
AUTOREFERAT HABILITACYJNY

dr inż. Andrzej Firlit

Spis treści

Spis zastosowanych oznaczeń i skrótów	2
Lista załączników dołączonych do wniosku	3
1 Imię i nazwisko.....	4
2 Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej	4
3 Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych	4
4 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 (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.)	5
4.1 Określenie osiągnięć naukowych będących podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego	5
4.1.1 Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b oraz ust. 2. ustawy (kolejność chronologiczna)	6
4.1.2 Wybrane publikacje wnioskodawcy mające bezpośredni i istotny związek z cyklem publikacji i osiągnięciami naukowymi (kolejność chronologiczna)	9
4.2 Lista projektów i grantów naukowo-badawczo-rozwojowych krajowych i międzynarodowych	12
4.3 Omówienie celów naukowych, wykonanych prac badawczych oraz osiągniętych rezultatów	16
4.3.1 Wprowadzenie.....	16
4.3.2 Monitorowanie jakości dostawy energii elektrycznej	19
4.3.3 Poprawa jakości energii elektrycznej.....	38
4.4 Wykaz pozostałych, uzupełniających osiągnięć publikacyjnych i naukowych	46
4.4.1 Książki, monografie, opracowania	46
4.4.2 Wybrane publikacje i artykuły naukowe	48
4.4.3 Opracowania, raporty dostępne publicznie	54
4.5 Patenty	54
4.6 Wdrożenia	55
4.7 Inne formy aktywności naukowo-badawczej	56
4.8 Współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym – wybrane prace na rzecz energetyki zawodowej i przemysłu	57
4.9 Podsumowanie osiągnięć i dorobku naukowo-badawczego.....	61
5 Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej	65
6 Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę	69
6.1 Działalność i osiągnięcia dydaktyczne	69
6.2 Udział w komitetach naukowych i organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji	74
6.3 Udział w konferencjach	74
6.4 Działalność i osiągnięcia organizacyjne	75
6.5 Nagrody naukowe i dydaktyczne, wyróżnienia	77
6.6 Działalność i osiągnięcia popularyzujące naukę	78
7 Pozostałe informacje dotyczące kariery zawodowej	81

Spis zastosowanych oznaczeń i skrótów

We wniosku zastosowano następującą numerację:

- P.1 - P.9 – osiągnięcia naukowe wnioskodawcy: cykl publikacji,
- P.10 - P.14 – publikacje wnioskodawcy istotnie powiązane z osiągnięciami naukowymi i cyklem publikacji P.1 - P.9 – wyjaśnienie zamieszczono w tekście autoreferatu,
- P.15 - P.17 – osiągnięcia naukowe w postaci eksperymentalnych badań porównawczych oraz związane z nimi publikacje,
- P.18 - P.54 – pozostałe, uzupełniające osiągnięcia i publikacje naukowe,
- G.1 - G.16 – projekty krajowe i międzynarodowe ([G.7], [G.8], [G.10], [G.14]),
- G.17 - G.18 – projekty międzynarodowe dydaktyczne,
- T.1 - T.3 – patenty,
- L.1 – promesa licencji,
- W.1 - W.7 – wdrożenia,
- O.1 - O.38 – opracowania, ekspertyzy, raporty dla energetyki zawodowej i przemysłu (pozycje wybrane) związane z osiągnięciami i publikacjami naukowymi.

Zastosowane skróty oraz ich znaczenie:

- 10-min. – zagregowana wartość 10-minutowa,
- APF – ang. active power filter (APF), w języku polskim: energetyczny filtr aktywny,
- BaDAP – Baza Danych o Autorach i Publikacjach Biblioteki Głównej AGH – dane dotyczące wnioskodawcy opracowane przez pracowników Biblioteki Głównej AGH (BG AGH): badap.agh.edu.pl/autor/firlit-andrzej-004381,
- CPC – ang. Currents' Physical Components – patrz: TSFP,
- JCR – Journal Citation Reports,
- JDEE – jakość dostawy energii elektrycznej,
- JEE – jakość energii elektrycznej,
- OZE – odnawialne źródła energii,
- REFA – równoległy energetyczny filtr aktywny (ang. APF),
- rozporządzenie – nazywane też rozporządzeniem systemowym, Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego, 22.03.2023 – przypis nr 3,
- RSM – rozproszony system monitorowania,
- RZE – rozproszone źródła energii (zawierają OZE),
- SE – system elektroenergetyczny,
- SM – system monitorowania,
- TPQ – teoria mocy chwilowych p-q,
- TSFP – teoria składowych fizycznych prądu zaproponowana przez prof. L. S. Czarneckiego (ang. Currents' Physical Components CPC),
- URE – Urząd Regulacji Energetyki,
- VPP – ang. Virtual Power Plant,
- W_1 – zagregowany wskaźnik wolnych zmian napięcia,
- W_1 - W_4 – zagregowane wskaźniki jakości energii elektrycznej od W_1 do W_4 ,
- W_2 – zagregowany wskaźnik odkształcenia napięcia,
- W_3 – zagregowany wskaźnik asymetrii napięcia,
- W_4 – zagregowany wskaźnik wahań napięcia,
- WH-RZE – wirtualne, hybrydowe, rozproszone źródło energii elektrycznej (ang. VPP),
- W-JEE – wskaźniki jakości energii elektrycznej,
- W-JDEE – wskaźniki jakości dostawy energii elektrycznej,
- WoS CC – baza Web of Science Core Collection,
- ZW-JEE – zagregowane wskaźniki jakości energii elektrycznej W_1 - W_4 .

Lista załączników dołączonych do wniosku

Załącznik nr 1	Potwierdzenie uzyskania stopnia doktora.pdf
Załącznik nr 2	Potwierdzenie uzyskania wyróżnienia pracy doktorskiej.pdf
Załącznik nr 3	Potwierdzenie uzyskania stopnia magistra inżyniera.pdf
Załącznik nr 4	Potwierdzenie ukończenia studiów z wyróżnieniem Medal Stanisława Staszica.pdf
Załącznik nr 5	Potwierdzenie ukończenia technikum elektrycznego.pdf
Załącznik nr 6	Potwierdzenie ukończenia technikum z wyróżnieniem.pdf
Załącznik nr 7	Punktacja dla publikacji stanowiących osiągnięcia naukowe - BG AGH.pdf
Załącznik nr 8	Raport oceny bibliometrycznej - Scopus - osiągnięcia - BG AGH.pdf
Załącznik nr 9	Raport oceny bibliometrycznej - WoS - osiągnięcia - BG AGH.pdf
Załącznik nr 10	Punktacja dla całego dorobku naukowego - BG AGH.pdf
Załącznik nr 11	Raport oceny bibliometrycznej - Scopus - BG AGH.pdf
Załącznik nr 12	Raport oceny bibliometrycznej - WoS - BG AGH.pdf
Załącznik nr 13	Punktacja dla publikacji uzupełniających P.10-P.14 - BG AGH.pdf
Załącznik nr 14	Oświadczenia autorów publikacji P.1-P.9 i P.10-P.14.pdf
Załącznik nr 15	Wykaz patentów wg BaDAP AGH raport-2024-11-27.pdf
Załącznik nr 16	Wyróżnienie APF-100 Statuetka LWA Targi ENERGETAB 2016.pdf
Załącznik nr 17	Umowa współpracy IP promesa licencji ElstaE-AGH_UI156_EE_2015.pdf
Załącznik nr 18	Potwierdzenie udziału w stażach w R&D A-Eberle Norymberga Niemcy.pdf
Załącznik nr 19	Potwierdzenie współpracy PSE Operator.pdf
Załącznik nr 20	Potwierdzenie współpracy TAURON Dystrybucja.pdf
Załącznik nr 21	Potwierdzenie współpracy Enea Operator.pdf
Załącznik nr 22	Potwierdzenie współpracy PGE Dystrybucja.pdf
Załącznik nr 23	Potwierdzenie współpracy ASTAT.pdf
Załącznik nr 24	Potwierdzenie współpracy CELSA Huta Ostrowiec.pdf
Załącznik nr 25	Potwierdzenie współpracy COPA-DATA Polska.pdf
Załącznik nr 26	Potwierdzenie współpracy Elsta i Elsta Elektronika.pdf
Załącznik nr 27	Potwierdzenie współpracy E-Magazyny.pdf
Załącznik nr 28	Potwierdzenie współpracy Schneider Electric Polska.pdf
Załącznik nr 29	Potwierdzenie współpracy SONEL.pdf
Załącznik nr 30	Potwierdzenie współpracy Stowarzyszenie Techniczne Skawina.pdf.
Załącznik nr 31	Potwierdzenie współpracy SYMETRIUM.pdf
Załącznik nr 32	Nagroda im. Prof. W. Taklińskiego potwierdzenie.pdf
Załącznik nr 33	Potwierdzenie wygłoszenia referatu na Komitecie Elektrotechniki PAN.pdf
Załącznik nr 34	Potwierdzenie otrzymania nagród JM Rektora AGH.pdf
Załącznik nr 35	Odznaczenie Medal Srebrny za Długoletnią Służbę - 2022.pdf
Załącznik nr 36	Odznaczenie Medal Komisji Edukacji Narodowej - 2011.pdf
Załącznik nr 37	Wyróżnienie Miernik wskaźników JEE Procom System - ENERGETICS 2009.pdf
Załącznik nr 38	Wyróżnienie System pomiarów JEE CERTAN Procom - ENERGETAB 2010.pdf
Załącznik nr 39	Szkolenie dla Ministerstwa Klimatu i Środowiska 12.05.2022.pdf.
Załącznik nr 40	Nagroda Siemens I stopnia dla dyplomanta - 2020.pdf
Załącznik nr 41	Wykład na Akademii Urzędu Dozoru Technicznego.pdf
Załącznik nr 42	Potwierdzenie Rada Programowa III Konferencji TEiME'2025 E-Magazyny.pdf
Załącznik nr 43	Komitety Naukowe Konferencji EPQU'2020 KNER'2024 KNER'2023.pdf

1 Imię i nazwisko

Andrzej Firlit

2 Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

- ☐ doktor nauk technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika, AGH w Krakowie, Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki (Załącznik nr 1)
 - tytuł pracy doktorskiej: „Analiza porównawcza algorytmów sterowania filtrów aktywnych opartych na wybranych teoriach mocy”
Promotor: prof. dr hab. inż. Zbigniew Hanzelka, AGH w Krakowie
Recenzenci: prof. dr hab. inż. Marian Pasko, Politechnika Śląska
prof. dr hab. inż. Stanisław Piróg, AGH w Krakowie
 - data obrony: 14.06.2006, data uchwały Rady Naukowej Wydziału: 29.06.2006, praca doktorska obroniona z wyróżnieniem (Załącznik nr 2)
- ☐ magister inżynier w dyscyplinie Elektrotechnika, AGH w Krakowie, Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Elektroniki (Załącznik nr 3)
 - studia na kierunku Elektrotechnika, specjalność: Automatyka i Metrologia, lata: 1991 – 1996, data obrony: 28.06.1996, tytuł pracy magisterskiej: „Zastosowanie języka obliczeń symbolicznych MAPLE w projektowaniu układów napędów elektrycznych”, promotor: dr inż. Jerzy Sawicki
 - studia ukończono z wyróżnieniem, Medal Stanisława Staszica (Załącznik nr 4)
- ☐ technik elektryk, specjalność: Elektroenergetyka, Zespół Szkół Mechaniczno-Elektrycznych w Tarnowie, lata: 1986 – 1991, obrona pracy dyplomowej: kwiecień 1991 r. (Załącznik nr 5)
 - technikum ukończono z wyróżnieniem (Załącznik nr 6)

3 Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

- 1995 – 1996 AGH, Katedra Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych – KANiUP
– staż asystencki
- 1996 – 2006 AGH, Katedra Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych
– pracownik badawczo-dydaktyczny – asystent (pełny etat)
- 2006 – ... AGH, Katedra Energoelektroniki i Automatyki Systemów Przetwarzania Energii – KEiASPE⁽¹⁾
– pracownik badawczo-dydaktyczny – adiunkt (pełny etat)
– od 2015 r. do 2024 r. kierownik Zespołu Jakości Energii Elektrycznej
– od 2014 r. zaangażowanie w prace Zespołu Laboratoriów Jakości i Efektywnego Użytkowania Energii Elektrycznej w Centrum Energetyki AGH
– od 2008 r. kierownik studiów podyplomowych Jakość Energii Elektrycznej (realizacja 6 edycji)
– opiekun Laboratorium Jakości Energii Elektrycznej
- 1998 – 2013 Wyższa Szkoła Zarządzania i Bankowości w Krakowie – WSZiB
– pracownik badawczo-dydaktyczny

⁽¹⁾ W 2006 r. macierzysta katedra zmieniła nazwę z KANiUP na KEiASPE.

4 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 (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.)

4.1 Określenie osiągnięć naukowych będących podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Podstawę wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego stanowią osiągnięcia naukowe wnioskodawcy zatytułowane:

„Monitorowanie i poprawa jakości dostawy energii elektrycznej”.

Obejmują cykl 9 publikacji naukowych, które uzupełnione zostały indywidualnymi i oryginalnymi rezultatami zrealizowanych projektów naukowo-badawczych oraz powiązanymi, istotnymi publikacjami wnioskodawcy.

Moja aktywność naukowa, badawcza, eksperymentalna oraz wdrożeniowa i ekspercka od prawie trzydziestu lat dotyczy obszaru jakości dostawy energii elektrycznej (JDEE) w ramach Dyscypliny Automatyki, Elektroniki, Elektrotechniki i Technologii Kosmicznych.

Przedłożone do oceny osiągnięcia i publikacje naukowe [P.1]-[P.9] oraz dorobek naukowo-badawczy wnioskodawcy są rezultatem moich indywidualnych, oryginalnych prac i są bezpośrednio związane z realizacją wielu zadań naukowo-badawczych w ramach 16 projektów krajowych i międzynarodowych. Po cyklu publikacji zamieściłem wybrane publikacje naukowe [P.10]-[P.14] (rozdział 4.1.2, str. 9), ponieważ związane są istotnie z moimi osiągnięciami i cyklem publikacji.

Każda publikacja została opisana według schematu: P.x tytuł; ▶ autorzy (udział procentowy); ▶ dane czasopisma; a. projekt ([G.x]), w ramach którego powstała publikacja ; b. opis indywidualnego wkładu i zakresu zaangażowania (zgodnie ze wskazówkami RDN); c. dane bibliometryczne.

Działalność prowadziłem w macierzystej uczelni, jak również we współpracy z innymi instytucjami i ośrodkami, w tym naukowymi, krajowymi i zagranicznymi (rozdział 5, str. 65).

Szczegółowszy opis osiągnięć i publikacji naukowych oraz dorobku naukowo-badawczego wnioskodawcy zamieszczony został w rozdziale 4.3 (str. 16). W opisie przedstawiłem również osiągnięcia w postaci eksperymentalnych badań porównawczych – publikacje [P.15]-[P.17], w realizację których miałem indywidualny wkład oraz stanowią ważne uzupełnienie do cyklu publikacji. W celu ułatwienia korzystania z niniejszego wniosku, bezpośrednio po cyklu publikacji [P.1]-[P.9] i publikacjach [P.10]-[P.14] zamieściłem listę projektów krajowych i międzynarodowych [G.1]-[G.16] (rozdział 4.2, str. 12), w realizację których miałem indywidualny i oryginalny wkład. Kilukrotnie pełniłem funkcję kierownika projektu lub kierownika zespołu badawczego wykonującego określone prace i zadania w ramach szerszego przedsięwzięcia. Rezultaty moich prac zostały wdrożone ([W.1]-[W.7]), uzyskane zostały też patenty ([T.1]-[T.3]) i licencja ([L.1]).

Wykaz pozostałych osiągnięć i publikacji naukowych [P.18]-[P.56] oraz wybrane elementy dorobku naukowo-badawczego, zgodnie ze wskazówkami RDN, zamieściłem w rozdziałach 4.4 - 4.7 (od str. 46). W rozdziale 4.8 (str. 57) przedstawiłem listę wybranych 38 prac i opracowań badawczych ([O.1]-[O.38]) wykonanych dla operatorów sieci dystrybucyjnych i przesyłowych oraz przemysłu, które związane są z przedłożonymi do oceny osiągnięciami naukowymi.

Podsumowanie danych bibliometrycznych dotyczących przedstawionego cyklu oraz pozostałych publikacji naukowych zamieszczono w rozdziale 4.9 (str. 61). Opracowane zostały przez pracowników Biblioteki Głównej AGH (od Załącznik nr 7 do Załącznik nr 13). Wszystkie publikacje z cyklu zostały załączone do wniosku w plikach pdf nagranych na pendrive w folderze: '01 Cykl publikacji P.1-P.9'. Raporty bibliometryczne, wybrane istotne publikacje i dokumenty wnioskodawcy, oświadczenia autorów oraz załączniki zostały dołączone, kolejno w folderach: '02 Publikacje P.10-P.14 istotnie powiązane z cyklem publikacji', '03 Publikacje P.15-P.17 porównawcze badania eksperymentalne - powiązane istotnie z cyklem', '04 Załączniki nr 1-43 raporty bibliometryczne BG AGH, oświadczenia autorów, potwierdzenia i inne', '05 Wybrane uzupełniające publikacje wnioskodawcy P.18-P.56'. Podsumowanie osiągnięć i dorobku naukowo-badawczego zamieszczono w rozdziale 4.9 (str. 61).

4.1.1 Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b oraz ust. 2. ustawy (kolejność chronologiczna)

P.1. Current's physical components theory and p-q power theory in the control of the three-phase shunt active power filter

► Andrzej Firlit (100%)

► Pomiar, Automatyka, Kontrola – Measurement, Automation, Monitoring, Wydawnictwo PAK, Polskie Stowarzyszenie Pomiarów, Automatyki i Robotyki (POLSPAR) oraz Sekcja Metrologii Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich (SIMP), ISSN 0032-4140, R. 53, nr 3, s. 110–115, 2007 r.

