem członkiem Rady Instytutu Nauk o Zarządzaniu i Jakości, a wcześniej wchodziłem w skład komisji skrutacyjnej Rady Wydziału Towaroznawstwa. Pracowałem także w wielu komisjach poczynając od Odwoławczej Komisji Stypendialnej w roku 2012 gdzie pełniłem rolę zastępcy przewodniczącego po Komicy ds. Dydaktyki (2016 do 2020). W latach 2012 do 2016 byłem członkiem Rady Programowej Studium Wychowania Fizycznego i Sportu. W latach 2016 do 2020 byłem członkiem Wydziałowego Zespołu ds. Jakości Kształcenia. W tym roku (2025), jestem członkiem Komisji odwoławczej ds. oceny nauczycieli akademickich zatrudnionych w Kolegium Nauk

¹¹ Czerniak J., Gacek A., Ziembik Z., Experimental evaluation and analysis of 18650 battery energy capacity and performance parameters, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie z. 218 s 112-125; <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2025.218.5>

¹² Czerniak J., Hnatyszak O., Gacek A., Dubis D., (2024), Recycling and Utilization of Disposed Lithium-Ion Batteries in Poland and Neighboring Countries. [W:] Soliman (red.), Empower Businesses and Create Economic Development in Digital Future: Vision 2030 (Proceedings of the International Business Information Management Association Conference; 44, 27-28 November 2024), King of Prussia, PA : International Business Information Management Association, s. 1599-1607.

o Zarządzaniu i Jakości. W ramach działalności organizacyjnej od ośmiu lat reprezentuję Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie na posiedzeniach Rady Naukowo – Przemysłowej oraz zgromadzeniach Ogólnych Partnerów Instytutu Autostrada Technologii i Innowacji. Za moją działalność organizacyjną byłem wielokrotnie nagradzany nagrodami J.M. Rektora za indywidualne i zespołowe osiągnięcia organizacyjne.

4.5. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

Moja działalność dydaktyczna trwa niemal ćwierć wieku. Obecnie jestem nauczycielem akademickim, ale uczyłem również w technikach oraz prowadziłem zajęcia dydaktyczne w szkołach policealnych takich jak Centrum Biznesu i Nauki Żak w Krakowie, gdzie uczyłem przedmiotów związanych z informatyką i programowaniem oraz sieciami komputerowymi. Pracowałem w dwóch technikach: Technikum Elektrycznym im. Tadeusza Kościuszki w Opolu mieszczącym się przy ul. Kościuszki 39 oraz Technikum Energetycznym im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie, mieszczącym się przy ul. Loretańskiej 16, gdzie prowadziłem pracownię Elektroniki oraz Techniki Mikroprocesorowej oraz byłem promotorem wielu prac dyplomowych, które osiągały sukcesy zarówno na szczeblu wojewódzkim jak i wyróżnienia na szczeblu krajowym. Za swoją działalność dydaktyczną w roku 2004 otrzymałem wyróżnienie Dyrektora Zespołu Szkół Energetycznych im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie, a w roku 2005 otrzymałem nagrodę Prezydenta Miasta Krakowa za szczególne osiągnięcia w pracy dydaktycznej oraz odnoszenie sukcesów w wychowaniu dzieci i młodzieży. W 2003 roku w ramach pracy w Zespole Szkół Elektrycznych w Opolu wypromowałem pracę pt.: „Metoda ultradźwiękowa pomiaru poziomu cieczy i optyczny pomiar zmętnienia cieczy”, która zajęła pierwsze miejsce w konkursie, Naczelnej Organizacji Technicznej na poziomie wojewódzkim. W latach 2004 i 2005 w ramach pracy w Technikum Energetycznym w Krakowie, wypromowałem 5 nagrodzonych prac dyplomowych, które zajęły I i II miejsca w konkursie Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych Naczelnej Organizacji Technicznej „Technik Roku” na szczeblu wojewódzkim, a jedna z nich została wyróżniona na szczeblu krajowym.

Pracę jako nauczyciel akademicki rozpocząłem na Uniwersytecie Opolskim gdzie prowadziłem laboratoria z elektroniki, elektrotechniki, informatyki oraz laboratoria związane z technikami pomiarowymi między innymi dzięki negocjacjom, które prowadziłem z firmą National Instruments podpisana została umowa obejmująca nieodpłatne użytkownictwo programu LabView i możliwe było uruchomienie laboratorium komputerowego opartego na ich produkcie w Katedrze Technologii

Uniwersytetu Opolskiego. W tym laboratorium prowadziłem również zajęcia obejmujące pomiary i symulacje z udziałem produktów firmy National Instruments.

Po zmianie miejsca zamieszkania podjąłem pracę na Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie. Po rozpoczęciu pracy na Uniwersytecie Ekonomicznym (wtedy jeszcze Akademii Ekonomicznej) w Krakowie w 2004 roku, prowadziłem zajęcia z zakresu inżynierii jakości, gdzie uczyłem studentów technik związanych szeroko pojętymi zagadnieniami jakości wyrobów i produktów. Drugi rodzaj zajęć, jaki prowadziłem to zajęcia laboratoryjne w Pracowni Skórzanej gdzie nacisk kładziony był na ocenę jakości i parametrów skór opraciwanych przy wykorzystaniu różnych technologiach garbowania używanych w galanterii skórzanej i obuwnictwie. Zajęcia te prowadziłem pracując w Katedrze Towaroznawstwa Przemysłowego.

Obecnie w ramach pracy naukowo dydaktycznej w Instytucie Nauk o Zarządzaniu i Jakości w Katedrze Metrologii i Analizy Instrumentalnej prowadzę wykłady, ćwiczenia oraz laboratoria na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych w tym inżynierskich i licencjackich pierwszego stopnia oraz na studiach magisterskich drugiego stopnia. Prowadziłem również wykłady i ćwiczenia w Szkole Doktorskiej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, gdzie zajmowałem się tematyką czystych technologii energetycznych. Na kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji prowadzę wykłady i laboratoria z przedmiotu Metrologia, Fizyka oraz Podstawy automatyzacji i wizualizacji procesów przemysłowych. Na specjalności Innowacyjność Produktu prowadzę laboratorium z Metrologii. Na drugim stopniu kierunku Zarządzania i Inżynierii Produkcji prowadzę zajęcia z Przyrodniczych podstaw jakości produktu. Na specjalności Transport i Spedycja prowadzę wykłady i laboratoria z Metrologii. Na wydziale Ekonomii UEK w Krakowie na specjalności Logistyka Międzynarodowa prowadzę wykłady i laboratoria z przedmiotu Metrologia. Na kierunku Informatyka Stosowana prowadzę ćwiczenia laboratoryjne z Podstaw Cyfrowych Systemów Sterowania oraz Podstaw Techniki Mikroprocesorowej, a także zajęcia z przedmiotu Technologie informacyjne w zarządzaniu. Obecnie na kierunku: Informatyka Stosowana prowadzę zajęcia z Cyfrowych Systemów Sterowania Procesami Przemysłowymi oraz zajęcia Digital Control Systems for Industrial Processes w języku angielskim, dla studentów programu Erasmus+. W ramach łączenia działalności dydaktycznej i promocyjnej w latach 2015 i 2016 prowadziłem wykłady i warsztaty na Uniwersytecie Dziecięcym UEK pt.: „Fascynujący Świat Fizyki”.

Prowadziłem również jedno pełne seminarium inżynierskie (10 osób) oraz co roku prowadzę indywidualne seminaria inżynierskie, licencjackie i magisterskie. Jestem dotychczas promotorem 33 prac dyplomowych inżynierskich, dwóch prac dyplomowych licencjackich i czterech prac dyplomowych magisterskich. Ponadto obecnie jestem promotorem pomocniczym rozprawy doktorskiej pt.: „Badanie jakości powłok lakierowych z zastosowaniem prototypowego urządzenia pomiarowego”. w ramach której skonstruowano urządzenie zgłoszone do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej

pod numerem WIPO ST 10/C PL450516. (Przewód doktorski zamknięty, praca po pozytywnych recenzjach, przewidywany termin obrony w roku 2025.)

W ramach podnoszenia własnych kompetencji dydaktycznych, skończyłem kurs, po którym otrzymałem certyfikat pozwalający na prowadzenie zajęć e-learningowych, kurs porozumiewania się z osobami głuchymi a na przełomie września i października odbyłem kurs w ramach programu Erasmus+ “Extended Reality in Education and Training – Using XR Applications” odbywający się w Grecji w. Pireusie.

Brałem udział w tworzeniu i modernizowaniu laboratoriów, które obecnie użytkujemy w Katedrze Metrologii i Analizy Instrumentalnej.