- a. Prace realizowałem w ramach projektu, którego byłem głównym wykonawcą: [G.2]. Kontynuowałem prace w ramach projektów: [G.4] i [G.10].
- b. praca samodzielna
Publikacja [P.1] stanowi podsumowanie moich kilkuletnich prac naukowo-badawczych w obszarze poprawy jakości dostawy energii elektrycznej (JDEE) za pomocą równoległego energetycznego filtra aktywnego (REFA, ang. (Shunt/Parallel) Active Power Filter – APF). Moim osiągnięciem w tym obszarze jest zastosowanie teorii mocy bazującej na teorii składowych fizycznych prądu (TSFP) zaproponowanej przez prof. Leszka S. Czarneckiego (ang. Currents' Physical Components – CPC) do opracowania algorytmu sterowania. Generalnie TSFP nie miała praktycznych aplikacji poza propozycjami podjętymi przez jej Autora. Nie była też stosowana do REFA. Wykazałem, że na podstawie teorii mocy bazującej na teorii składowych fizycznych prądu, zaproponowanej przez prof. L. S. Czarneckiego, możliwe jest opracowanie algorytmu sterowania dla REFA oraz jego praktyczna implementacja. Wykonałem również porównanie TSFP z teorią mocy p-q (TPQ) zaproponowaną przez prof. H. Akagi'ego, prof. A. Nabae'a i Y. Kanazawa'ę. W artykule przedstawiłem porównanie algorytmów sterowania trójfazowym, trójprzewodowym równoległym energetycznym filtrem aktywnym. Badaniom podlegała praca energetycznego filtra aktywnego w warunkach odkształconego napięcia zasilającego w punkcie wspólnego przyłączenia. Publikacja [P.1] jest silnie powiązana z moimi wcześniejszymi publikacjami [P.10]-[P.13] oraz [P.23]-[P.25]. Wyróżnieniem było zaproszenie w 2006 r. przez prof. L. S. Czarneckiego do przedstawienia referatu na konferencji 7th International Workshop on Power Definitions and Measurements under Non-Sinusoidal Conditions – Włochy, Cagliari, 10-12.06.2006 [P.24]. Szczegółowsze informacje zamieściłem w rozdziale 4.3.3 (str. 38).
- c. punktacja: 6 pkt. (wg 2007) / 5 pkt. całkowita (BaDAP), wykaz czasopism MNiSW z dn. 25.01.2017: 14, indeksowany w bazach: BazTech

P.2. New Challenges for Voltage Quality Studies

► Zbigniew Hanzelka (30%), Krzysztof Chmielowiec (30%), Andrzej Firlit (30%), Bogusław Świątek (10%)

► Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 89, nr 6, s. 17–25, 2013 r., invited paper, pe.org.pl/articles/2013/6/3.pdf,

- a. Artykuł powstał m.in. na podstawie prac wykonanych w ramach projektu NCN: [G.5].
- b. Publikacja [P.2] stanowi podsumowanie moich wieloletnich prac prowadzonych w obszarze jakości dostawy energii elektrycznej. Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu artykułu w części dotyczącej rozproszonych systemów monitorowania wskaźników jakości energii elektrycznej (JEE) oraz zgromadzeniu i zastosowaniu analizatorów JEE, wymienionych w tabeli Table 1, zapoznaniu się z ich funkcjonalnościami i możliwościami konfiguracji. Współuczestniczyłem w pracach dotyczących analizy wiarygodności pomiaru i obliczania miar liczbowych wskaźników JEE oraz zagregowanych wskaźników JEE W_1 - W_4 (ZW-JEE). Jestem współautorem koncepcji ZW-JEE. Współuczestniczyłem w redakcji i korekcie tekstu publikacji.

- c. punktacja: JCR IF (2013): 0,244, Scopus CiteScore (2013): 0.6, ewaluacja MNiSW (2013, 2017): 14, BaDAP: 10 pkt./70 pkt. całkowita, indeksowany w bazach: SCOPUS, BazTech
Artykuł powstał na zaproszenie Przeglądu Elektrotechnicznego.

P.3. Monitorowanie jakości dostawy energii elektrycznej z uwzględnieniem supraharmonicznych oraz synchrofazorów

- ▶ **Andrzej Firlit** (50%), Zbigniew Hanzelka (10%), Krzysztof Piątek (10%), Szymon Barcentewicz (10%), Krzysztof Chmielowiec (10%), Mateusz Dutka (10%)
- ▶ Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, 2020, R. 96, nr 3, s. 59–62, tekst: pe.org.pl/articles/2020/3/15.pdf, DOI: 10.15199/48.2020.03.15, WOS:000519193200015
- a. Artykuł powstał na podstawie prac wykonanych w ramach projektu NCBR [G.13], którego byłem kierownikiem oraz wykonawcą. Efektem projektu było opracowanie, wykonanie i wdrożenie nadrzędnego systemu informatycznego MOBISYS [W.7].
- b. Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał m.in. na: określeniu merytorycznego zakresu prac i badań. Współuczestniczyłem w opracowaniu wymagań technicznych dla aparatury pomiarowej: analizatorów JEE i układów Phasor Measurements Unit PMU. W przypadku analizatorów pożądana była funkcjonalność pomiaru i długoterminowej rejestracji supraharmonicznych napięcia do 150 kHz (rozszerzone, ponadstandardowe pasmo częstotliwości). Opracowałem metodologię testów i badań oraz narzędzi software'owych do analizy danych pomiarowych, szczególnie w zakresie supraharmonicznych. Analiza i opracowanie danych oraz przegląd wymagań normatywnych. Współudział w realizacji długoterminowych pomiarów i rejestracji. Byłem zaangażowany we wszystkie etapy opracowania publikacji. W ramach projektu [G.13] przygotowałem obszerne opracowanie (210 stron), w którym przedstawiłem szczegółową analizę zgromadzonych danych pomiarowych w zakresie supraharmonicznych napięcia na podstawie długoterminowych rejestracji.
- c. punktacja: JCR IF (2020): 0,15, Scopus CiteScore (2020): 1,0, ewaluacja 2021 MNiSW (2021): 70 (BaDAP), Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

P.4. Analysis of selected power quality indicators at non-measured distribution network points based on measurements at other points

- ▶ **Andrzej Firlit** (50%), Bogusław Świątek (10%), Zbigniew Hanzelka (10%), Krzysztof Piątek (10%), Mateusz Dutka (10%), Tomasz Siostrzonek (10%)
- ▶ Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, 2020, R. 96, nr 5, s. 39–42, tekst: pe.org.pl/articles/2020/5/7.pdf, DOI: 10.15199/48.2020.05.07, WOS:000530038900007
- a. Artykuł powstał na podstawie prac wykonanych w ramach projektu NCBR [G.12], którego byłem kierownikiem oraz wykonawcą. Efektem projektu było opracowanie, wykonanie i wdrożenie nadrzędnego systemu informatycznego SOPJEE [W.6].
- b. Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał m.in. na: określeniu problemu badawczego oraz sformułowaniu planu badań. Przygotowałem dane pomiarowe dla dwóch różnych sieci testowych: nr 1 – sieć przemysłowa WN/SN z niespokojnym i nieliniowym odbiornikiem dużej mocy silnie oddziałującym na sieć OSD; nr 2 – fragment sieci dystrybucyjnej SN/nN. W przypadku sieci testowej nr 1 byłem bezpośrednio zaangażowany w zaplanowanie, organizację i realizację pomiarów i długoterminowych rejestracji z wykorzystaniem analizatorów. Do estymacji wybranych wskaźników jakości energii elektrycznej w nieopomiarowanych punktach sieci elektroenergetycznej zastosowano algorytmy sztucznych sieci neuronowych. Do tego celu wykorzystano wartości W-JEE zarejestrowane w punktach leżących w najbliższym otoczeniu. Uczestniczyłem w analizie wyników, redakcji i korekcie tekstu publikacji oraz sformułowaniu wniosków.
- c. punktacja: JCR IF (2020): 0,15, Scopus CiteScore (2020): 1,0, ewaluacja 2021 MNiSW (2021): 70 (BaDAP), Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

P.5. Optimal selection of metering points for power quality measurements in distribution system

► Krzysztof Piątek (35%), **Andrzej Firlit** (25%), Krzysztof Chmielowiec (10%), Mateusz Dutka (10%), Szymon Barczentewicz (10%), Zbigniew Hanzelka (10%)

► Energies, ISSN 1996-1073, 2021 r., vol. 14, iss. 4, art. no. 1202, s. 1–18,
DOI: 10.3390/en14041202, tekst: www.mdpi.com/1996-1073/14/4/1202/htm,
WOS:000623463000001

- a. Artykuł powstał na podstawie prac wykonanych w ramach projektu NCBR [G.12], którego byłem kierownikiem oraz wykonawcą. Efektem projektu było opracowanie, wykonanie i wdrożenie nadrzędnego systemu informatycznego SOPJEE [W.6].
- b. Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał m.in. na współudziale w: sformułowaniu problemu badawczego (koncepcji), określeniu metodologii testów, recenzji i korekcie tekstu, zapewnieniu środków finansowych. Współuczestniczyłem w wyborze fragmentu sieci dystrybucyjnej SN/nN OSD wraz z niezbędnymi danymi, która została wykorzystana do testów (modelowanie i symulacje). Uczestniczyłem w interpretacji wyników i opracowaniu wniosków końcowych oraz korekcie tekstu publikacji.
- c. punktacja: JCR IF (2021): 3,252, Scopus CiteScore (2021): 5,0, MNiSW (2021): 140 (BaDAP), Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

P.6. Analysis of the practical implementation of flicker measurement coprocessor for AMI meters

► Krzysztof Kołek (25%), **Andrzej Firlit** (25%), Krzysztof Piątek (25%), Krzysztof Chmielowiec (25%)
► Energies, ISSN 1996-1073, 2021 vol. 14 iss. 6 art. no. 1589, s. 1–17., DOI: 10.3390/en14061589, tekst: www.mdpi.com/1996-1073/14/6/1589/pdf, WOS:000634423600001

- a. Prace realizowałem w ramach projektów, których byłem wykonawcą: [G.7], [G.15].
- b. Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał m.in. na współudziale w: sformułowaniu problemu badawczego (koncepcji), określeniu metodologii testów, wykonaniu badań walidacyjnych, opracowaniu rysunków i wykresów oraz zapewnieniu środków finansowych. Wykonałem testy porównawcze opracowanego miernika współczynnika krótkookresowego P_{st} i długookresowego P_{lt} migotania światła spowodowanego wahaniami napięcia zasilającego (tzw. flickermeter) z analizatorami JEE w rzeczywistych warunkach pracy sieci elektroenergetycznej. Zbudowałem stanowisko do badań i testów wyposażone w cztery analizatory JEE klasy A według normy PN-EN 61000-4-30 oraz laboratoryjną platformę testową z zaimplementowanym miernikiem P_{st} i P_{lt} z wykorzystaniem koprocatora. Wykonałem analizę otrzymanych danych pomiarowych, obliczenia statystyczne, tabele i wykresy przebiegów. Uczestniczyłem w opracowaniu wyników testów opracowanego miernika bazujących na normie PN-EN 61000-4-15 i PN-EN 61000-4-30 z wykorzystaniem kalibratora wzorcowego. Uczestniczyłem w opracowaniu i korekcie tekstu publikacji oraz sformułowaniu wniosków.
- c. punktacja: JCR IF (2021): 3,252, Scopus CiteScore (2021): 5,0, MNiSW (2021): 140 (BaDAP), indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

P.7. A new optimal current controller for a three-phase shunt active power filter based on Karush-Kuhn-Tucker conditions

► Krzysztof Kołek (65%), **Andrzej Firlit** (35%)
► Energies, ISSN 1996-1073, 2021, vol. 14, iss. 19, art. no. 6381, pages 1-17,
DOI: 10.3390/en14196381, tekst: www.mdpi.com/1996-1073/14/19/6381/pdf,
WOS:000708005700001

- a. Prace realizowałem m.in. w ramach projektu międzynarodowego KIC ProInterface [G.10] oraz w ramach projektu NCBR [G.15].
- b. Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał m.in. na współuczestniczeniu w: określeniu i sformułowaniu problemu badawczego oraz zakresu merytorycznego; opracowaniu

i wykonaniu stanowiska do badań i testów zawierającego prototyp trójfazowego równoległego energetycznego filtra aktywnego REFA; opracowaniu algorytmu generującego referencyjne sygnały prądu dla REFA oraz układu sterowania REFA; realizacji badań i testów laboratoryjnych, analizie i opracowaniu wyników (danych pomiarowych); przeglądzie literatury, redakcji tekstu publikacji i sformułowaniu wniosków.

- c. punktacja: JCR IF (2021): 3,252, Scopus CiteScore (2021): 5,0, MNiSW (2021): 140 (BaDAP), Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

P.8. Investigation of the line-reactor influence on the active power filter and hybrid active power filter efficiency: practical approach

► Stephane Azebaze Mboving (50%), **Andrzej Firlit** (50%)

► Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, 2021, R. 97, nr 3, s. 39–44, tekst: pe.org.pl/articles/2021/3/7.pdf, DOI: 10.15199/48.2021.03.07, WOS:000623969200007

- a. Wykorzystane zostało stanowisko laboratoryjne, z prototypem równoległego filtra aktywnego, które opracowałem i wykonałem w ramach międzynarodowego projektu KIC ProInterface [G.10].
- b. Mój indywidualny wkład w powstanie tej publikacji polegał m.in. na: przygotowaniu stanowiska laboratoryjnego z trójfazowym równoległym energetycznym filtrem aktywnym REFA i filtrami pasywnymi FP oraz współudziale w opracowaniu metodologii i planu badań, wykonaniu testów, pomiarów i analizie wyników, weryfikacji i korekcie tekstu publikacji.
- c. punktacja: JCR IF (2021): 0,12, Scopus CiteScore (2021): 1,1, ewaluacja 2021 MNiSW (2021): 70 (BaDAP), Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

P.9. Analysis of the factors having an influence on the LC passive harmonic filter work efficiency

► Stephane Azebaze Mboving (50%), Zbigniew Hanzelka (15%), **Andrzej Firlit** (35%)

► Energies, ISSN 1996-1073, 2022, vol. 15, iss. 5, art. no. 1894, s. 1–51, tekst: www.mdpi.com/1996-1073/15/5/1894, DOI: 10.3390/en15051894, WOS:000769208400001

- a. Wykorzystane zostały doświadczenia pozyskane w ramach projektu [G.4] realizowanego we współpracy z Instytutem Technik Innowacyjnych „EMAG”, międzynarodowego KIC ProInterface [G.10], także projektów [G.1] i [G.2].
- b. Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał na: zarządzaniu pracami realizowanymi na rzecz publikacji; przygotowaniu systemu pomiarowego wykorzystującego analizator jakości energii elektrycznej; współuczestniczeniu w przygotowaniu komponentów stanowisk testowych; współuczestniczeniu w konsultacji i analizie wyników pomiarów i rejestracji.
- c. punktacja: JCR IF (2022): 3.2, Scopus CiteScore (2022): 5.5, pkt. MNiSW (2022): 140, Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

4.1.2 Wybrane publikacje wnioskodawcy mające bezpośredni i istotny związek z cyklem publikacji i osiągnięciami naukowymi (kolejność chronologiczna)

Publikacje [P.10]-[P.14] stanowią istotne pozycje w moim dorobku naukowo-badawczym. Są silnie powiązane z cyklem publikacji [P.1]-[P.9] oraz indywidualnymi i oryginalnymi osiągnięciami naukowymi. Nie zostały umieszczone w cyklu ze względów formalnych wynikających z przyjętej interpretacji obowiązujących przepisów. Analogicznie jak dla cyklu publikacji kolejność jest chronologiczna. Publikacja z cyklu [P.1] stanowi kontynuację moich badań przedstawionych publikacjach [P.10]-[P.13], których jestem samodzielnym autorem. Do opracowania [P.13] zaprosiłem mojego dyplomanta. W publikacji [P.14] podsumowałem moje wieloletnie prace naukowo-badawcze w obszarach monitorowania i poprawy jakości dostawy energii elektrycznej.

P.10. Comparative analysis of control algorithms based on the p-q power theory and the theory of the current's physical components (L.S. Czarnecki) for hybrid compensator

► Andrzej Firlit (100%)

► 7th International Conference Electrical Power Quality and Utilisation EPQU'2003, Kraków, 2003 r., Proceedings/Editors: Ryszard Pawełek, Ryszard Klempka – Łódź - Kraków: Technical University of Lodz – Institute of Electrical Power Engineering, AGH University of Science and Technology – Department of Electrical Drive and Industrial Equipment Control, ISBN 8391429679, p. 337–344, 2003

- a. Prace realizowałem w ramach projektów, których byłem wykonawcą: [G.1], [G.2].
- b. praca samodzielna
- c. punktacja: 0 pkt. (wg 2008) / 20 pkt. całkowita (BaDAP)

P.11. Comparison of three-phase shunt active power filters with control based on the p-q and the current's physical components theories

► Andrzej Firlit (100%)

► 11th International Power Electronics and Motion Control Conference in cooperation with The European Power Electronics Association EPE - PEMC 2004, Riga, Latvia, 02-04 September 2004.

- a. Prace realizowałem w ramach projektu, którego byłem głównym wykonawcą: [G.2].
- b. praca samodzielna
- c. punktacja: brak (BaDAP)

P.12. The active power filter operation under the distorted supply voltage

► Andrzej Firlit (100%)

► 11th European Conference on Power Electronics and Applications EPE 2005, Dresden, Germany, 11-14 September 2005, CD-No. 0686, Print ISBN 90-75815-09-3, DOI: 10.1109/EPE.2005.219626, Publisher: IEEE, baza: IEEE Xplore, 07 August 2006

- a. Prace realizowałem w ramach projektu, którego byłem wykonawcą: [G.2].
- b. praca samodzielna
- c. punktacja: 0 pkt. (wg 2008) / 20 pkt. całkowita (BaDAP)

P.13. Comparison of control algorithms for three-phase three-wire shunt active power filter under distorted supply voltage using dSPACE system

► Andrzej Firlit (85%), Grzegorz Skawiński (15%)

► 8th International Conference Electrical Power Quality and Utilisation, EPQU'2005, Kraków, 21-23.09.2005, Proceedings – Editor: Ryszard Pawełek – Łódź: Technical University, Institute of Electrical Power Engineering, pp. 303-311, 2005

- a. Prace realizowałem w ramach projektu, którego byłem głównym wykonawcą: [G.2].
- b. Mój indywidualny wkład w powstanie tej publikacji polegał m.in. na: przedstawieniu koncepcji, opracowaniu metodologii i planu badań, opracowaniu tekstu publikacji oraz współudziale w: przygotowaniu sprzętu i oprogramowania do eksperymentów, przeprowadzeniu eksperymentów i analizie danych. Byłem promotorem pracy magisterskiej Grzegorza Skawińskiego, którego zaprosiłem do opracowania publikacji.
- c. punktacja: brak (BaDAP)

P.14. Elektrownie ze źródłami odnawialnymi – zagadnienia wybrane

► Zbigniew Hanzelka (50%), Andrzej Firlit (50%) – redaktorzy naukowci

► Wydawnictwa AGH⁽²⁾, Kraków, ISBN 978-83-7464-817-2, stron: 524, 2015 r.