Obecnie co roku przygotowuję autorskie kursy do wyboru z takich przedmiotów jak podstawy techniki mikroprocesorowej ucząc studentów jak wykorzystać mikroprocesory do tworzenia urządzeń pomiarowych i automatyzacji procesów przemysłowych i pomiarowych. W czerwcu (13.06.2025 r.) brałem udział w V Sympozjum Dydaktycznym Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie pt.: „Sztuczna inteligencja w edukacji – wyzwania i możliwości” a we wrześniu 2025 brałem udział w Międzyuczelnianej Konferencji Metrologów odbywającej się na politechnice w Poznaniu.

Moja działalność dydaktyczna została uhonorowana nagrodą J.M. Rektora pierwszego stopnia za zespołowe osiągnięcia w dziedzinie dydaktycznej.

4.6.Podsumowanie

Zaprezentowany autoreferat zawiera samoocenę aktywności naukowo-badawczej wraz z podkreśleniem najważniejszych osiągnięć – przedstawianych do oceny w niniejszym postępowaniu habilitacyjnym: monografii **Jakość i recykling alkalicznych ogniw pierwotnych** oraz zgłoszonym do ochrony patentowej urządzeniu **Urządzenie do oceny zużycia alkalicznych ogniw pierwotnych metodą akustyczną**. Moje zainteresowania naukowo-badawcze umiejscowione są w obszarze dyscypliny nauk o zarządzaniu i jakości. Skupiają się one przede wszystkim wokół następujących kierunków badań: jakość ogniw pierwotnych i akumulatorów. Zrównoważony rozwój i zarządzanie eksploatacją ogniw pierwotnych od momentu ich zakupu do momentu przekazania ich do recyklingu. Analiza potrzeb konsumenta w obszarze małogabarytowych magazynów energii elektrycznej. Jako wyróżnik mojego dorobku naukowego wskazałbym również projektowanie, konstruowanie i uruchamianie automatycznych urządzeń pomiarowych pozwalające na wykonywanie pomiarów procesów fizycznych w długich odcinkach czasu oraz analiza zarchiwizowanych pomiarów. Mój dorobek naukowy stanowi łącznie 39 publikacji naukowych w tym 1 autorska monografia. Podsumowując wyżej zaprezentowane kierunki badań należy podkreślić, że moja praca naukowa koncentruje się w obszarach elektrycznych pomiarów wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Obecnie głównym aspektem są szeroko pojęte magazyny energii elektryczne zarówno ogniw pierwotnych jak i wtórnych (akumulatorów). Moja

działalność naukowa, dydaktyczna i organizacyjna została niejednokrotnie doceniona przez Władze Uniwersytetu Ekonomicznego i uhonorowana nagrodami.

4.1. Synteza działalności dydaktycznej i organizacyjnej

4.1.1. Nagrody za działalność dydaktyczną i organizacyjną

Rok przyznania	Rodzaj nagrody
2004	Dyplom honorowy dla opiekuna pracy dyplomowej „Dydaktyczny Model przemysłowego ramienia robota” wyróżnionej w Ogólnopolskim Konkursie Technik 2004 na najlepszą pracę dyplomową w średnich szkołach technicznych w roku szkolnym 2003/2004 Warszawa, 24.06.2004
2004	Wyróżnienie Dyrektora Zespołu Szkół Energetycznych im Tadeusza Kościuszki w Krakowie 14.10.2004r (za działalność dydaktyczną).
2005	Nagroda Prezydenta Miasta Krakowa za szczególne osiągnięcia w pracy dydaktycznej oraz odnoszone sukcesy w procesie wychowania dzieci i młodzieży 2005 r, Kraków 14.10.2005r
2005	Dyplom za prowadzenie pracy dyplomowej, która zdobyła I miejsce w I etapie konkursu „Technik Roku” w kategorii „Budownictwo i Architektura” zorganizowanego przez Krakowską Radę FSNT NOT Kraków, 13.06.2005 r.
2005	Dyplom za prowadzenie pracy dyplomowej, która zdobyła II miejsce w I etapie konkursu „Technik Roku” w kategorii „Ochrona środowiska i zagospodarowanie przestrzenne” zorganizowanego przez Krakowską Radę FSNT NOT Kraków, 13.06.2005 r.
2005	Dyplom za prowadzenie pracy dyplomowej, która zdobyła I miejsce w I etapie konkursu „Technik Roku” w kategorii „Mechanika” zorganizowanego przez Krakowską Radę FSNT NOT Kraków, 13.06.2005 r.