⁽²⁾ Wydawnictwa AGH znajdują się w wykazie wydawnictw publikujących recenzowane monografie naukowe MNiSW, Poziom I – 80 pkt., Unikatowy Identyfikator Wydawnictwa: 10700

www.wydawnictwo.agh.edu.pl/produkt/637-elektrownie-ze-zrodlami-odnawialnymi

Recenzenci: prof. dr hab. inż. Marian Pasko, prof. dr hab. inż. Irena Wasiak

- a. Publikacja [P.14] stanowi m.in. podsumowanie moich prac naukowo-badawczych zrealizowanych w ramach kilku projektów [G.3], [G.5], [G.9] oraz prac dla energetyki zawodowej, m.in.: [O.1]-[O.9].
- b. Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał m.in. na: pełnieniu roli redaktora naukowego razem z prof. Zbigniewem Hanzelką. Miałem wpływ na strukturę publikacji, jej merytoryczną zawartość oraz współuczestniczyłem w procesie jej powstawania. Szczególny wkład miałem w przygotowanie rozdziału 3 i 4.

► **P.14.1 Monitorowanie warunków dostawy energii elektrycznej – rozdział 3**

Andrzej Firlit (40%), Krzysztof Chmielowiec (15%), Zbigniew Hanzelka (10%), Krzysztof Piątek (15%), Krzysztof Kołek (10%), Maciej Mróz (10%) – str. 203-304, (102 strony)

W rozdziale 3 przedstawione zostały rezultaty moich prac naukowo-badawczo-rozwojowych związanych z pomiarami i długoterminową rejestracją wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej (W-JDEE) oraz ich analizą i oceną. Współuczestniczyłem w eksperymentalnych badaniach porównawczych analizatorów jakości energii elektrycznej (JEE): opracowanie i przygotowanie testów oraz stanowiska testowego, analiza wyników (danych pomiarowych) oraz przygotowanie wniosków końcowych. Zaangażowany byłem w prace dotyczące opracowania koncepcji zagregowanych wskaźników JEE (ZW-JEE). Zademonstrowałem na wybranych przykładach efekty ich zastosowania oraz analizowania i wnioskowania (przygotowanie i przetwarzanie danych pomiarowych, wykonanie obliczeń, opracowanie wykresów).

► **P.14.2 Rozproszone systemy monitorowania wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej – rozdział 4**

Andrzej Firlit (65%), Krzysztof Woźny (15%), Tadeusz Żaba (10%), Ryszard Klempka (10%) – str. 305-392 (88 stron)

W rozdziale 4 przedstawione zostały rezultaty moich prac naukowo-badawczych-rozwojowych dotyczących rozproszonych systemów monitorowania parametrów pracy sieci elektroenergetycznych ze szczególnym uwzględnieniem W-JDEE. Byłem odpowiedzialny za strukturę rozdziału i jego merytoryczną zawartość. Opracowałem koncepcję oraz wdrożyłem rozproszony system monitorowania W-JDEE. Uczestniczyłem w: budowie systemu monitorowania oraz konfiguracji analizatorów, opracowaniu i budowie centrum zarządzania systemem monitorowania. Opracowałem koncepcję budowy wirtualnej, hybrydowej, rozproszonej elektrowni bazującej na rozproszonych źródłach energii (RZE) oraz bilansowania mocy i energii. Wykonałem i opracowałem analizę i ocenę W-JDEE, analizę bilansowania mocy i energii, wykresy, charakterystyki, przygotowałem dane pomiarowe, literaturę. Byłem promotorem pracy magisterskiej Krzysztofa Woźnego, którego zaprosiłem do opracowania publikacji.

- c. punktacja: MNiSW (2015) 12 pkt. / 60 pkt. całkowita (4 pkt./20 pkt. za redakcję naukową i każdy rozdział – BaDAP)

Podsumowanie danych bibliometrycznych dotyczących przedstawionego cyklu publikacji [P.1]-[P.9] i [P.10]-[P.14] oraz pozostałych publikacji i osiągnięć naukowych (dorobku) wnioskodawcy zamieszono w rozdziale 4.9 (str. 61).

Raporty bibliometryczne opracowane zostały przez pracowników Biblioteki Głównej AGH – dołączono do wniosku: od Załącznik nr 7 do Załącznik nr 13.

Oświadczenia autorów publikacji [P.1]-[P.9] i [P.10]-[P.14], potwierdzające wkład wnioskodawcy w ich powstanie, zamieszczono w Załącznik nr 14.

4.2 Lista projektów i grantów naukowo-badawczo-rozwojowych krajowych i międzynarodowych

Brałem udział w realizacji 16 projektów i grantów naukowo-badawczo-rozwojowych [G.1]–[G.16]: 12 krajowych i 4 międzynarodowych ([G.7], [G.8], [G.10], [G.14]). W niniejszym rozdziale zamieszczono ich zestawienie wraz z opisem roli wnioskodawcy oraz wybranymi, powiązаныmi publikacjami i opracowaniami prezentującymi rezultaty. Analogicznie jak dla cyklu publikacji kolejność projektów jest chronologiczna. Uczestniczyłem również w realizacji dwóch międzynarodowych projektów dydaktycznych ([G.17], [G.18]), które przedstawiłem w rozdziale 6.1 (str. 69, punkt 3 i 5). W realizację projektów miałem indywidualny i oryginalny wkład.

G.1. Zastosowanie zaawansowanych metod sterowania i projektowania w układach energetycznych filtrów aktywnych

KBN, umowa nr 8 T10A 038 17, data: od 01.06.1999 do 31.12.2001, projekt zrealizowany

► **rola w projekcie:** wykonawca – opracowanie modeli symulacyjnych równoległego energetycznego filtra aktywnego w środowisku MATLAB/Simulink, wykonanie badań symulacyjnych

► **publikacje:** [P.1], [P.10]–[P.13], [P.20], [P.23], prezentacja wyników w trakcie kilku konferencji i seminariów w latach 2001 – 2006 (rozd. 6.6, str. 78, punkt 12)

G.2. Analiza porównawcza algorytmów sterowania równoległym energetycznym filtrem aktywnym (REFA) trój- i czteroprzewodowym opartych na wybranych teoriach mocy

KBN, umowa nr 4 T10A 054 25, grant, okres: 11.08.2003 do 31.12.2005, projekt zrealizowany

► **rola w projekcie:** główny wykonawca – opracowanie modeli symulacyjnych równoległego energetycznego filtra aktywnego w środowisku MATLAB/Simulink z algorytmami sterowania bazującymi na wybranych teoriach mocy; zastosowanie systemu szybkiego prototypowania dSPACE w wersji modułowej: DS1005 + DS2002 + DS4003; wykonanie badań symulacyjnych; wykonanie stanowiska laboratoryjnego; testy i badania modelu fizycznego; analiza pracy REFA

► **publikacje:** [P.1], [P.10]–[P.13], [P.20], [P.23]–[P.25], prezentacja wyników w trakcie kilku konferencji i seminariów w latach 2001 – 2006 (rozd. 6.6, str. 78, punkt 12)

G.3. Rozproszony system monitorowania jakości dostawy energii elektrycznej w sieci zasilającej AGH

MNiSW, umowa nr 21.10.120.896/GUZ/2009 Granat Uczelniany Zamawiany GUZ, okres: od 15.05.2009 do 28.02.2010, projekt zrealizowany

► **rola w projekcie:** wykonawca – odpowiedzialny za prace naukowo-badawczo-rozwojowe dotyczące m.in.: 1) opracowania koncepcji systemu monitorowania wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej w wybranych punktach sieci zasilającej Kampus AGH oraz Miasteczka Studenckiego AGH; 2) opracowania rozproszonego systemu monitorowania w sieci zasilającej AGH oraz jego wykonanie (montaż i konfiguracja analizatorów, instalacja i konfiguracja oprogramowania); 3) opracowania danych pomiarowych, analiz wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej oraz tworzenia raportów

► **publikacje:** [P.14], [P.39]–[P.42]

G.4. Badania nad hybrydowym układem kompensacji mocy nieaktywnych w górniczych sieciach dołowych zasilających odbiory nieliniowe

NCN, umowa nr 3578/B/T02/2010/38, projekt prowadzony przez Sieć Badawczą Łukasiewicz Instytut Technik Innowacyjnych „EMAG” w Katowicach (poprzednio Centrum Elektryfikacji i Automatyzacji Górnictwa „EMAG”), wniosek nr NN524357838, okres: od 24.06.2010 do 23.06.2012, projekt zrealizowany

rola w projekcie: kierownik prac po stronie AGH, główny wykonawca, opracowanie modelu

fizycznego równoległego filtru energetycznego filtru aktywnego REFA, opracowanie stanowiska testowego hybrydowego układu kompensacji mocy nieaktywnych, opracowanie sterowania dla REFA z wykorzystaniem platformy szybkiego prototypowania dSPACE w wersjach jednomodułowych: DS1104 i DS1103

► publikacje: [P.36]

G.5. Rozproszony system monitoringu i oceny jakości dostawy energii elektrycznej

Narodowe Centrum Nauki (NCN), projekt nr N511 314340, umowa nr 3143/B/T02/2011/40, AGH Katedra Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych (obecnie Katedra EiASPE), umowa nr 18.18.120.038; okres: od 04.04.2011 do 03.08.2013, projekt zrealizowany

rola w projekcie: główny wykonawca – odpowiedzialny za prace naukowo-badawczo-rozwojowe dotyczące m.in.: 1) testów systemów monitorowania wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej; 2) opracowania koncepcji rozproszonego systemu monitorowania oraz jego budowy (montaż i konfiguracja analizatorów, instalacja i konfiguracja oprogramowania); 3) opracowania danych pomiarowych, analiz wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej oraz tworzenia raportów

► publikacje: [P.2], [P.14], [P.35], [P.39]-[P.42], [P.50]

G.6. Zoptymalizowanie zużycia energii elektrycznej w budynkach

NCBR, umowa nr SP/B/5/68017/10, projekt realizowany w ramach Strategicznego Projektu Badawczego NCBiR „Zintegrowany system zmniejszenia eksploatacyjnej energochłonności budynków”, konsorcjum: AGH, Politechnika Śląska oraz Euro-Centrum Park Naukowo-Technologiczny, umowa nr 23.23.120.8906, okres: od 01.05.2010 do 31.03.2013, projekt zrealizowany

rola w projekcie: wykonawca – odpowiedzialny za prace naukowo-badawczo-rozwojowe dotyczące m.in.: 1) monitorowania parametrów pracy sieci elektroenergetycznych w zakresie parametrów energetycznych (moce, energie, współczynniki mocy) oraz wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej; 2) opracowania koncepcji i wykonania systemu monitorowania parametrów energetycznych oraz wskaźników JDEE; 3) bilansowania mocy i energii (analiza profili różnych obiektów), analiz wskaźników JDEE, przetwarzania danych

► publikacje: [P.39], [P.40], [P.20]

G.7. KIC CIPower – Controllable Intelligent Power Components – budowa urządzeń monitoringu oraz kondycjonowania prosumerów pod kątem wymagań jakości energii elektrycznej

KIC InnoEnergy, projekt KIC CIPower, nr 32_2011_IP28_CIPower, umowa nr 7.7.120.7035, projekt finansowany i nadzorowany przez Colocation Centre Sweden (CC Sweden), Stockholm: European Smart Electric Grid and Electric Storage, okres: od 2011 r. do 2013 r., projekt zrealizowany

rola w projekcie: wykonawca, wsparcie prac w obszarze monitorowania i poprawy wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej

► publikacje: [P.14], [P.6]

G.8. KIC ASS – Active Sub-Station – inteligentna rozdzielnia elektroenergetyczna dla potrzeb Smart Grids

KIC InnoEnergy, projekt KIC ASS, projekt nr 30_2011_IP26_KIC ASS, umowa nr 7.7.120.7037, projekt finansowany i nadzorowany przez Colocation Centre Benelux: Intelligent Energy-efficient Buildings and Cities, Benelux, Eindhoven, okres: od 2011 r. do 2013 r., projekt zrealizowany

rola w projekcie: wykonawca, wsparcie prac w obszarze monitorowania i poprawy wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej, testy opracowanej uniwersalnej platformy pomiarowo-obliczeniowej

► publikacje: [P.14], [P.45]

G.9. VPP-WindLipie – Badania nad opracowaniem wytycznych, technik i technologii dla systemów kompensacji mocy biernej, inteligentnego monitoringu wewnętrznych sieci elektroenergetycznych oraz ogniw fotowoltaicznych dedykowanych obiektom hybrydowym opartym wyłącznie o źródła odnawialne

NCBR, Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka POIG 2007-2013, nr umowy POIG.01.03.01-30-056/12, konsorcjum: AGH z partnerem przemysłowym – WindLipie sp. z o.o. sp.k., AGH: Katedra Energoelektroniki i Automatyki Systemów Przetwarzania Energii z Wydziału EAIIB, Katedra Elektroniki z Wydziału IET, Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemśle z Wydział GiG, okres: od 01.01.2013 do 31.12.2015, projekt zrealizowany

rola w projekcie: wykonawca – odpowiedzialny za prace naukowo-badawczo-rozwojowe dotyczące m.in.: 1) rozproszonego systemu monitorowania parametrów pracy sieci elektroenergetycznych ze szczególnym uwzględnieniem wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej w punktach przyłączenia RZE; 2) montażu i konfiguracji analizatorów na terenie kraju oraz instalacja i konfiguracja oprogramowania; 3) opracowania wirtualnego, hybrydowego źródła energii; 4) bilansowania mocy i energii, przetwarzania danych, analiz i oceny jakości dostawy energii elektrycznej oraz tworzenia raportów

► **publikacje:** [P.14], [P.33], [P.45], prezentacja wyników na kilku konferencjach i seminariach

G.10. KIC ProInterface – Intelligent Power Monitoring Interfaces and Conditioning for Smart Grid Prosumers

KIC InnoEnergy Knowledge and Innovation Communities InnoEnergy w ramach EIT European Institute of Innovation and Technology, projekt badawczo-rozwojowy KIC ProInterface, nr 26_2013_IP76_ProInterface, umowa nr 7.120.7949B, projekt finansowany i nadzorowany przez Colocation Centre Sweden (CC Sweden), Stockholm: European Smart Electric Grid and Electric Storage, konsorcjum: Akademia Górniczo-Hutnicza, Elsta Elektronika, TAURON Dystrybucja, JES-Energia, Technical University of Catalonia, okres: od 2014 r. do 2017 r., projekt zrealizowany

rola w projekcie: kierownik jednego z głównych zadań merytorycznych, główny wykonawca – odpowiedzialny za prace naukowo-badawczo-rozwojowe m.in. w obszarach: 1) opracowanie algorytmu sterowania równoległego energetycznego filtra aktywnego REFA (ang. shunt/parallel active power filter APF); 2) opracowanie układu sterowania; 3) opracowanie prototypu; 4) wykonanie kompleksowych badań i testów pracy REFA

► **publikacje:** [P.7], [P.26], [P.34], prezentacja wyników na kilku konferencjach i seminariach

G.11. INNOSTAL – Opracowanie i walidacja w warunkach rzeczywistych innowacyjnych rozwiązań optymalizujących układ zasilania zespołu pieców elektrycznych dużej mocy wraz z instalacjami pomocniczymi kluczem do poprawy konkurencyjności produkcji hutniczej poprzez efektywne zarządzanie mocą bierną i jakością energii elektrycznej

NCBR, projekt w ramach programu sektorowego „INNOSTAL”, finansowanego ze środków Działania 1.2 „Sektorowe programy B+R” Program Operacyjny Inteligentny Rozwój POIR 2014-2020, wnioskodawca: Huta Ostrowiec, projekt zrealizowany

Realizacja prac merytorycznych i naukowo-badawczo-rozwojowych w ramach projektu, zadanie pt.: „Analiza warunków zasilania w rozdzielni Głównej Stacji Stalowni Zakładu Wytwarzania Walcowanych Celsa Huta Ostrowiec na poziomie 110 kV oraz pieca łukowego nr 6 i pieca kadziowego nr 5 dla obecnego i eksperymentalnego układu zasilania”, umowa nr 5.72.120.593, okres: od 01.01.2017 r. do 30.06.2021 r.

rola w projekcie: główny wykonawca – odpowiedzialny za prace naukowo-badawczo-rozwojowe dotyczące m.in.: 1) monitorowania parametrów pracy sieci dystrybucyjnej 110 kV i 30 kV w wybranych punktach zakładu elektroenergetycznych w zakresie wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej oraz parametrów energetycznych (moce, energie, współczynniki

mocy); 2) opracowania i wykonania systemu monitorowania; 3) przetwarzania danych pomiarowych; 4) analiz wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej, analiz pracy sieci dystrybucyjnej, analiz pracy pieca łukowego 115 MVA oraz innych urządzeń (np. transformatory WN/SN, piece kadziowe 75 MVA, 25 MVA), analiza pracy układu statycznego kompensatora SVC – FC/TCF 160 Mvar

► publikacje: [P.50], [O.10], [O.29]

G.12. SOPJEE – System oceny propagacji i poprawy parametrów jakości energii elektrycznej w sieciach dystrybucyjnych

NCBiR, konkurs_8/1.2/2016_PBSE w ramach I konkursu Programu Badawczego Sektora Elektroenergetycznego PBSE finansowanego ze środków w ramach Działania 1.2 „Sektorowe programy B+R” Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, konsorcjum: TAURON Dystrybucja (lider), Procom System, jednostka badawcza: Akademia Górniczo-Hutnicza, okres: od 01.05.2017 do 30.06.2020, projekt zrealizowany

rola w projekcie: kierownik projektu po stronie AGH, współudział w opracowaniu koncepcji i założeń do realizacji projektu oraz harmonogramu prac, koordynacja działań zespołu, wykonawca, wsparcie merytoryczne dla OSD, opracowanie raportów

► publikacje: [P.4], [P.5], [P.21], [P.28], [P.29]

G.13. MOBISYS – System bilansowania i monitorowania jakości dostawy energii elektrycznej rozproszonych źródeł i zasobników energii

NCBR, konkurs_6/1.2/2017_PBSE w ramach konkursu Programu Badawczego Sektora Elektroenergetycznego PBSE finansowanego ze środków w ramach Działania 1.2 „Sektorowe programy B+R” Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, wnioskodawca/wykonawca: ENEA Operator S.A.; jednostka badawcza/wykonawca: Akademia Górniczo-Hutnicza, okres: od 02.01.2019 do 31.12.2022, projekt zrealizowany

rola w projekcie: kierownik projektu po stronie AGH, współudział w przygotowaniu wniosku projektowego, udział w panelu ekspertów, główny wykonawca, koordynacja działań zespołu, wsparcie merytoryczne dla OSD, opracowanie raportów

► publikacje: [P.3], [P.18], [P.21]

G.14. RELflex – Renewable Energy and Load Flexibility in Industry – Generacja rozproszona i elastyczne struktury popytu na energię w przemyśle

NCBiR w ramach ERA.Net Smart Grids Plus, 3. konkurs, projekt międzynarodowym, konsorcjum: Fraunhofer IFF Magdeburg, Niemcy; Magdeburg University of Applied Sciences, Niemcy (HSMD); Europejski Instytut Miedzi, Polska (EIM); Pensjonat na Olczańskim Wierchu Bukowina Tatrzańska (PNOW); Hotel Bachledówka (BASA/KODIS), wnioskodawca (część krajowa): Akademia Górniczo-Hutnicza, okres: od 01.01.2019 do 30.11.2022, projekt zrealizowany,

rola w projekcie: wykonawca – udział m.in. w: 1) przygotowaniu wniosku projektowego oraz opracowaniu koncepcji realizacji systemu zasilania typu mikrosieć; 2) pomiarach i rejestracjach z zastosowaniem analizatorów jakości energii elektrycznej; 3) analizie i ocenie jakości dostawy energii elektrycznej oraz bilansu mocy i energii; 4) analizie pracy mikrosieci; 5) modelowaniu i symulacjach wybranych aspektów pracy mikrosieci

► publikacje: [P.21], [P.54], [P.56] prezentacja wyników na kilku konferencjach i seminariach

G.15. KlastER – Rozwój energetyki rozproszonej w klastrach energii

NCBR, I konkurs na projekty otwarte w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój polski w warunkach globalizujących się rynków” – program GOSPOSTRATEG, umowa nr Gospostrateg1/385085/21/NCBR/2019, konsorcjum: Ministerstwo Rozwoju i Technologii (lider, pierwotnie Ministerstwo Energii), Akademia Górniczo-Hutnicza oraz Narodowe Centrum Badań Jądrowych, okres: od 01.02.2019 do 31.12.2022, projekt zrealizowany

rola w projekcie: wykonawca – odpowiedzialny za prace naukowo-badawczo-rozwojowe m.in. w obszarach: 1) monitorowania parametrów pracy sieci z rozproszonymi źródłami energii z zastosowaniem analizatorów JEE i liczników energii elektrycznej; 2) analiza i ocena jakości dostawy energii elektrycznej oraz bilansowanie mocy i energii; 3) analiza zastosowania różnych rozwiązań technicznych pozwalających na poprawę warunków zasilania; 4) badania i testy bateryjnych systemów magazynowania energii elektrycznej

► **publikacje:** [P.6], [P.7], [P.17], [P.18], [P.21], [P.31], [P.32], [P.51], [P.55], [P.56], prezentacja wyników na kilku konferencjach i seminariach

G.16. OTE – Obserwatorium Transformacji Energetycznej jako instrument wspierania społeczno-gospodarczego rozwoju Polski

NCBR, IX konkurs na projekty otwarte w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków” – umowa nr GOSPOSTRATEG.IX-000D/22, konsorcjum: Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Akademia Górniczo-Hutnicza oraz Narodowe Centrum Badań Jądrowych, okres: od 01.06.2023 do 31.05.2025, projekt w trakcie realizacji

rola w projekcie: wykonawca – odpowiedzialny za prace naukowo-badawczo-rozwojowe m.in. w obszarach: 1) analiza parametrów pracy sieci z rozproszonymi źródłami i magazynami energii; 2) badania i testy bateryjnych systemów magazynowania energii elektrycznej, analiza ich sprawności; 3) analiza danych pod kątem opracowania wskaźników opisujących stan pracy sieci w kontekście transformacji energetycznej; 4) testy różnych urządzeń pozwalających na poprawę warunków zasilania; 5) przetwarzanie i integracja danych pomiarowych z liczników energii elektrycznej oraz analizatorów jakości energii elektrycznej; 6) analiza zagregowanych wskaźników jakości napięcia zasilającego W_1 - W_4

► **publikacje:** [P.53], [P.54], [P.56], [O.11], prezentacja wyników na kilku konferencjach i seminariach (w czerwcu 2025 r. zgłoszone i zaakceptowane zostały dwa artykuły na III Konferencję Naukową Energetyki Rozproszonej – III KNER’2025, 17.09.2025 AGH Kraków, w ramach III Kongresu Energetyki Rozproszonej 17-19.09.2025)

4.3 Omówienie celów naukowych, wykonanych prac badawczych oraz osiągniętych rezultatów

4.3.1 Wprowadzenie

W systemie elektroenergetycznym zachodzi wiele zjawisk fizycznych, stanów pracy i zaburzeń, które w sposób bezpośredni lub pośredni wpływają na JDEE. Oprócz stanów statycznych występują również stany dynamiczne, przyczyniające się do różnego rodzaju zdarzeń, których konsekwencją mogą być zakłócenia funkcjonowania infrastruktury elektroenergetycznej. W skrajnych przypadkach mogą one powodować przerwy w zasilaniu (wyłączenia), a nawet awarie. System elektroenergetyczny pracuje w trybie ciągłym, z pominięciem okresów planowanych lub awaryjnych przerw w zasilaniu. Stan jego pracy podlega nieustannej zmienności, co stanowi naturalną cechę systemu. Na rysunku Rys. 1 poglądowo przedstawiono znaczenie systemu monitorowania (SM) parametrów pracy sieci zasilającej, z uwzględnieniem wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej (W-JDEE), a także relację między dostawcą energii elektrycznej i odbiorcą.

Trendy zmian wartości wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej należą do najważniejszych mierników stanu technicznego sieci elektroenergetycznych, urządzeń sieciowych oraz przyłączonych odbiorników i źródeł. Bieżąca informacja o poziomach W-JDEE, uzupełniona danymi o parametrach energetycznych (mocach, energiach, współczynnikach mocy), jest kluczowa dla prawidłowej oceny stanu systemu elektroenergetycznego oraz niezbędna do efektywnego wytwarzania, przesyłu,

rozdziału oraz użytkowania energii elektrycznej. Brak danych dotyczących W-JDEE nierzadko powoduje znaczące koszty (straty) ponoszone przez odbiorców, producentów i dystrybutorów energii elektrycznej (operatorów), a w konsekwencji obciąża gospodarkę krajową. Potwierdzenie znaczenia problematyki JDEE, rozproszonych systemów monitorowania (RSM) W-JDEE można znaleźć w wielu publikacjach opracowanych przez międzynarodowe i krajowe grona ekspertów [P.2], [P.14], [P.18], [P.39]-[P.42]. Złożoność zagadnień rośnie, gdy analizie, badaniom podlegają większe fragmenty sieci elektroenergetycznych, zawierające wiele punktów pomiarowych (źródeł danych) [P.4], [P.5], [P.21], [P.30]-[P.32]. Transformacja energetyczna, skutkująca m.in. rozwojem i wdrażaniem inteligentnych sieci elektroenergetycznych, w tym dynamicznym przyrostem rozproszonych źródeł energii (energetyki rozproszonej), przyczynia się do wzrostu znaczenia JDEE oraz rosnącego zainteresowania tą dziedziną wiedzy [P.18], [P.21], [P.49], [P.56].



Rys. 1 Znaczenie systemów monitorowania parametrów pracy sieci zasilających z uwzględnieniem W-JDEE oraz procedur ustalania odpowiedzialności za pogorszoną JDEE [P.2]-[P.5], [P.14], [P.18], [P.20], [P.38]-[P.45], [P.50]

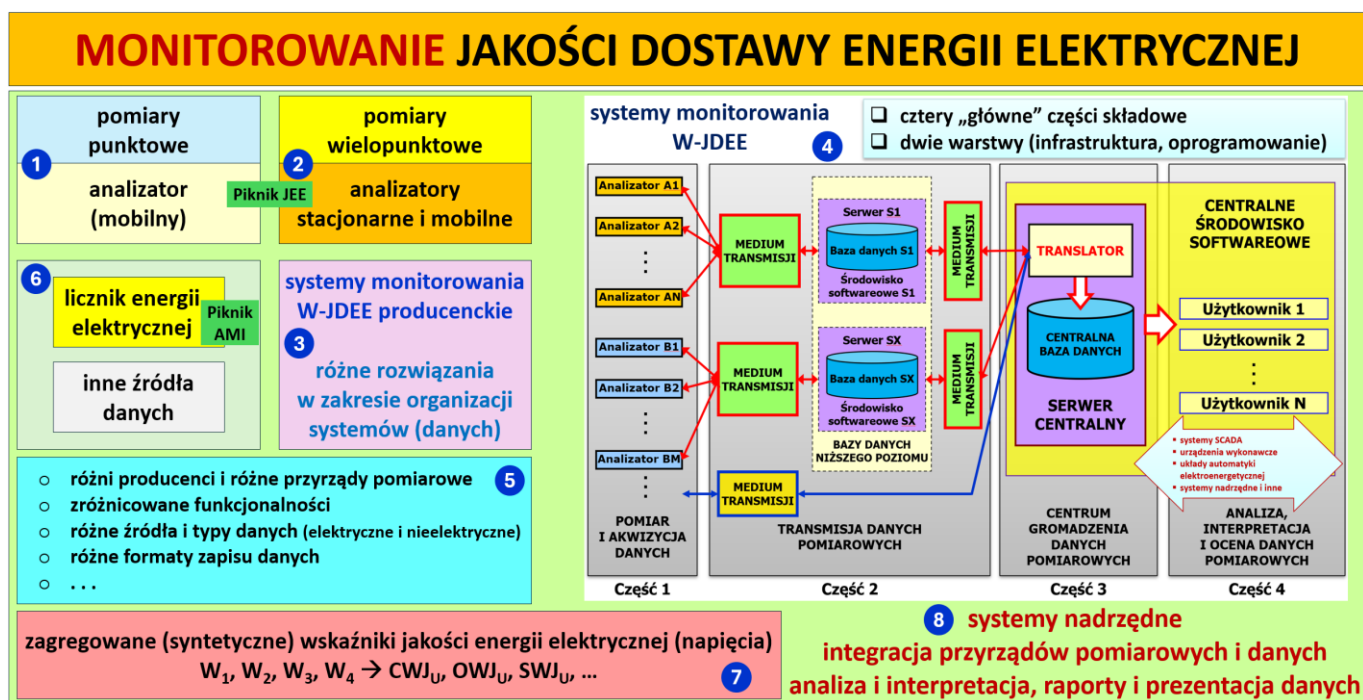
Podjęte przeze mnie obszary i cele naukowo-badawcze wynikały z wielu przesłanek, m.in. z potrzeby analizy i oceny obserwowanych stanów pracy sieci zasilających, dążenia do poprawy warunków zasilania – poprawy JDEE, konieczności zbadania określonych zagadnień oraz wyzwań stojących przed operatorami systemu przesyłowego (OSP) i systemów dystrybucyjnych (OSD), a także przed przemysłem i instytucjami regulującymi rynek energii.

W ramach mojego dorobku naukowego wyróżniłem dwa główne obszary badawcze i cele naukowe, w których uzyskałem osiągnięcia naukowe:

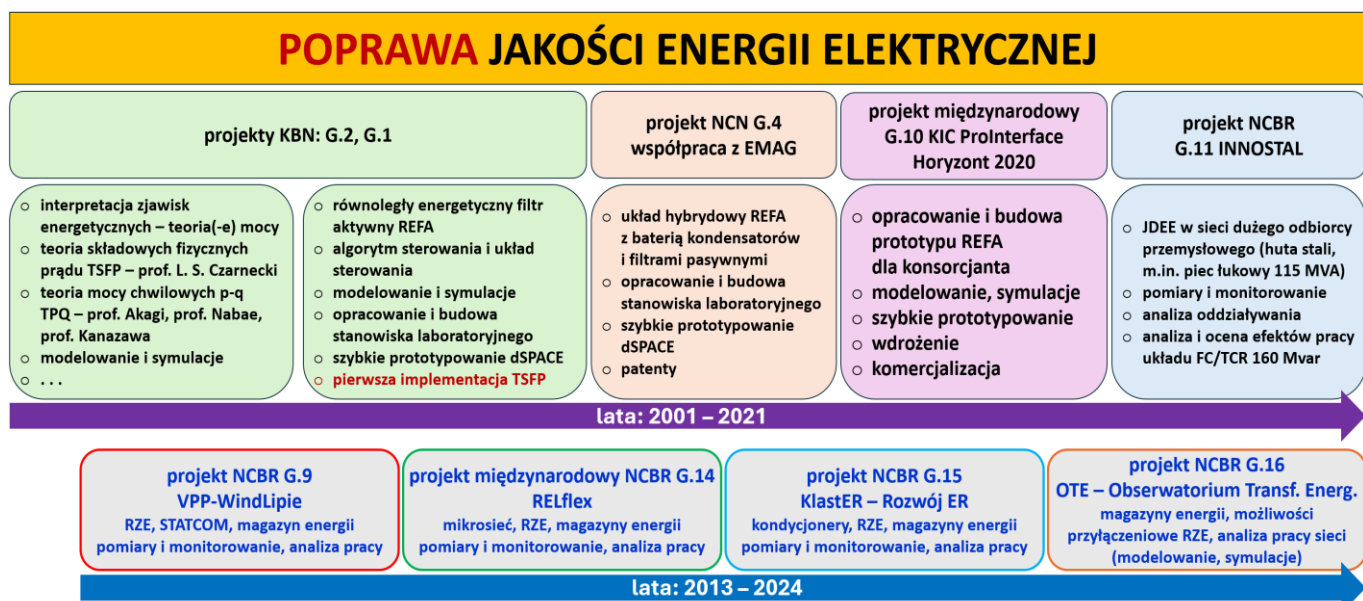
1. monitorowanie jakości dostawy energii elektrycznej – [P.2]-[P.6], [P.14] i inne,
2. poprawa jakości energii elektrycznej – [P.1], [P.7]-[P.9], [P.10]-[P.13] i inne.

W dalszej części opisałem wykonane przeze mnie prace, uzyskane rezultaty oraz indywidualne i oryginalne osiągnięcia. Są one związane z przedłożonym cyklem publikacji, efektami zrealizowanych projektów [G.1]-[G.16] oraz prac wykonanych dla energetyki zawodowej i przemysłu [O.1]-[O.38].

Przedstawiłem również przeprowadzone eksperymentalne badania porównawcze [P.15]-[P.17] oraz uzyskane wdrożenia [W.1]-[W.7], patenty [T.1]-[T.3] i licencję [L.1], także listę uzupełniających publikacji wnioskodawcy [P.18]-[P.56]. Na rysunkach Rys. 2, Rys. 3 zaprezentowałem graficznie podjęte prace naukowo-badawcze w ramach określonych celów naukowych oraz obszarów badawczych. Numery na rysunku Rys. 2 (1-8) odnoszą się do kolejnych, zrealizowanych prac w obszarze monitorowania JDEE. Na rysunku Rys. 3 zestawilem wykonane prace naukowo-badawcze dotyczące poprawy JEE, z zachowaniem chronologii realizacji oraz przypisaniem do projektów (osie poziome).



Rys. 2 Monitorowanie jakości dostawy energii elektrycznej
– graficzne przedstawienie podjętych prac



Rys. 3 Poprawa jakości energii elektrycznej
– graficzne przedstawienie podjętych prac

4.3.2 Monitorowanie jakości dostawy energii elektrycznej

Określenie problemów naukowo-badawczych:

- C.1 Opracowanie i budowa systemu monitorowania W-JDEE oraz przeprowadzenie badań i testów jego funkcjonowania w rzeczywistych warunkach pracy sieci elektroenergetycznych.
- C.2 Opracowanie koncepcji budowy i wdrażania rozproszonego systemu monitorowania W-JDEE (RSM W-JDEE) w sieciach elektroenergetycznych, z uwzględnieniem różnych typów analizatorów oraz systemów pomiarowych, pochodzących od różnych producentów.
- C.3 Przeprowadzenie badań porównawczych (benchmarkingu) analizatorów jakości energii elektrycznej oraz liczników energii elektrycznej.

W celu realizacji C.1 i C.2 przeprowadziłem badania i testy różnych analizatorów JEE (mobilnych i stacjonarnych) oraz różnych systemów pomiarowych W-JDEE. Badaniom i testom podlegały m.in.: oferowane funkcjonalności, konfiguracja, komunikacja, analiza danych pomiarowych (także po kątem ich poprawności), eksport danych, formaty zapisu danych, możliwości współpracy z innymi systemami nadrzędnymi, zgodność z normami PN-EN 61000-4-30, PN-EN 61000-4-15, PN-EN 61000-4-7, a także użyteczność w kontekście standardów określających wymagania dotyczące JDEE i tworzenia raportów (w warunkach krajowych: rozporządzenie systemowe i norma PN-EN 50160) i inne.

W ramach systemów zasilania Kampusu AGH oraz Miasteczka Studenckiego AGH opracowałem i zbudowałem rozproszony system monitorowania W-JDEE. Prace naukowo-badawcze prowadziłem w ramach projektów i grantów: [G.3], [G.5], [G.6] oraz w ramach projektów międzynarodowych [G.14] i [G.18] (str. 71). Badaniom podlegały również: funkcjonalności środowiska softwarowego przeznaczonego do budowy systemu monitorowania, stabilność pracy, otwartość na integrację z systemami nadrzędnymi, organizacja i zarządzanie danymi pomiarowymi, tworzenie raportów i zestawień oraz dodatkowe możliwości. W tabeli Tab. 1 przedstawiłem zestawienie badanych i testowanych stacjonarnych analizatorów oraz systemów pomiarowych [P.2], [P.14], [P.38]-[P.42].

Tab. 1 Lista badanych i testowanych stacjonarnych analizatorów i systemów pomiarowych

Nr	System pomiarowy	Analizator JEE – stacjonarny	Producent
1	WinPQ	PQI-DA PQI-D	A-Eberle GmbH & Co. KG
2	StruxureWare Power Monitoring (ION Enterprise)	ION7650	Schneider Electric (Power Logic)
3	PQSCADA	BlackBox G4420	ELSPEC Ltd.
4	Producent nie oferuje środowiska software'owego	PQube	Power Standards Lab
5	ENCORE Series System	61000 PQ	Gossen Metrawatt (Dranetz BMI)
6	Quality Information System QIS	QWave Power	Qualitrol Company LLC (LEM Company)
7	PQView	analizatory kompatybilne z formatem PQDIF i COMTRADE	Electrotek Concepts, Inc.
8	CERTAN	Certan PQ-100	Procom System Grupa Kapitał. Elektrotim
9	zenon Energy Edition TIA Portal / PowerConfig	PAC5200, PAC5100 SICAM Q200	Copa-Data Siemens

Badałem i testowałem sposób pracy oraz funkcjonalności systemów pomiarowych z następującymi analizatorami mobilnymi (w nawiasach oprogramowanie): PQM-703 (Sonel Analiza) firmy Sonel, PQ-Box 200 i PQ-Box 300 (WinPQ-mobil) firmy A-Eberle, Fluke 1760TR (PQ Analize) i Fluke 435 (PowerLog, FlukeView) firmy Fluke, Unilyzer 902 (PQ Secure) firmy Unipower AB, BlackBox G3500 (PQSCADA + PQInvestigator) firmy Elspec, Topas 1000 (PQ Analize), Analyst 3QC (PQLog View), VLogQ (PQLog) firmy LEM, KEW6310 (KEW-PQA-Master) firmy Kyoritsu oraz inne.