2013	Nagroda Rektora Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie zespołowa 1 stopnia za osiągnięcia dydaktyczne w 2013 roku, Kraków 14.10.2014 r.
2019	Nagroda Rektora Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie 3 stopnia za indywidualne osiągnięcia organizacyjne w 2019 roku, Kraków, 14.10.2020 r.
2021	Medal srebrny za długoletnią służbę.
2023	Nagroda Rektora Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie 2 stopnia za indywidualne osiągnięcia organizacyjne w 2022 roku, Kraków, 14.10.2023 r.
2023	Nagroda Rektora Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie 2 stopnia za zespołowe osiągnięcia organizacyjne w 2022 roku, Kraków, 14.10.2023 r.
2025	Nagroda Rektora Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie z Okazji 100 – Lecia Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie 28.05.2025 r.

1. W 2010 roku znalazłem się na liście TOP 10 najlepiej ocenianych przez studentów nauczycieli UEK akademickich w grupie asystenci i wykładowcy.
2. W 2024 zostałem nominowany przez studentów Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie do plebiscytu w kategorii „Autorytet” mającego na celu uhonorowanie nauczycieli akademickich ze względu na ich duże zaangażowanie w prowadzenie zajęć dydaktycznych.
3. W roku 2025 zostałem nominowany przez studentów Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie do plebiscytu w kategorii „Autorytet” mającego na celu uhonorowanie nauczycieli akademickich ze względu na ich duże zaangażowanie w prowadzenie zajęć dydaktycznych i zająłem czwarte miejsce w finale tego konkursu.

4.1.2. Autorstwo i współautorstwo podręczników akademickich

Współpraca podczas tworzenia rozdziału dotyczącego Trubidymetrii i Nefelometrii w skrypcie. Gajewski A. S., Szopa P., Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki dla towaroznawców wyd. UEK Kraków 2008 i wydanie II 2013

4.1.3. Popularyzacja nauki

1. Organizacja Dni Otwartych Uczelni (2008), współprowadzenie promocji kierunków realizowanych na Wydziale Towaroznawstwa Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie.
2. Prowadzenie akcji promocyjnej Uniwersytetu Ekonomicznego w Zespole Szkół Energetycznych ul Loretańska 16 w Krakowie.
3. Prowadzenie zajęć na Uniwersytecie Dziecięcym przy Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie w roku akademickim 2015- 2016
4. Wystąpienia w szkole i przedszkolach w ramach prac związanych z badaniami baterii
Wystąpienie w szkole podstawowej 2015 i 2016 rok. Prowadzenie lekcji na temat recyklingu baterii alkalicznych.

4.1.4. Pozostałe osiągnięcia dydaktyczne

- 1.1 Prowadzenie i przygotowanie zajęć dydaktycznych
1. Prowadzenie zajęć dydaktycznych na kierunkach, Towaroznawstwo, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji w Instytucie Zarządzania i Nauk o Jakości z następujących przedmiotów:
 - a. Inżynieria jakości (2004-2006, ćwiczenia),
 - b. Fizyka (2006- nadal, laboratorium),
 - c. Analiza instrumentalna (2006 – nadal, laboratorium),
 - d. Metrologia (2011 – nadal, laboratorium i wykłady),
 - e. Podstawy metrologii (2023 – nadal, laboratorium),
 - f. Instrumentalne metody w ocenie jakości surowców i produktów (2024 r. ćwiczenia),
 - g. Odnawialne źródła energii (2011, ćwiczenia i wykład),
 - h. Czyste technologie energetyczne (2018, wykład, studia doktoranckie),
 - i. Czyste technologie energetyczne (2018, ćwiczenia laboratoryjne, studia doktoranckie),
 - j. Podstawy automatyzacji i wizualizacji procesów przemysłowych (2020 wykłady),
 - k. Przyrodnicze aspekty jakości produktu (2024, laboratorium),
 - l. Instrumentalne metody w ocenie jakości surowców i produktów (2023/24, laboratorium),
 - m. Metody instrumentalne w towaroznawstwie (2019/20, wykłady)
 - n. Wstęp do nauk inżynierijno-technicznych (2018/19, laboratorium).

Prowadzenie zajęć dydaktycznych na kierunku Informatyka Stosowana z następujących przedmiotów

- a. Podstawy cyfrowych systemów sterowania procesami produkcyjnymi (2020, ćwiczenia),
- b. Podstawy techniki mikroprocesorowej (2023r, ćwiczenia).
- c. Technologie informacyjne w zarządzaniu 2023r ćwiczenia z zakresu przedmiotu.