Podsumowanie wyników moich indywidualnych prac przedstawiłem m.in. w publikacji z cyklu [P.2] oraz [P.14], a także w innych publikacjach [P.38]-[P.42], [P.45], [P.46]. Efekty prac prezentowane były na wielu konferencjach i seminariach. Na podstawie wykonanych prac naukowych, badań i testów opracowałem:

- ☐ koncepcję i strukturę rozproszonego systemu monitorowania z uwzględnieniem W-JDEE ([O.1]-[O.9]),
- ☐ rekomendacje dotyczące opracowania i wykonania aplikacji stanowiącej demonstrator systemu do integracji danych z analizatorów różnych producentów i typów (Rys. 9) – w ramach projektu [G.5] ([P.46]),
- ☐ założenia techniczne oraz funkcjonalności rozproszonego systemu monitorowania,
- ☐ kryteria wyboru analizatora JEE lub innych przyrządów pomiarowych użytecznych w obszarze JDEE,
- ☐ cechy funkcjonalne środowiska software'owego (oprogramowania) wykorzystywanego przez użytkowników,
- ☐ wytyczne dotyczące konfiguracji systemu monitorowania i analizatorów zgodnie z wymaganiami określonymi w obowiązujących standardach (rozporządzenia, normy), z uwzględnieniem zasadnych rozszerzeń i modyfikacji (m.in. pomiary i rejestracje dla różnych interwałów agregacji danych, rejestracja zdarzeń, flagowanie danych pomiarowych),
- ☐ procedury analizy oraz interpretacji W-JDEE i danych pomiarowych,
- ☐ wzory autorskich raportów z długoterminowych pomiarów i rejestracji W-JDEE, obejmujących analizę i ocenę W-JDEE.

Przedstawione powyżej efekty, wynikające z wykonanych przeze mnie prac naukowo-badawczo-rozwojowych, wielokrotnie znalazły zastosowanie w energetyce zawodowej (OSP, OSD) oraz w przemyśle. Pozyskana wiedza, kompetencje i doświadczenia w omawianym obszarze zostały wykorzystane do współpracy z operatorami i przedsiębiorstwami przemysłowymi, np.: PSE Operator, TAURON Dystrybucja, Vattenfall Distribution Poland, Enea Operator, PGE Dystrybucja, KGHM Polska Miedź, CELSA Huta Ostrowiec, Elektrotim, Procom System, ASTAT, SONEL, Schneider Electric, Elsta. Przedsięwzięcia te realizowałem w ramach mojej pracy akademickiej, a ich wyniki przedstawiono w publikacjach: [P.14], [P.2]-[P.4], oraz [P.18], [P.19], [P.21], [P.22], [P.27]-[P.32], [P.39]-[P.42], [P.46], [P.50], także w opracowaniach wykonywanych dla partnerów [O.1]-[O.38] (pozycje wybrane z ok. 134). Prace naukowo-badawcze i eksperymentalno-rozwojowe dotyczące monitorowania, analizy i oceny W-JDEE prowadziłem także w ramach projektów krajowych [G.11], [G.15], [G.16] oraz międzynarodowych [G.8], [G.14], [G.18], a także w innych przedsięwzięciach.

Uczestniczyłem w pracach dotyczących opracowania miernika wskaźników JEE PQ-100 oraz rozproszonego systemu monitorowania stanu sieci zasilającej CERTAN, realizowanych we współpracy z firmą Procom System z Grupy Kapitałowej Elektrotim. Doprowadziły do wdrożenia [W.5] – opracowanie [O.7]. Firma Procom za system pomiarowy CERTAN oraz analizator PQ-100 otrzymała wyróżnienia: Targów ENERGETAB 2010; I Kongresu Elektryki Polskiej 2009 - Innowacje w Elektryce; w konkursie o Medal Prezesa SEP 2009 r. oraz Produkt Roku Targów ENERGETICS 2009 (Załącznik nr 37, Załącznik nr 38). Brałem również udział w pracach związanych z opracowaniem programu

komputerowego PQ-Kyoritsu, służącego do przetwarzania danych uzyskanych za pomocą analizatora Kyoritsu model KEW6310 oraz generowania raportów. Analiza danych i tworzenie raportów były wykonywane zgodnie z obowiązującymi przepisami. Prace realizowano na rzecz firmy Biall i zakończyły się wdrożeniem [W.1].

Realizację C.3 osiągnąłem przede wszystkim w ramach dwóch eksperymentów badawczych: badań porównawczych analizatorów jakości energii elektrycznej oraz badań porównawczych liczników energii elektrycznej AMI.

Na etapie rozwoju mierników do pomiaru W-JDEE kluczowym zagadnieniem było ustalenie, czy pomiary realizowane są poprawnie, oraz opracowanie procedur weryfikacji ich poprawności. Szczególnie dotyczy to analizatorów JEE, m.in. ze względu na konieczność prawidłowej analizy i oceny W-JDEE oraz warunków zasilania w świetle obowiązujących standardów. Podstawą dla podjętych prac stanowią zapisy w normach: PN-EN 61000-4-30 oraz PN-EN 61000-4-15, PN-EN 61000-4-7 i PN-EN 62586-2. Kolejnym istotnym zagadnieniem była poprawność pomiarów realizowanych przez przyrządy pomiarowe w warunkach zaburzonych przebiegów napięć i prądów. Ta kwestia szczególnie dotyczy liczników energii elektrycznej, ponieważ na podstawie ich wskazań obliczane są opłaty za zużytą lub wygenerowaną energię elektryczną. Podstawą dla podjętych badań były zapisy m.in. w normach PN-EN 61000-4-30, PN-EN 62053-22, PN-EN 62053-23 oraz rozporządzeniu systemowym.

Eksperymentalne badania porównawcze analizatorów jakości energii elektrycznej – Piknik JEE

Badaniom poddano 14 analizatorów JEE. Wykonane testy i analizy wykazały, że w przypadku kombinacji różnych zaburzeń nie wszystkie wyniki zawierały się w przedziale dopuszczalnej niepewności pomiarowej. W kilku przypadkach analizatory nie dokonały pomiaru wymaganego wskaźnika lub otrzymane wyniki były niezgodne z wartościami oczekiwanymi. Przeprowadzony eksperyment dostarczył wielu cennych informacji na temat wiarygodności pomiarów oraz procedur testowania analizatorów JEE. Badania i testy wykonano przy współudziale TAURON Dystrybucja oraz 14 firm, które zdecydowały się wziąć udział w badaniach. Patronat honorowy objął Urząd Regulacji Energetyki. Konfiguracja analizatorów, ich podłączenie do stanowiska testowego, a także odczyt danych pomiarowych, wykonane zostały przez przedstawicieli firm.

Zakres mojego udziału: współorganizator; współautor testów; współwykonawca; interpretacja i analiza otrzymanych wyników; współudział w opracowaniu raportu; przygotowanie i prezentacja referatu podczas części seminaryjnej pt. „Rozproszone systemy monitorowania jakości energii elektrycznej”.

Skrótowe podsumowanie wyników przedstawiono m.in. w publikacji [P.14] w rozdziale 3.3, również w innych publikacjach, m.in. w [P.44]. Szczegółowe informacje oraz wyniki eksperymentu pomiarowego zostały udostępnione na stronie internetowej wydarzenia <https://www.tauron-dystrybucja.pl/piknik-jee>, w poniżej wymienionym opracowaniu [P.15] pt.

P.15. Raport z eksperymentu pomiarowego – badania porównawcze analizatorów JEE

Krzysztof Chmielowiec, **Andrzej Firlit**, Zbigniew Hanzelka, Andrzej Bień, Krzysztof Piątek, Krzysztof Woźny, Krzysztof Kołek – AGH; Marek Rogóż – TAURON Dystrybucja

Opracowanie dostępne jest publicznie (online) na portalu TAURON Dystrybucja, dokument elektroniczny, 116 stron, lata 2014-2015: https://www.tauron-dystrybucja.pl/-/media/offer-documents/dystrybucja/inne-dokumenty/piknik-jee/piknik_jee_raport.ashx.

Opracowana została również wersja anglojęzyczna: **Final report from the measurement experiment – comparative tests of PQ analyzers**, Power Quality Picnic – 23.10.2014, AGH –

TAURON Dystrybucja, 72 pages, Kraków, June 2015 – https://www.tauron-dystrybucja.pl/-/media/offer-documents/dystrybucja/inne-dokumenty/piknik-jee/pg_picnic_report.ashx

Raporty w wersji polskiej i angielskiej zostały również wydrukowane.

Na rysunku Rys. 4 przedstawiono tabelę podsumowującą wyniki przeprowadzonych testów. W publikacji [P.15] zamieszczono szczegółowe opisy poszczególnych testów. Spośród 14 analizatorów tylko jeden przeszedł wszystkie testy pozytywnie.

Analizator JDEE	Test 1		Test 3		Test 4		Test 5	Test 7			Test 8		Test 9	Test 10		Test 11	
Fluke 1760	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE
Nexus 1500	TAK	NIE	TAK	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	TAK	TAK	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE
UP-2210	TAK	NIE	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK
DEWE-3020	TAK	NIE	NIE	TAK	NIE	NIE	TAK	NIE	NIE	NIE	TAK	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE
iSTAT M355	TAK	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	TAK	NIE	NIE	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
SO-52v11-eME	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
SIMEAS Q80	TAK	TAK	TAK	NIE	NIE	TAK	NIE	NIE	NIE	TAK	TAK	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE
PQ Box 200	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE	NIE	TAK	TAK	TAK	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE
ION7650	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE
PQM-703	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
PQube	TAK	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	NIE	NIE
G4500	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	TAK	TAK	TAK	NIE	NIE	NIE
MI 2892	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	NIE	NIE	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE	NIE	NIE
Mavowatt 270	TAK	NIE	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE

Rys. 4 Tabelaryczne podsumowanie wyników eksperymentalnych badań porównawczych analizatorów JEE [P.14], [P.15], [P.44]

Eksperymentalne badania porównawcze inteligentnych liczników energii elektrycznej AMI – Piknik AMI

Badaniom poddano 17 liczników udostępnionych przez 7 firm uczestniczących w eksperymencie. Liczniki podzielono na dwie grupy: 1-fazowe i 3-fazowe. Badania polegały na równoczesnym podłączeniu dostarczonych przez uczestników eksperymentu inteligentnych liczników energii elektrycznej typu AMI do wydzielonej sieci elektrycznej oraz wytworzeniu różnych stanów jej pracy, w ramach poszczególnych testów, w tym zmian warunków zasilania oraz obciążenia z uwzględnieniem obecności zaburzeń JDEE. Przeprowadzony w ramach wydarzenia eksperyment pomiarowy pozwolił na porównanie liczników w zakresie pomiarów energii (mocy) czynnej i biernej oraz innych parametrów. Konfiguracja mierników, ich podłączenie do stanowiska testowego, a także odczyt danych pomiarowych, wykonane zostały przez przedstawicieli uczestników eksperymentu. Badania i testy wykonano przy współudziale TAURON Dystrybucja i Politechniki Wrocławskiej, na której został zrealizowany drugi etap testów. Jego celem było przeprowadzenie badań porównawczych liczników w zakresie skuteczności komunikacji i transmisji danych pomiarowych z wykorzystaniem elektroenergetycznej sieci rozdzielczej (PLC, ang. Power Line Communication). Uczestnikami eksperymentu były firmy, które wypożyczyły liczniki do testów. W sesji I badań i testów wzięło udział siedem firm, a w sesji II uczestniczyły cztery firmy.

Zakres mojego udziału: kierownik Pikniku AMI; główny wykonawca; członek rady naukowej; członek

komitetu organizacyjnego; kierowanie pracami związanymi z opracowaniem raportu z przeprowadzonych badań porównawczych inteligentnych liczników energii elektrycznej AMI; współzaangażowanie w interpretację i analizę wyników; opracowanie raportu; przygotowanie i prezentacja referatu podczas części seminaryjnej pt. „Zjawiska energetyczne i moce w obwodach elektrycznych z przemiennymi przebiegami napięć i prądów”; moderator panelu dyskusyjnego. Szczegółowe informacje oraz wyniki eksperymentu pomiarowego udostępniono na stronie internetowej wydarzenia <https://www.tauron-dystrybucja.pl/piknik-ami>, w poniżej wymienionym opracowaniu [P.16] pt.

P.16. Badania porównawcze inteligentnych liczników energii elektrycznej

Opracowanie dostępne jest publicznie (online) na portalu TAURON Dystrybucja, dokument elektroniczny, 66 stron – wersja skrócona, upubliczniona: lata 2015-2016:

<https://www.tauron-dystrybucja.pl/-/media/offer-documents/dystrybucja/inne-dokumenty/piknik-ami/piknik-ami-raport.ashx>

sesja I – Akademia Górniczo-Hutnicza: Andrzej Firlit, Andrzej Bień, Zbigniew Hanzelka, Marcin Jachimski, Krzysztof Piątek, Krzysztof Woźny, Szymon Barcentewicz, Krzysztof Chmielowiec, Jerzy Nabielec

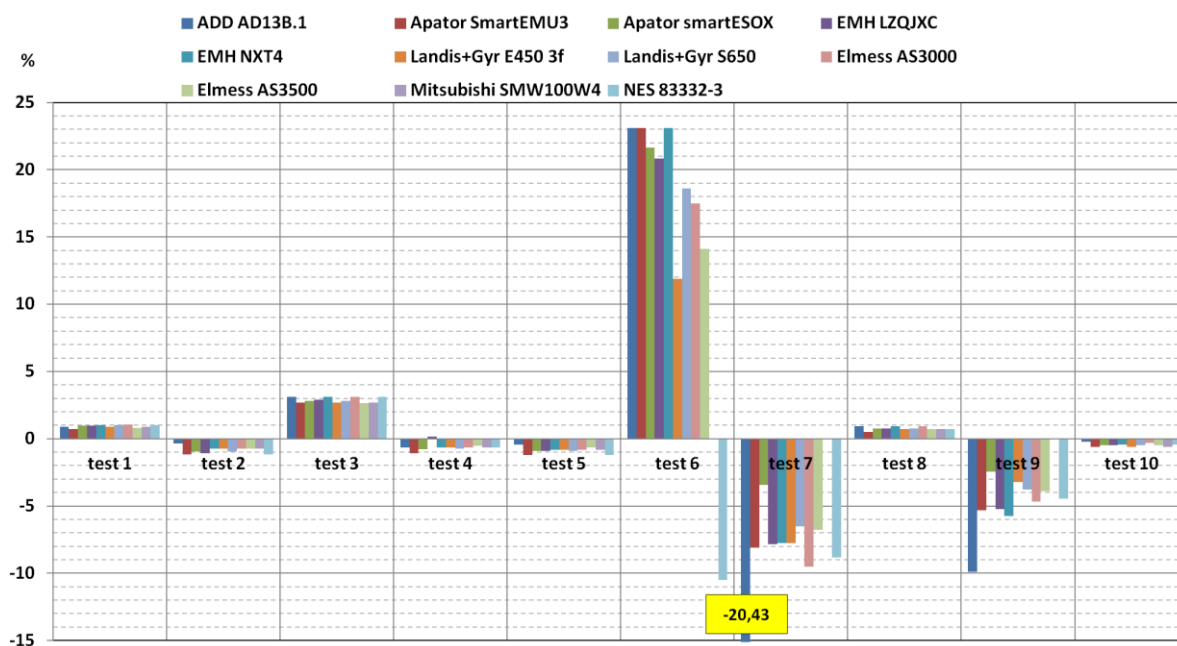
sesja II – Politechnika Wrocławska: Marek Wąsowski, Marcin Habrych, Grzegorz Wiśniewski, Robert Czechowski

TAURON Dystrybucja: Marek Rogóż, Mariusz Jurczyk, Marcin Pastuszka, Jerzy Niedojadło

W rozdziale 6 publikacji [P.16] zamieszczono podsumowanie wyników dla sesji I. Pełna dokumentacja pomiarowa zawierająca wyniki wszystkich testów została przekazana do przedstawicieli następujących instytucji: Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, Prezesa Głównego Urzędu Miar, Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, Prezesa Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej, Prezesa Zarządu PGE Dystrybucja, Prezesa Zarządu ENERGA Operator, Prezesa Zarządu ENEA Operator, Prezesa Zarządu innogy Stoen Operator. **Zgodnie z wiedzą organizatorów, przeprowadzone badania porównawcze liczników były pierwszymi tego typu w Europie na dzień eksperymentu.**

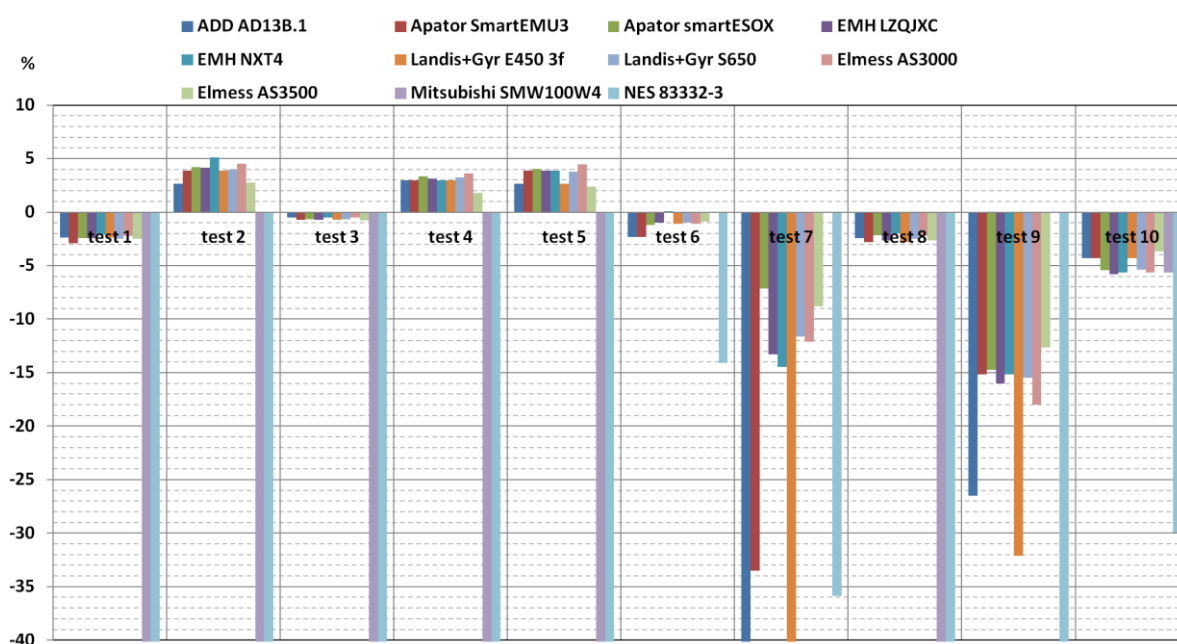
Przykładowo, na rysunkach Rys. 5 i Rys. 6 pokazałem wykonane przeze mnie wybrane wykresy podsumowujące wyniki przeprowadzonych dziesięciu testów dla liczników 3-fazowych. Prezentują zbiorczo wartości różnic względnych dla sumarycznej energii czynnej i biernej zmierzonej przez liczniki w odniesieniu do wskazań analizatora JEE. W trakcie testów nr 6, 7 i 9 wytworzono warunki zasilania ze znacząco przekroczonymi poziomami dopuszczalnymi dla wskaźników jakości napięcia w sieciach zasilających, aby określić graniczne warunki poprawnej pracy liczników.

Przeprowadzone badania porównawcze analizatorów i liczników spotkały się z bardzo dużym zainteresowaniem zarówno ze strony producentów, przedstawicieli różnych urzędów i instytucji, jak i ich użytkowników: reprezentantów energetyki zawodowej i różnych sektorów przemysłu. Eksperymenty pozwoliły na uzyskanie wielu istotnych informacji na temat analizatorów i liczników, wiarygodności prowadzonych pomiarów, a także wiedzy o charakterze poznawczym m.in. dotyczącej metodologii oraz warunków nadawania klasy A dla analizatorów. Rezultaty i wnioski były wielokrotnie prezentowane w kraju i za granicą, wpływając pozytywnie na rozwój analizatorów i liczników. Badania porównawcze okazały się unikatowymi przedsięwzięciami i osiągnięciami naukowo-badawczymi, w które miałem indywidualny wkład.



Rys. 5 Liczniki 3-fazowe – wykres zbiorczy dla różnic względnych energii czynnej sumarycznej E_{p_suma} w odniesieniu do wskazań analizatora jakości energii elektrycznej [P.16]

Energia czynna – Liczniki 3-fazowe: Różnice względne obliczone na podstawie wskazań analizatora JEE zawierają się w przedziale od -1,21% do 3,1%, z wyłączeniem testów nr 6, 7 i 9. Test 3: napięcia asymetryczne i odkształcone, prądy asymetryczne i odkształcone, przesunięcie fazowe. Testy: 6, 7, 9 należy traktować jako ponadstandardowe.



Rys. 6 Liczniki 3-fazowe – wykres zbiorczy dla różnic względnych energii biernej sumarycznej E_{q_suma} – w odniesieniu do wskazań analizatora JEE [P.16]

Energia bierna – Liczniki 3-fazowe: Nietypowa praca liczników: Mitsubishi SMW100W4 i NES 83332-3 – liczniki zapisywały w pliku wartość 0 lub nie zapisywały wartości energii biernej. Różnice względne obliczone na podstawie wskazań analizatora jakości energii elektrycznej zawierają się w przedziale od -5,80% (-29,92%) do 5,12%, z wyłączeniem testów nr 6, 7 i 9, które są ponadstandardowe.

Różnice względne dla energii biernej E_{q_suma} są większe niż dla energii czynnej E_{p_suma} .

Określenie problemów naukowo-badawczych:

C.4 Opracowanie i budowa RSM oraz analiza i ocena W-JDEE w punktach przyłączenia RZE.

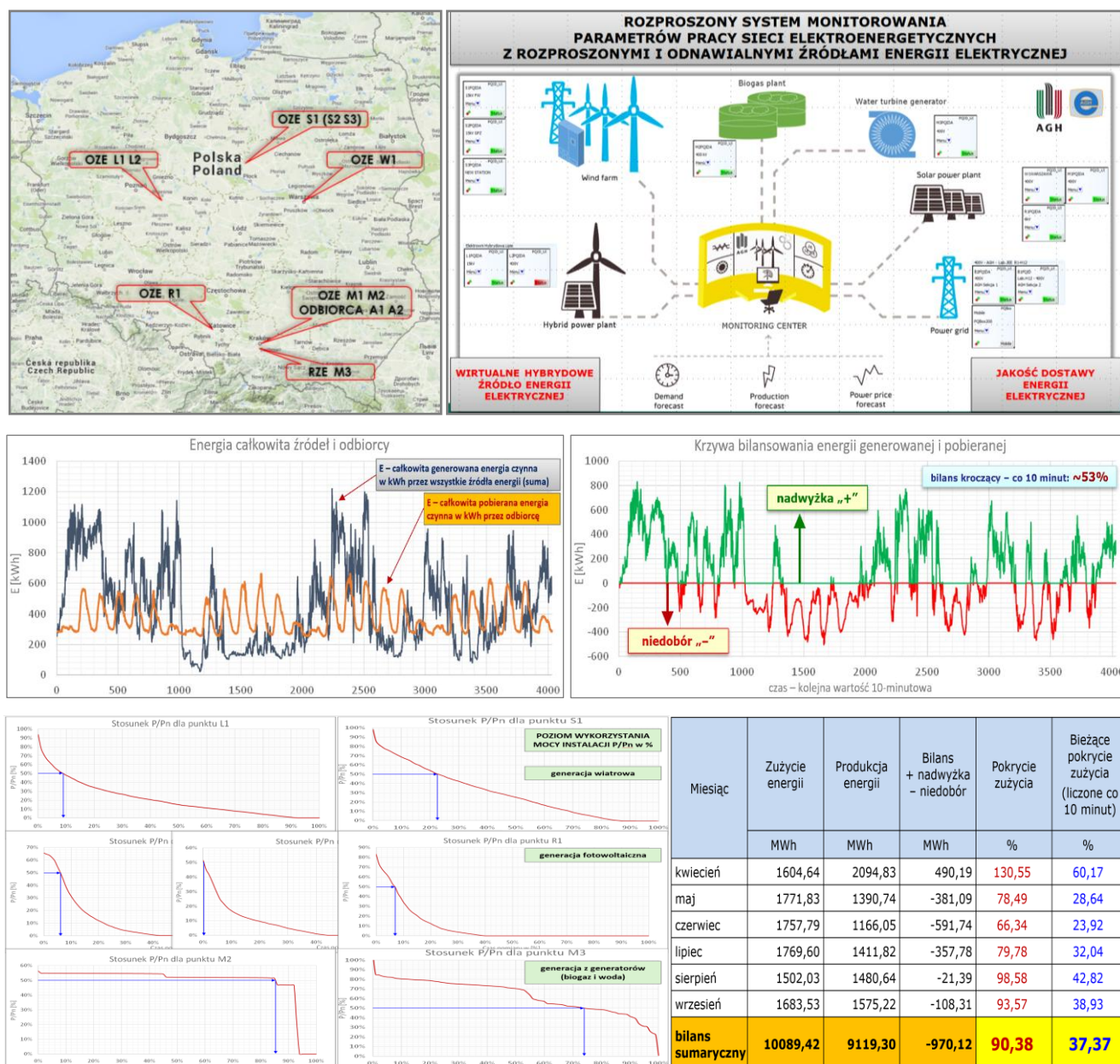
C.5 Opracowanie i budowa wirtualnego, hybrydowego, rozproszonego źródła energii (WH-RZE) oraz analiza bilansu mocy i energii WH-RZE z uwzględnieniem odbiorcy.

Realizację C.3 i C.4 wykonałem w ramach projektu krajowego [G.9] i międzynarodowego [G.14]. Byłem odpowiedzialny za opracowanie koncepcji, budowę i konfigurację RSM parametrów pracy sieci elektroenergetycznych oraz analizę i ocenę W-JDEE w punktach przyłączenia RZE na terenie kraju. W wyniku podjętych działań zbudowałem system pomiarowy integrujący RZE, tworząc wirtualne, hybrydowe, rozproszone źródło energii elektrycznej (WH-RZE) (ang. Virtual Power Plant – VPP). W systemie tym do wytwarzania energii elektrycznej wykorzystywana jest energia wiatru, promieniowania słonecznego, wody oraz biogazu będącego ubocznym produktem procesu oczyszczania ścieków. Do produkcji energii zastosowano turbiny wiatrowe, panele fotowoltaiczne oraz dwa generatory synchroniczne współpracujące odpowiednio z turbiną wodną i silnikiem biogazowym. System obejmował łącznie 7 źródeł energii, a sumaryczna moc instalacji wynosiła 8718 kWp. Na rysunku Rys. 7 pokazano mapę Polski z zaznaczeniem lokalizacji RZE. W punktach przyłączenia RZE zainstalowano skrzynki pomiarowe z analizatorami JEE, wyposażone w niezbędne urządzenia umożliwiające monitorowanie parametrów sieci, transmisję danych oraz zdalny dostęp.

Poszczególne jednostki wytwórcze (punkty pomiarowe) znajdują się w różnych rejonach kraju, a odległości między nimi wynoszą od kilkunastu do 400 km. Do systemu pomiarowego dodano również monitorowanie dużego instytucjonalnego odbiorcy, jakim jest AGH (moc umowna 6000 kW). Dzięki temu prowadziłem badania dotyczące bilansowania produkowanej (przez WH-RZE) i konsumowanej (przez AGH) energii elektrycznej w realnych warunkach pracy systemu elektroenergetycznego. Przeprowadziłem również prace naukowo-badawcze dotyczące W-JDEE oraz oddziaływania na sieć dystrybucyjną monitorowanych RZE w punktach ich przyłączenia. Wykonane badania i analizy wykazały, że poziomy W-JDEE zasadniczo są prawidłowe, co było istotne w kontekście dominującej (wówczas) opinii w kręgach energetyki zawodowej o „znaczącym” negatywnym oddziaływaniu OZE na sieci elektroenergetyczne. Analiza zarejestrowanych stanów zdarzeniowych, skutkujących wyłączeniami OZE, wykazała, że przyczyny wyłączeń najczęściej leżały po stronie źródeł energii (sposób konfiguracji układów sterowania i zabezpieczeń). Wyniki te były istotne w kontekście dominującej, często niezasadnej opinii służb technicznych zarządzających OZE, które przypisywały odpowiedzialność operatorom sieci. Na rysunku Rys. 7 przedstawiono główny panel operatorski opracowanego WH-RZE oraz przykładowe, miesięczne przebiegi: całkowitej energii czynnej pobieranej przez odbiorcę, energii czynnej generowanej przez WH-RZE oraz przebieg krzywej (charakterystyki) bilansowania. Kolorem zielonym oznaczono nadwyżki produkcji, a kolorem czerwonym jej niedobory – bilans energii w trybie kroczącym co 10 minut.

Opracowane i wykonane WH-RZE było jednym z pierwszych tego typu w kraju, szczególnie biorąc pod uwagę moce obiektów oraz skalę ich rozproszenia (odległości między nimi). W wyniku mojej pracy w AGH zostało opracowane i zbudowane Centrum Monitorowania Jakości Dostawy Energii Elektrycznej (pawilon B1, pokój H15).

Podsumowanie wyników prac przedstawiłem m.in. w publikacji [P.14] w rozdziale 4 (strony 305-392), a także na kilku konferencjach i seminariach, np. PTPIREE [P.47]. W ramach projektu [G.9] współpracowałem m.in. z: A.Eberle GmbH & Co., Norymberga, Niemcy; Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Krakowie (obecnie: Wodociągi Miasta Krakowa); Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Ruda Śląska; ASTAT; IMPACT Clean Power Technology; WindLipie; Plastoma (EkoWawer).

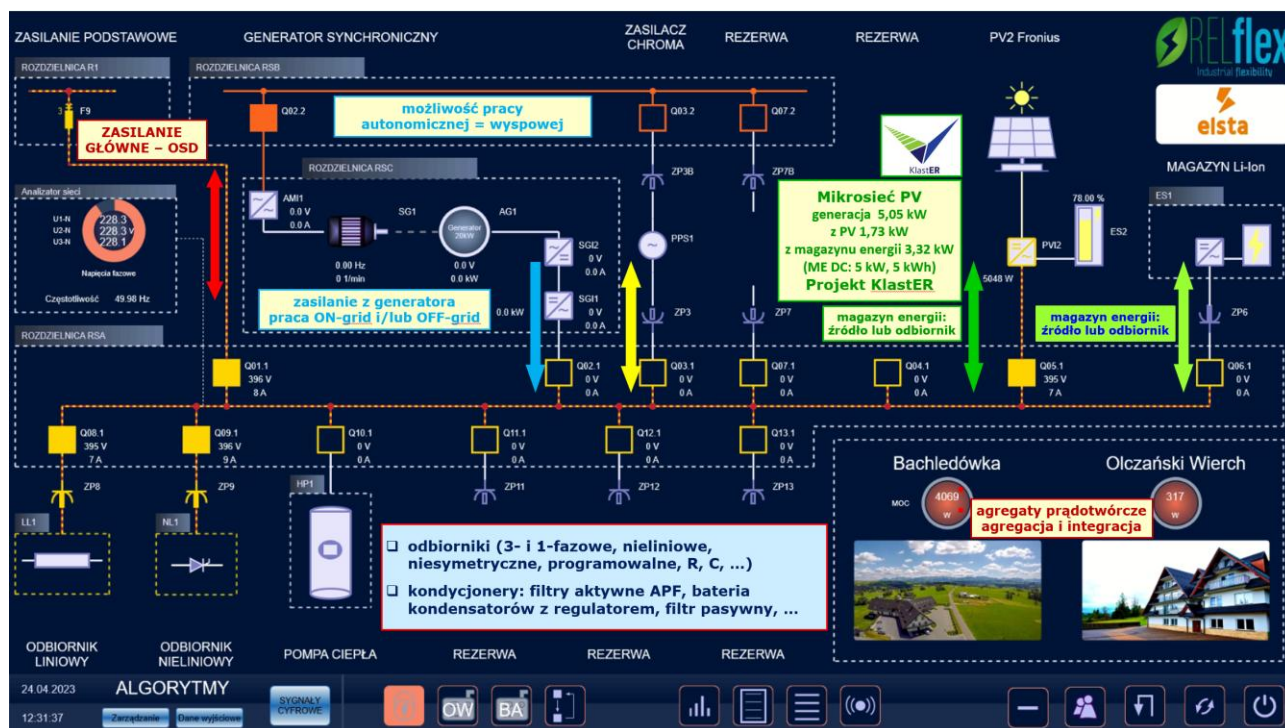


Rys. 7 Lokalizacja RZE oraz odbiorcy na mapie Polski – punkty pomiarowe z analizatorami JEE.

Panel operatorский opracowanego WH-RZE. Krzywa (charakterystyka) bilansowania energii czynnej pobieranej przez odbiorcę z energią czynną generowaną przez wirtualną elektrownię.

Uporządkowane charakterystyki $P/P_n \cdot 100\%$ dla poszczególnych źródeł energii oraz tabela z wartościami energii czynnej dla sześciu miesięcy [P.14], [P.47].

W przypadku międzynarodowego projektu [G.14] uzyskałem możliwość fizycznego bilansowania źródeł energii i odbiorników w ramach opracowanej i wykonanej mikro sieci, z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania (zenon Energy Edition, TIA Portal/PowerConfig). Wirtualne bilansowanie jest możliwe dzięki programowej integracji mikro sieci oraz dwóch generatorów rezerwowego zasilania zainstalowanych u partnerów projektu. Na rysunku Rys. 8 przedstawiono ekran główny aplikacji (panel operatora) pełniący rolę agregatora danych z urządzeń pomiarowych zainstalowanych w miejscu przyłączenia odbiorników, źródeł energii oraz generatorów rezerwowych. Do instalacji mikro sieci przyłączona jest mikroinstalacja fotowoltaiczna (PV) z hybrydowym przekształtnikiem oraz magazynem energii elektrycznej po stronie DC, która samodzielnie tworzy autonomiczną mikro sieć prosumencką ([G.15]). Na stanowisku prowadziłem i prowadzę badania oraz testy ([P.21], [P.49], [P.54]).



Rys. 8 Ekran główny aplikacji do zarządzania mikrosiecią
w Laboratorium Jakości Energii Elektrycznej [P.21], [P.49], [P.54]

Prace naukowo-badawcze dotyczące monitorowania oraz analiz pracy sieci dystrybucyjnych z uwzględnieniem bilansowania mocy i energii realizowałem również we współpracy z Enea Operator w ramach projektu NCBR [G.13] oraz opracowania [O.11]. Podjęte działania oraz uzyskane osiągnięcia, będące rezultatem [G.13], zostaną przedstawione w dalszej części.

Określenie problemu naukowo-badawczego:

C.6 Opracowanie zagregowanych wskaźników jakości energii elektrycznej (ZW-JEE) – jakości napięcia.

Tradycyjna analiza i ocena JEE bazuje na W-JEE obliczanych indywidualnie dla trzech napięć fazowych lub międzyfazowych, mierzonych w monitorowanych punktach sieci. Kolejne wartości obliczane są co 10 minut (wartości 10-minutowe zagregowane) dla: wartości skutecznej napięcia zasilającego U , współczynnika asymetrii napięcia zasilającego K_{2U} dla składowej kolejności przeciwnej, współczynnika odkształcenia napięcia zasilającego THD_U (wg rozporządzenia⁽³⁾ do 50. harmonicznej), wyższych harmonicznych napięcia zasilającego $U_{(h)}$ (wg rozporządzenia od 1. do 25. harmonicznej). W przypadku częstotliwości napięcia zasilającego f kolejne wartości obliczane są co 10 sekund, natomiast dla współczynnika długookresowego migotania światła P_{lt} co 2 godziny (P_{lt} bazuje na 12 wartościach współczynnika krótkookresowego migotania światła P_{st} , obliczanych co 10 minut). Długoterminowe rejestracje W-JDEE skutkują znaczącą liczbą danych pomiarowych. Co 10 minut generowanych jest 142 wartości, a co 2 godziny 1707 wartości. Tygodniowe pomiary i rejestracje generują 143388 wartości dla jednego punktu pomiarowego tylko dla sygnałów napięciowych. Wolumen danych znacząco rośnie wraz z wydłużeniem czasu rejestracji oraz liczbą klientów operatorów, liczonych w milionach. Należy podkreślić, że wartości zagregowane w interwałach 10-minutowych są już przetworzonymi danymi – proces ten realizowany jest zgodnie z odpowiednimi

⁽³⁾ Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego z dn. 22 marca 2023 r., Dz. U. 2023, poz. 819 (wcześniej: Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r., Dz. U. 2007, nr 93, poz. 623).

normami. Celem podjętych prac naukowo-badawczych (C.6) było: zmniejszenie liczby zapisywanych danych, uproszczenie procesu analizy i oceny JEE, zastąpienie wielu wartości jedną wartością obliczaną w cyklach tygodniowych oraz umożliwienie analiz porównawczych (benchmarkingowych). Takie podejście umożliwia wstępną analizę i ocenę JEE dla większych obszarów sieci elektroenergetycznych, obejmujących wiele punktów pomiarowych (mierników) – tzw. przesiewową analizę i ocenę JEE. Pierwszy krajowy raport benchmarkingowy⁽⁴⁾ wykazał brak tego typu rozwiązań.