- d. Cyfrowe systemy sterowania procesami produkcyjnymi 2023 r.
 - e. Podstawy automatyzacji i wizualizacji procesów przemysłowych, 2020r laboratorium).
3. Opracowanie własnych autorskich programów wykładów, laboratoriów i ćwiczeń
- a. Odnawialne źródła energii (wykłady i laboratoria),
 - b. Podstawy cyfrowych systemów sterowania procesami produkcyjnymi (laboratoria),
 - c. Podstawy automatyzacji i wizualizacji procesów przemysłowych (wykłady dla kierunku Towaroznawstwo oraz Zarządzanie i Inżynieria Produkcji oraz laboratoria dla kierunku Informatyka Stosowana),
 - d. Cyfrowe systemy sterowania procesami produkcyjnymi (laboratoria)
 - e. Podstawy techniki mikroprocesorowej (laboratoria),
 - f. Cyfrowe systemy sterowania procesami produkcyjnymi (laboratorium),
 - g. Digital Control Systems for Industrial Processes (laboratoria w języku angielskim dla studentów programu Erasmus).
- 1.2 Pozostałe osiągnięcia dydaktyczne

4.1.5. Opieka naukowa nad studentami w toku specjalizacji

Opieka naukowa nad pracami magisterskimi realizowanymi w Katedrze Metrologii i Analizy Instrumentalnej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie – promotorstwo.

- a. „Poprawa jakości pracy nadążnych systemów fotowoltaicznych”, Kamil Węgrzyn, 2023/2024 praca magisterska, Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie,
- b. „Wykorzystanie programu symulacyjnego do przyspieszenia procesu projektowania i poprawy jakości systemów grzewczych wykorzystujących pompy ciepła”, Dagmara Sołtys, 2023/2024 praca magisterska, Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie,

4.1.6. Opieka naukowa nad pracami inżynierskimi realizowanymi w Katedrze Metrologii i Analizy Instrumentalnej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie – promotorstwo.

- a. „Poprawa jakości parametrów wydajnościowych baterii słonecznych w wyniku rekonfiguracji ich połączeń” Maciej Gąsior, 2023/2024 praca dyplomowa inżynierska, Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie,
- b. „Mikroprocesorowy miernik stężenia glifosatu” Kamil Węgrzyn, 2022/2023 praca dyplomowa inżynierska, Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie,

c. „Dydaktyczne stanowisko laboratoryjne do testowania sterowników opartych na funktorach logicznych”. Artur Stanek, 2022/2023 praca dyplomowa inżynierska, Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie,

d. „Kryteria oceny jakości akumulatorów małowabarytowych”, Dagmara Sołtys, 2022/2023 praca dyplomowa inżynierska, Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie,

e. „Wykorzystanie oprogramowania symulującego pracę sterownika PLC do automatyzacji wybranego procesu przemysłowego” Dominik Chudy, 2022/2023 praca dyplomowa inżynierska, Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie,

f. „Samochody autonomiczne” Serhii Plakhtii, 2021/2022 praca dyplomowa inżynierska, Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie,

2.3 Opieka naukowa nad pracami licencjackimi realizowanymi w Katedrze Metrologii i Analizy Instrumentalnej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie – promotorstwo.

a. „Poprawa jakości procesu produkcji upraw rolnych dzięki zastosowaniu urządzenia monitorującego podstawowe parametry środowiskowe” Przemysław Sz wajkowski, 2023/2024 praca licencjacka, Instytut Informatyki, Rachunkowości i Controllingu Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie,

b. „Podnoszenie jakości zajęć edukacyjnych na platformie Moodle dzięki gamifikacji z zastosowaniem silnika Unity” Roland Gryboś, 2023/2024 praca licencjacka, Instytut Informatyki, Rachunkowości i Controllingu, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie,

Zestawienie prac magisterskich, inżynierskich i licencjackich, które prowadziłem jako promotor

L.P	Promotorstwo prac dyplomowych i magisterskich	Lata	Ilość
1.	Prace dyplomowe inżynierskie	2014 /15	10
2.	Prace dyplomowe inżynierskie	2016 /17	2
3.	Prace dyplomowe inżynierskie	2019 /20	1
4.	Prace dyplomowe inżynierskie	2020 /21	10
5.	Prace dyplomowe inżynierskie	2022 /23	4
6.	Prace dyplomowe inżynierskie	2023 /24	1
7.	Prace magisterskie	2023 /24	2
8.	Prace licencjackie (informatyka)	2023 /24	2
9	Inżynierskie (w toku)	2025 /26	2