Współuczestniczyłem w opracowaniu propozycji zagregowanych wskaźników (syntetycznych, grupowych) jakości energii elektrycznej (ZW-JEE) – jakości napięcia. Zaproponowano wskaźniki:

- W_1 - wskaźnik wolnych zmian napięcia U , bazuje na 10-min. wartości skutecznej napięcia,
- W_2 - wskaźnik odkształcenia napięcia, bazuje na współczynniku THD_U napięcia lub $TTHD_U$ w przypadku liczników energii elektrycznej,
- W_3 - wskaźnik asymetrii napięcia, bazuje na współczynniku asymetrii napięcia K_{2U} , obliczanym dla składowej kolejności przeciwnej,
- W_4 - wskaźnik wahań napięcia, bazuje na współczynniku długookresowego migotania światła P_{lt} , który jest miarą fluktuacji (wahań) napięcia zasilającego,

oraz

- $CWJ_{U,j}$ - całkowity (punktowy) wskaźnik jakości napięcia dla pojedynczego monitorowanego punktu systemu j , bazujący na $W_{1,j}$ - $W_{4,j}$.

W celu globalnej oceny systemowej, dla wyróżnionego obszaru lub części systemu, można zdefiniować:

- $SWJ_{U,OB}$ - systemowy wskaźnik jakości napięcia dla wyróżnionego obszaru systemu elektroenergetycznego OB (GPZ, rejon, oddział, operator).

Zaproponowane wskaźniki W_1 - W_4 dotyczą sygnału napięcia, zgodnie z definicją jakości dostawy energii elektrycznej oraz zapisami w przedmiotowych standardach. Dla każdego wskaźnika określono zależność i procedurę obliczeniową. Wskaźniki obliczane są co tydzień na podstawie wartości bazowych W-JEE oraz miar statystycznych określonych w wybranym standardzie. Zatem ZW-JEE obliczane są na podstawie zbioru typowych danych „jakościowych”. Wartość pojedynczego zagregowanego wskaźnika W_1 - W_4 powyżej 1,0 oznacza, że przekroczony został poziom dopuszczalny bazowego wskaźnika, w warunkach krajowych najczęściej przyjmuje się rozporządzenie systemowe (może zostać przyjęty inny standard np. instrukcja ruchu i eksploatacji operatora lub norma PN-EN 50160⁽⁵⁾). W takim przypadku mamy do czynienia z niespełnieniem wymagań dotyczących oczekiwanego poziomu JEE, czyli niepoprawnymi warunkami zasilania. Na podstawie $W_{1,j}$ - $W_{4,j}$ zdefiniowany został całkowity (punktowy) wskaźnik jakości napięcia $CWJ_{U,j}$ dla pojedynczego monitorowanego punktu systemu j . W formule obliczeniowej uwzględniony został współczynnik wagowy k_i ($i = 1, \dots, 4$) indywidualnie dla każdego wskaźnika $W_{1,j}$ - $W_{4,j}$ (zaburzenia) z przedziału od 0 do 1,0. Dzięki temu można dostosować jego wpływ na $CWJ_{U,j}$ w zależności od jego znaczenia wynikającego z przyjętego kryterium, np. kosztów złej jakości napięcia. Wskaźniki $CWJ_{U,j}$ umożliwiają obliczanie wskaźników systemowych $SWJ_{U,OB}$ dla wyróżnionego obszaru lub części systemu elektroenergetycznego, zawierającego M punktów w których obliczane są $CWJ_{U,j}$ ($j = 1, 2, \dots, M$). W tym przypadku w formule obliczeniowej uwzględniony został współczynnik wagowy w_j indywidualnie dla każdego punkтового całkowitego wskaźnika $CWJ_{U,j}$, aby dostosować jego wpływ na $SWJ_{U,OB}$ w zależności od przyjętego kryterium.

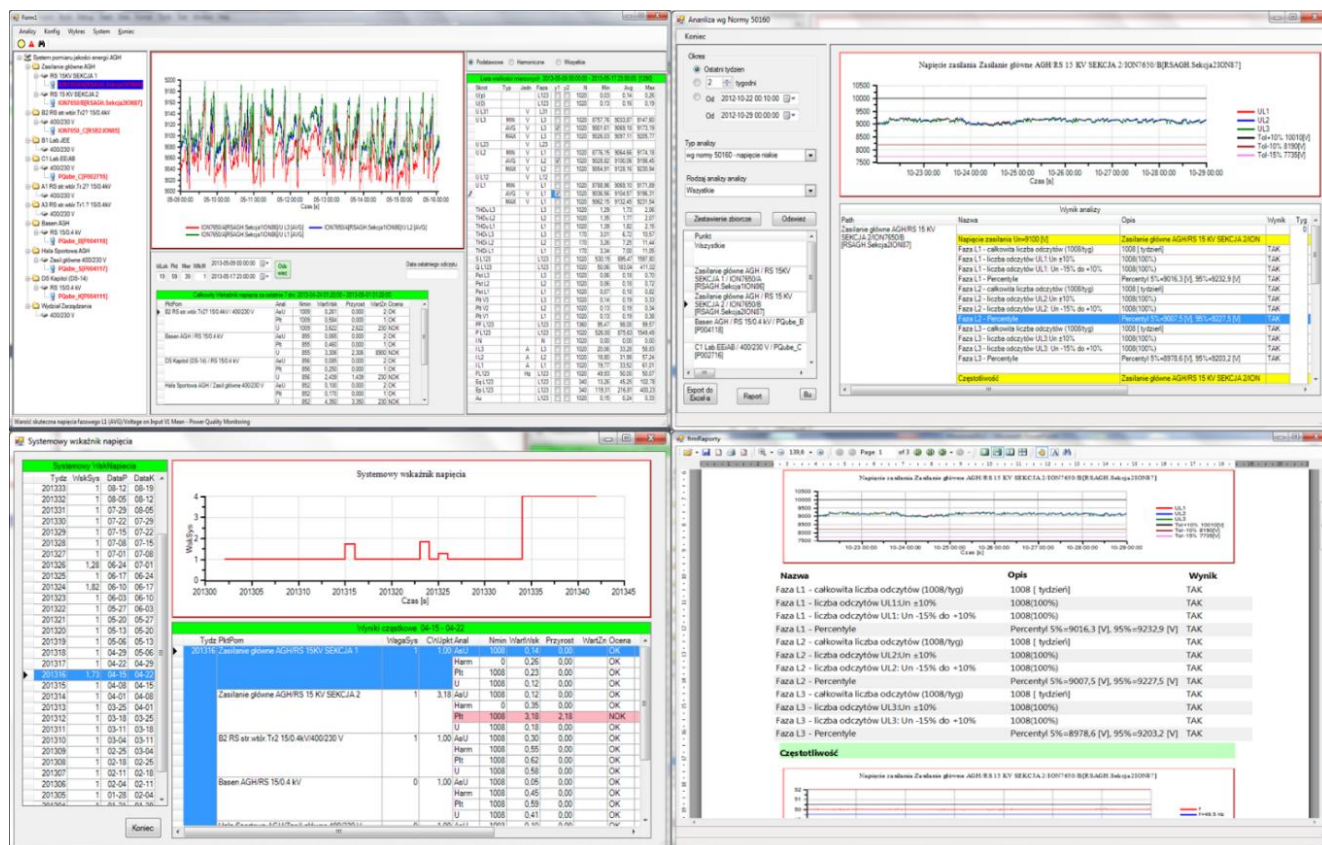
Wyniki moich indywidualnych prac dotyczących tej tematyki zostały zaprezentowane w publikacji z cyklu [P.2] i w [P.14] oraz w innych moich publikacjach [P.38], [P.43], także na platformie www.leonardo-energy.pl ([G.17], rozdział 6.1, str. 69, pkt 3).

⁽⁴⁾ I Krajowy raport benchmarkingowy nt. jakości dostaw energii elektrycznej do odbiorców przyłączonych do sieci przesyłowych i dystrybucyjnych, Urząd Regulacji Energetyki, 2009 r.

⁽⁵⁾ Norma („jakościowa”) PN-EN 50160 Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych, 2023-10 (ang.), www.pkn.pl

W ramach projektu [G.5] uczestniczyłem w implementacji ZW-JEE w ramach opracowanego środowiska software'owego, stanowiącego demonstrator systemu integrującego W-JDEE z różnych analizatorów oraz umożliwiającego ich analizę i ocenę. Wybrane okna programu pokazano na rysunku Rys. 9.

Zwiększenie liczby punktów w sieci elektroenergetycznej, z których możliwe byłoby pozyskiwanie ZW-JEE, jest z oczywistych względów pożądane – pozwala bowiem uzyskać pełniejszy obraz stanu JEE w monitorowanej sieci. Jednak ze względów ekonomicznych instalacja analizatorów w zbyt dużej liczbie nie jest możliwa, głównie z uwagi na wysoki koszt jednostkowy analizatora JEE. Również z technicznego punktu widzenia takie rozwiązanie byłoby niezasadne. Naturalnym sposobem zwiększenia liczby punktów pomiarowych jest wykorzystanie liczników energii elektrycznej instalowanych do celów rozliczeniowych i bilansowych.



Rys. 9 Przykładowe okna opracowanego oprogramowania do integracji danych pomiarowych, analizy i oceny W-JDEE oraz wyznaczania i prezentacji ZW-JEE – demonstrator systemu integrującego W-JDEE [P.46], [G.5]

W 2014 r. uczestniczyłem, w roli eksperta, w pracach prowadzonych przez URE, których celem było opracowanie dokumentu pt. „Rekomendowane zapisy specyfikacji istotnych warunków zamówienia opracowane dla postępowań przetargowych na dostawę infrastruktury licznikowej dla systemów AMI”. Współuczestniczyłem w działaniach badawczo-rozwojowych mających na celu określenie sposobu implementacji ZW-JEE w licznikach energii elektrycznej. Uwzględniając ograniczone możliwości obliczeniowe liczników (zarówno sprzętowe, jak i programowe) zaproponowana została uproszczona procedura obliczeniowa dla ZW-JEE na podstawie bazowych W-JEE (U , $THDu$, K_{2U} , P_{It}), dla których również określono uproszczone wymagania. Dzięki temu uzyskano możliwość implementacji ZW-JEE w licznikach energii elektrycznej oraz innych przyrządach pomiarowych obliczających bazowe W-JEE. Zaangażowany byłem w opracowanie wymagań dotyczących ZW-JEE dla bezpośrednich 1-fazowych i 3-fazowych oraz granicznych liczników AMI (bilansujących). W ramach podjętych działań współpracowałem z przedstawicielami organizacji branżowych (Krajowa Izba Gospodarcza Elektroniki i Telekomunikacji KIGeIT, Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej PTPIREE, Towarzystwo Obrotu Energią TOE) oraz przedstawicielami OSD i PSE.

Zaproponowana koncepcja ZW-JEE (jakości napięcia) została przyjęta przez URE⁽⁶⁾. Wszyscy krajowi OSD zostali zobligowani do jej wdrożenia. Proces ten rozpoczął się w 2017 r. od liczników bilansujących SN/nN i jest kontynuowany, m.in. z uwzględnieniem liczników instalowanych u odbiorców, w szczególności prosumentów.

Liczniki energii elektrycznej AMI z zaimplementowaną funkcjonalnością obliczania ZW-JEE pozwalają na ciągłą, uproszczoną (przesiewową) kontrolę jakości napięcia w monitorowanych punktach sieci oraz punktach przyłączenia odbiorców przemysłowych i instytucjonalnych, ale również komunalnych. Dzięki temu otrzymuje się wstępne, przesiewowe dane pomiarowe pozwalające wskazać obszary systemu elektroenergetycznego (dystrybucyjnego) operatora, w których wstępują problemy złą jakości energii elektrycznej. W takich przypadkach kolejnym etapem powinno być uruchomienie pomiarów z zastosowaniem analizatorów klasy A. Obecnie w systemie elektroenergetycznym pracuje sto kilkadziesiąt tysięcy liczników z zaimplementowanymi ZW-JEE. Ich liczba będzie znacząco rosła, ponieważ operatorzy planują sukcesywną instalację liczników z tą funkcjonalnością, m.in. w ramach ich bieżącej wymiany. Koncepcja ZW-JEE została uwzględniona w obowiązującej wersji rozporządzenia w sprawie systemu pomiarowego⁽⁷⁾ w załączniku nr 3 pt. „Minimalne wymagania dotyczące wskaźników JDEE dla liczników zdalnego odczytu LZO”.

W rozdziale 4.7 (str. 56) zamieściłem informacje dotyczące Zespołu Laboratoriów Jakości Energii Elektrycznej utworzonego w Centrum Energetyki AGH. Wnioskodawca współuczestniczył w ich powstaniu i organizacji. W tych laboratoriach prowadzone są m.in. badania i testy analizatorów JEE i liczników energii elektrycznej, także w zakresie poprawności obliczania ZW-JEE. W 2022 roku uzyskano akredytację Polskiego Centrum Akredytacji (AP205).

Przykładowo, na rysunku Rys. 10 pokazano dwa wykresy prezentujące wartości ZW-JEE dla całego roku w podziale na 52 tygodnie. Opracowane zostały na podstawie danych pomiarowych z licznika energii elektrycznej zainstalowanego przez OSD po stronie nN stacji transformatorowej 15/0,5 kV. Na górnym wykresie pokazano wskaźniki dla tygodni 1-26, a na dolnym dla tygodni 27-52. Linia poziomą zaznaczono wartość graniczną równą 1,0, poniżej której wartość wskaźnika jest poprawna w świetle obowiązujących przepisów (rozporządzenie, norma).

W przedstawionym przykładzie, od 16. do 38. tygodnia występują problemy z utrzymaniem wartości skutecznej napięcia U w przedziale od 207 V do 253 V przez 95% tygodnia, co potwierdzają wartości wskaźnika W_1 . Prawie przez cały rok występują problemy ze zmiennością (wahaniem) napięcia, która przyczynia się do wzrostu współczynnika $P_{lt} > 1,0$ ponad 5% tygodnia, co potwierdzają wartości wskaźnika W_4 . Dla trzech tygodni wystąpiły problemy z przekroczeniem współczynnika odkształcenia napięcia $THD_U > 8,0\%$, co potwierdzają wartości wskaźnika W_2 . Nie stwierdzono problemów z przekroczeniem współczynnika asymetrii napięcia $K_{2U} > 2,0\%$, co potwierdzają wartości wskaźnika W_3 .

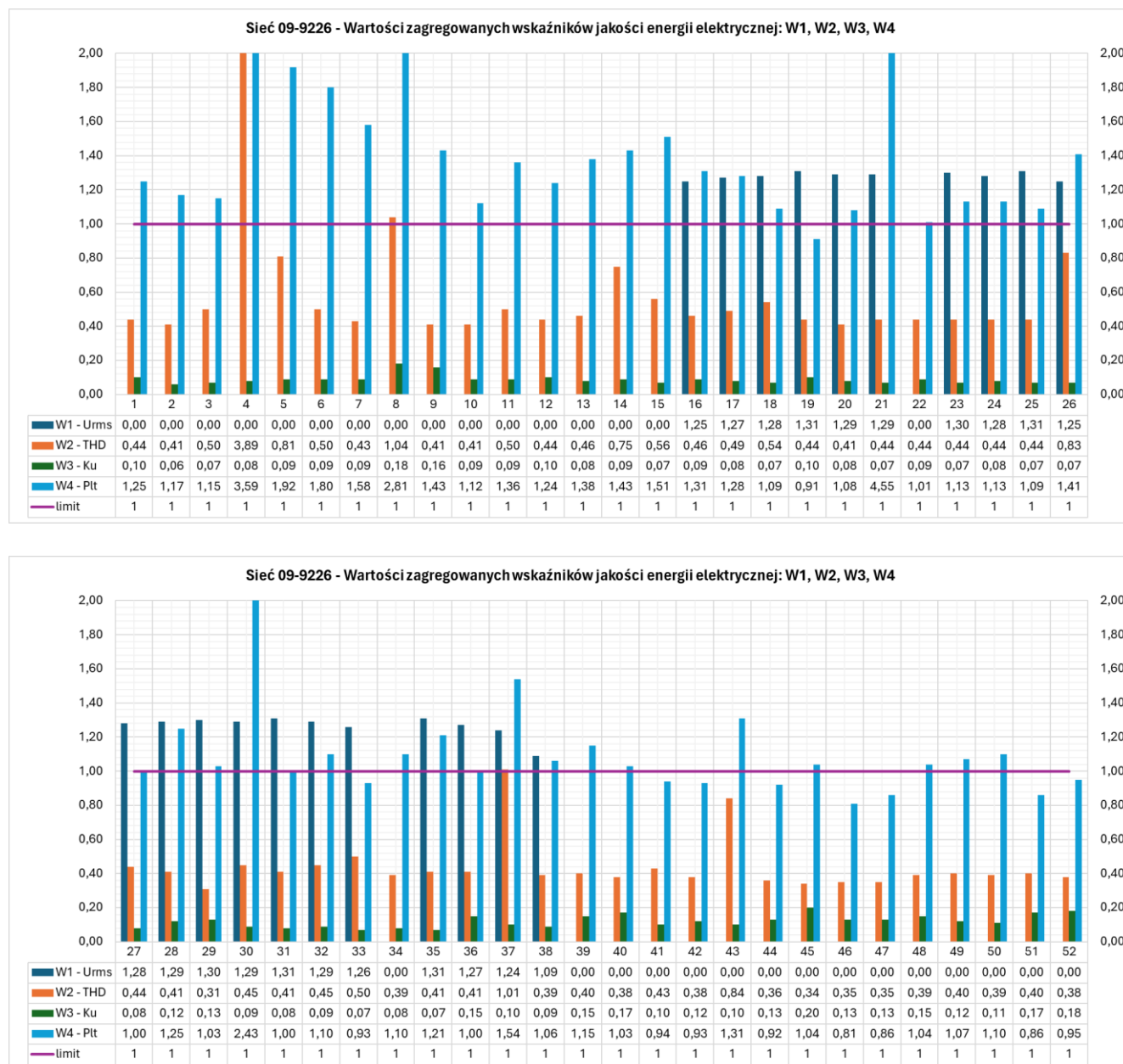
Brałem udział w pracach naukowo-badawczych w obszarze uproszczenia sposobu wyznaczania W-JEE, w kontekście ograniczonych możliwości obliczeniowych liczników energii elektrycznej. Działania dotyczyły współczynników P_{st} i P_{lt} (krótkookresowego i długookresowego migotania światła), które są miarą fluktuacji (wahań) napięcia zasilającego (migotania światła). Implementacja algorytmu/modułu obliczeniowego miernika P_{st} i P_{lt} , (tzw. flickermeter'a) zgodnego z normą PN-EN 61000-4-15, wymaga znacznej mocy obliczeniowej. Stanowi to wyzwanie techniczno-ekonomiczne dla liczników (koszt urządzenia). Współczynnik P_{lt} jest niezbędny do obliczenia zagregowanego wskaźnika W_4 .