10	Prace magisterskie (w toku)	2025 /26	2
	RAZEM		36

Zestawienie prac inżynierskich, magisterskich i licencjackich, które recenzowałem

L.P	Recenzja prac dyplomowych i magisterskich	Lata	Ilość
1.	Prace magisterskie	2012	5
2.	Prace magisterskie	2014	1
3.	Prace magisterskie	2015	1
4.	Prace dyplomowe inżynierskie	2016	11
5.	Prace magisterskie	2016	6
6.	Prace dyplomowe inżynierskie	2017	4
7.	Prace dyplomowe magisterskie	2021	8
8.	Prace dyplomowe magisterskie	2022	4
9.	Prace dyplomowe magisterskie (informatyka)	2022	2
10.	Prace dyplomowe licencjackie (informatyka)	2022	7
11.	Prace dyplomowe magisterskie	2024	3
12.	Prace dyplomowe inżynierskie	2025	2
	RAZEM		54

Opieka nad studentami

1. Opiekun praktyk studenckich (2012-2013), sprawowanie nadzoru merytorycznego podczas odbywania przez studentów praktyk w przedsiębiorstwach.

**4.1.7. Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego
lub promotora pomocniczego:**

1. „Badanie jakości powłok lakierowych z zastosowaniem prototypowego urządzenia pomiarowego” Przemysław Mirek – 2020/2025 - Promotor pomocniczy. (Przewód doktorski zamknięty, praca po pozytywnych recenzjach, oczekiwanie na obronę.)

4.1.8. Odbyte szkolenia i kursy

a. Studia, szkoły, warsztaty, szkolenia w zakresie rozwoju dydaktycznego i wsparcia pedagogiczno-psychologicznego dla uczniów i studentów

1. Kurs pedagogiczny dla nauczycieli, Międzywydziałowe Centrum Kształcenia i Doskonalenia Pedagogicznego Uniwersytetu Opolskiego w Opolu, kwalifikacje do pracy nauczycielskiej w zakresie przedmiotów zawodowych. Opole 15.05.2002 r.
2. Studium Doskonalenia Pedagogicznego, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie 04.09.2006 r.
3. Szkolenie certyfikacyjne : Projektowanie i prowadzenie e-zajęć (2-edycja) rok 2021r.
4. Ukończony kurs Komunikacja z głuchym bez barier w ramach projektu „UEK dostępny dla wszystkich” (2023).
5. Udział w V Sympozjum Dydaktycznym Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie pt. „Sztuczna inteligencja w edukacji – wyzwania i możliwości”. (13.06.2025 r.)
6. Kurs Erasmus + “Extended Reality in Education and Training – Using XR Applications” od 29.09.2025 r. do 3.10.2025 r. Pireus, Grecja.

4.1.9. Osiągnięcia organizacyjne

1. Sekretarz Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej 2008 r.
2. Zastępca przewodniczącego Wydziałowej Odwoławczej Komisji Stypendialnej 2012 r.
3. Przewodniczący komisji egzaminacyjnej podczas rekrutacji na II stopień studiów w 2017 roku.
4. Członek Wydziałowej Komisji ds. Dydaktyki 2016 r. -2020 r.
5. Członek Wydziałowego Zespołu ds. Jakości Kształcenia 2016 r. – 2020 r.
6. Członek Rady Studium Wychowania Fizycznego i Sportu 2012 r. – 2016 r.
7. Członek Rady Wydziału Towaroznawstwa w kadencji 2008-2011, 2012-2016 i 2017-2020.
8. Członek Wydziałowej Komisji ds. Jakości Kształcenia (2017 – 2020), Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
9. Członek Wydziałowej Komisji ds. Dydaktyki 2013 r. – nadal.
10. Członek Rady Instytutu Nauk o Jakości i Zarządzaniu Produktem od 2020 do nadal
11. Członek Odwoławczej Komisji ds. oceny okresowej pracowników UEK od 2025 nadal.
12. Elektor we wszystkich wyborach Rektora UEK począwszy od 2007 – ostatnie wybory w 2024 roku.

.....
(podpis osoby składającej wniosek)