⁽⁶⁾ Urząd Regulacji Energetyki – Inteligentne sieci – <https://ise.ure.gov.pl/ise/warsztaty-rynk-energi/ami/6170,Rekomendowane-zapisy-specyfikacji-istotnych-warunkow-zamowienia-opracowane-dla-p.html> – plik: 06_Zal_1_-_Wskazniki_jakosci_energii.pdf, <https://www.ure.gov.pl/download/9/6932/04Zalaczniknr1-Wskaznikigrupowejakosci.pdf> – plik: 04_Zalacznik_nr_1_-_Wskazniki_grupowe_jakosci.pdf, stan na 28.04.2023.

⁽⁷⁾ Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 22 marca 2022 r. w sprawie systemu pomiarowego, Dz. U. 2022, poz. 788 (str. 58-70) – <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20220000788>.

W analizatorach JEE proces wyznaczania P_{st} i P_{lt} jest zwykle zaimplementowany jako część algorytmu miernika wykonywanego przez główny procesor lub jako dedykowany podsystem procesora.

Wyniki moich indywidualnych prac w tym obszarze zostały zaprezentowane w publikacji z cyklu [P.6]. Stanowią one również rezultat projektów [G.8], [G.7], [G.10] oraz [G.15], w ramach których opracowane zostały rozwiązania hardwareowe i softwareowe oraz prowadzono badania i testy – uniwersalna platforma pomiarowo-obliczeniowa parametrów elektrycznych i W-JEE – rozdział 3.2 w [P.14], [P.45].



Rys. 10 Wykresy prezentujące wartości ZW-JEE W_1 - W_4 dla całego roku w podziale na tygodnie: górny wykres 1-26, dolny wykres 27-52 [O.11]

W artykule [P.6] przedstawiono metodę implementacji miernika P_{st} i P_{lt} , zgodnie z normą PN-EN 61000-4-15, w układzie FPGA (ang. field-programmable gate array), czyli w stosunkowo małym i tanim układzie scalonym. Technika ta umożliwia rozszerzenie miernika cyfrowego o funkcjonalność wyznaczania współczynników P_{st} i P_{lt} . Główną ideą jest odciążenie głównego mikroprocesora oraz zapewnienie dostępu do współczynników P_{st} i P_{lt} . Moduł może być zintegrowany z licznikiem na różne

sposoby, np. jako oddzielny układ scalony (ASIC, ang. application-specific integrated circuit) specyficzny dla aplikacji lub jako część istniejącej struktury FPGA. Opracowałem i wykonałem badania porównawcze opracowanego miernika P_{st} i P_{lt} z analizatorami JEE w rzeczywistych warunkach pracy sieci elektroenergetycznej. W tym celu zbudowałem stanowisko testowe wyposażone w cztery analizatory JEE klasy A wg normy PN-EN 61000-4-30 oraz laboratoryjną platformę testową z zaimplementowanym miernikiem wykorzystującym koprocesor. Przeprowadziłem analizę otrzymanych danych pomiarowych, obliczenia statystyczne oraz opracowałem tabele i wykresy przebiegów. Obliczone wartości miar statystycznych dla współczynników P_{st} i P_{lt} z koprocesora są zbliżone do wartości uzyskanych przy użyciu analizatorów JEE (znacząco droższych urządzeń). Zaobserwowano przy tym różnice między wskazaniami samych analizatorów. Uczestniczyłem także w opracowaniu wyników testów opracowanego miernika P_{st} i P_{lt} , bazujących na normach PN-EN 61000-4-15 i PN-EN 61000-4-30, z wykorzystaniem kalibratora wzorcowego. Uzyskane wyniki potwierdziły, że koprocesor (zaproponowana metoda) spełnia wymagania dokładności. Badaniom i testom podlegały wyniki symulacji modeli opracowanych w MATLAB-ie (Floating-Point Simulation) oraz wyniki uzyskanie w trybie Hardware-In-the-Loop (HIL Fixed-Point Tests).

Określenie problemu naukowo-badawczego:

C.7 Opracowanie koncepcji budowy nadrzędnego systemu do integracji, przetwarzania, wizualizacji i analizy W-JDEE, danych pomiarowych (elektrycznych i nieelektrycznych), obliczania ZW-JEE oraz innych parametrów.

RSM budowane są w celu długoterminowego gromadzenia danych umożliwiających analizę i ocenę JDEE w monitorowanym systemie elektroenergetycznym. Mogą zawierać różne systemy pośrednie (producenckie systemy) oraz środowiska bazodanowe przeznaczone do obsługi grupy analizatorów, liczników lub innych urządzeń pomiarowych danego producenta. W przypadku sieci typu smart grids oprócz danych elektrycznych związanych z JDEE pojawiają się także dodatkowe strumienie danych, zarówno elektrycznych, jak i nieelektrycznych, np.: historyczne, bieżące i prognozowane dane pogodowe, dane z systemów SCADA, dane z układów elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej (EAZ), dane z liczników energii, dane z różnych systemów działających w strukturze OSD (np. systemy SCADA, systemy rozliczania klientów, systemy zarządzania majątkiem sieciowym). Poszczególne systemy pomiarowe, analizatory, rejestratory i mierniki różnią się. Rozbieżności dotyczą m.in. liczby rejestrowanych parametrów, sposobu rejestracji zdarzeń, formy zapisu danych (relacyjne bazy danych SQL; nierelacyjne bazy danych NoSQL; formaty: COMTRADE, PQDIF, NeQual; własne formaty zapisu, np.: PQzip, PQZ; standardowe formaty plików: csv, txt, xls, xlsx, xml), metody dostępu do danych, postaci i zawartości generowanych raportów oraz zestawu oferowanych narzędzi do wizualizacji i analizy danych. Budowa systemu monitorowania jest procesem złożonym i wieloetapowym.

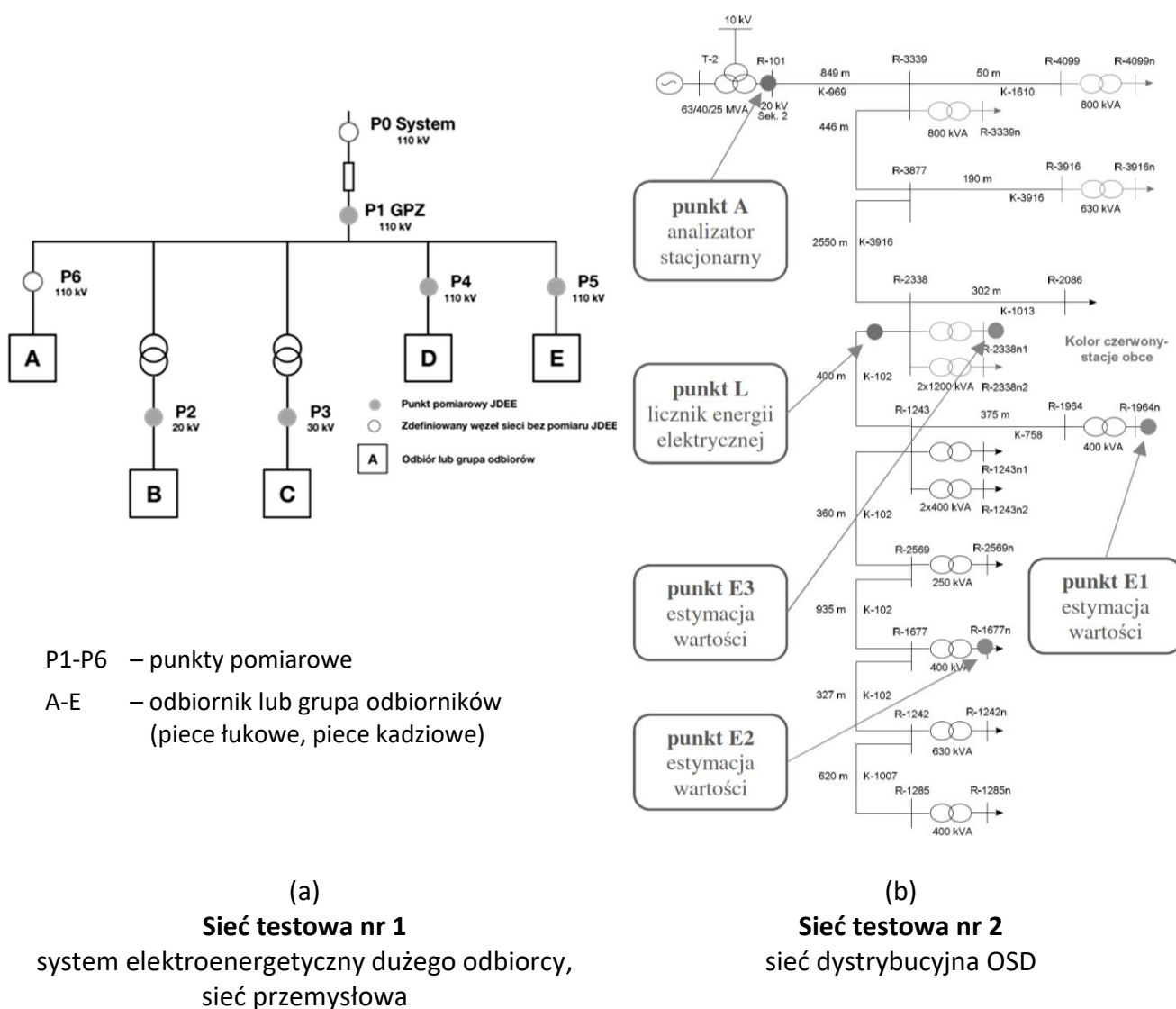
Realizację C.7 osiągnąłem przede wszystkim w ramach dwóch projektów NCBR: projekt MOBISYS [G.13] i projekt SOPJEE [G.12]. Wykorzystałem w nich rezultaty własnych badań oraz doświadczenie zdobyte w obszarze analizatorów JEE, liczników energii, systemów monitorowania W-JDEE i wskaźników zagregowanych W_1 - W_4 (realizacja problemów naukowo-badawczych: C.1-C.6).

Głównymi efektami projektów było opracowanie, wykonanie i wdrożenie ([W.7], [W.6]) w ramach OSD systemów nadrzędnych: MOBISYS i SOPJEE. Wniósłem indywidualny i oryginalny wkład w powstanie tych systemów. Projekt MOBISYS realizowany był we współpracy z Enea Operator, natomiast projekt SOPJEE we współpracy z TAURON Dystrybucja i Procom System.

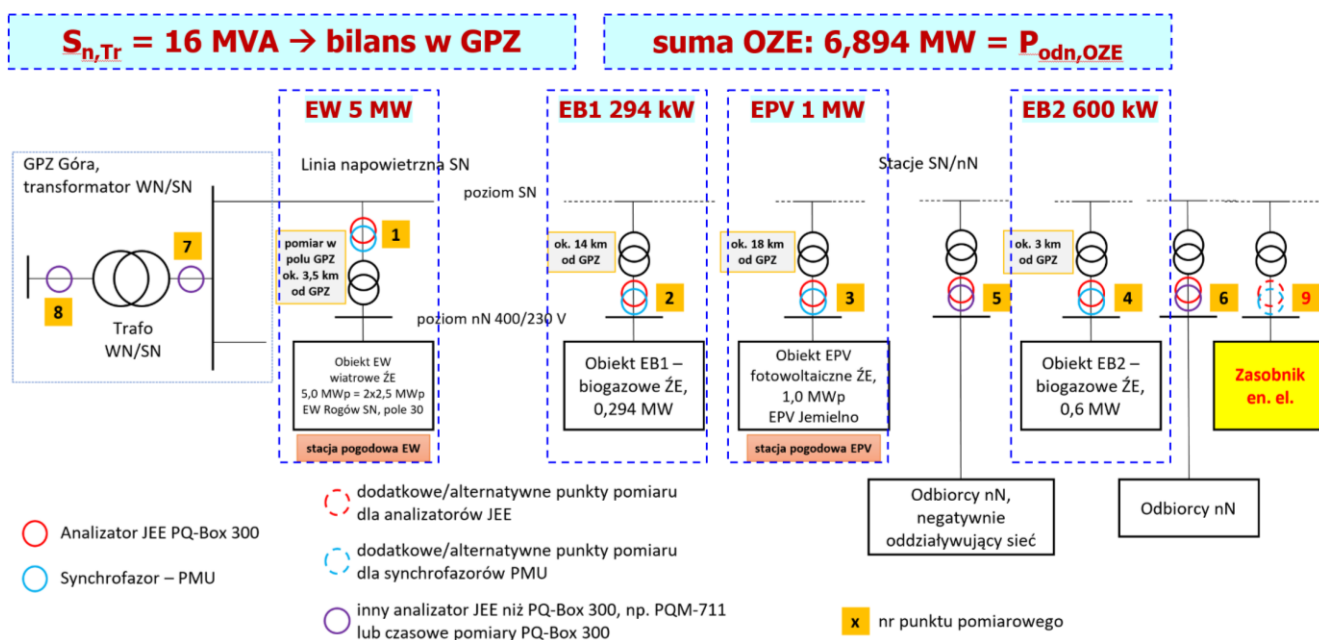
Pełniłem rolę kierownika obydwu projektów, bezpośrednio uczestniczyłem w realizacji zadań badawczych oraz zarządzałem pracami merytorycznymi zaangażowanych zespołów. W przypadku MOBISYS [G.13] byłem głównym wykonawcą większości zadań, uczestniczyłem także w procesie

przygotowania wniosku projektowego i jego prezentacji przed panelem ekspertów. W przypadku SOPJEE [G.12] koordynowałem prace, uczestniczyłem bezpośrednio w opracowaniu koncepcji i założeń dla projektu, harmonogramu prac, sprawozdań oraz wybranych zadań projektowych. Cel C.7 został w wielu aspektach także zrealizowany w ramach omawianego już projektu [G.5]. Współuczestniczyłem również w pracach związanych z opracowaniem, wykonaniem i wdrożeniem systemu nadrzędnego SOJEE dla PSE Operator – wdrożenie [W.4].

W ramach projektu MOBISYS oraz projektu SOPJEE prowadziłem badania i testy na wybranych fragmentach sieci dystrybucyjnych. Przykładowo, na rysunku Rys. 11 przedstawiłem uproszczone schematy dwóch sieci testowych wykorzystywanych do badań w projekcie SOPJEE, dotyczących różnych przypadków: sieci przemysłowej (zasilanie dużego, niespokojnego odbiorcy) i sieci dystrybucyjnej 20 kV OSD. Natomiast na rysunku Rys. 12 pokazałem uproszczony schemat sieci testowej z projektu MOBISYS związanej z GPZ Góra.



Rys. 11 Schematy ideowe: (a) sieć testowa nr 1 z zaznaczonymi punktami pomiarowymi z analizatorami: od P1 do P6; (b) sieć testowa nr 2 – fragment sieci dystrybucyjnej OSD z zaznaczonymi: punkt A – analizator, punkt L – licznik, punkty E1, E2, E3 – punkty, dla których wartości są estymowane [P.4], [P.5], [P.28] (projekt [G.12])



Rys. 12 Uproszczony schemat fragmentu sieci dystrybucyjnej, w której prowadziłem badania i testy – punkty pomiarowe z zainstalowanymi analizatorami PQ-Box 300 firmy A.Eberle i PQM-711 firmy Sonel oraz synchrofazorami RZ-40 PMU firmy Energotest (źródło: opracowania własne i raporty projektowe w ramach [G.13])

Wybrane obszary moich badań i testów ([G.12], [G.13]):

1. długoterminowe pomiary i rejestracje poziomu supraharmonicznych napięcia do 150 kHz w różnych punktach sieci zasilających OSD (wybór aparatury pomiarowej),
2. analiza możliwości wykorzystania techniki fazorowej pod kątem analizy i oceny JDEE,
3. analiza struktury sieci elektroenergetycznej Enea Operator pod kątem wyboru najkorzystniejszych punktów instalacji analizatorów stacjonarnych i mobilnych (określenie wymagań dla analizatorów),
4. opracowanie koncepcji, założeń funkcjonalnych i struktury dla instalacji pilotażowej systemu monitorowania jakości dostawy energii elektrycznej oraz bilansowania mocy i energii wprowadzanej do systemu elektroenergetycznego OSD przez rozproszone źródła i zasobniki energii elektrycznej,
5. opracowanie koncepcji i założeń funkcjonalnych i technicznych dla nadrzędnego systemu przeznaczonego do integracji i przetwarzania danych pomiarowych,
6. współudział w opracowaniu koncepcji i założeń funkcjonalnych dla systemu prognozowania generacji energii z OZE oraz przygotowanie założeń niezbędnych do budowy modeli prognostycznych dla modułu prognozowania w systemie nadrzędnym,
7. analiza danych pomiarowych pod kątem oceny W-JDEE w monitorowanych (wybranych) punktach systemu elektroenergetycznego,
8. analiza i ocena propagacji zaburzeń generowanych przez rozproszone źródła w testowym fragmencie systemu dystrybucyjnego,
9. określenie możliwości lokalizacji obiektów zaburzających (źródeł zaburzeń) pracę sieci elektroenergetycznych,
10. optymalizacja wyboru liczby i lokalizacji punktów pomiarowych z punktu widzenia budowy systemu monitorowania W-JEE i innych,

11. estymacja (predykcja) poziomu W-JEE w nieopomiarowanych punktach sieci na podstawie pomiarów realizowanych w sąsiednich punktach w danej linii zasilającej,
12. ocena indywidualnej emisji harmonicznych i wahań napięcia, na podstawie danych z analizatorów i liczników,
13. analiza i testy możliwości modelowania i symulowania wybranych fragmentów sieci elektroenergetycznych w środowisku OpenDSS z uwzględnieniem danych pomiarowych z analizatorów i liczników.

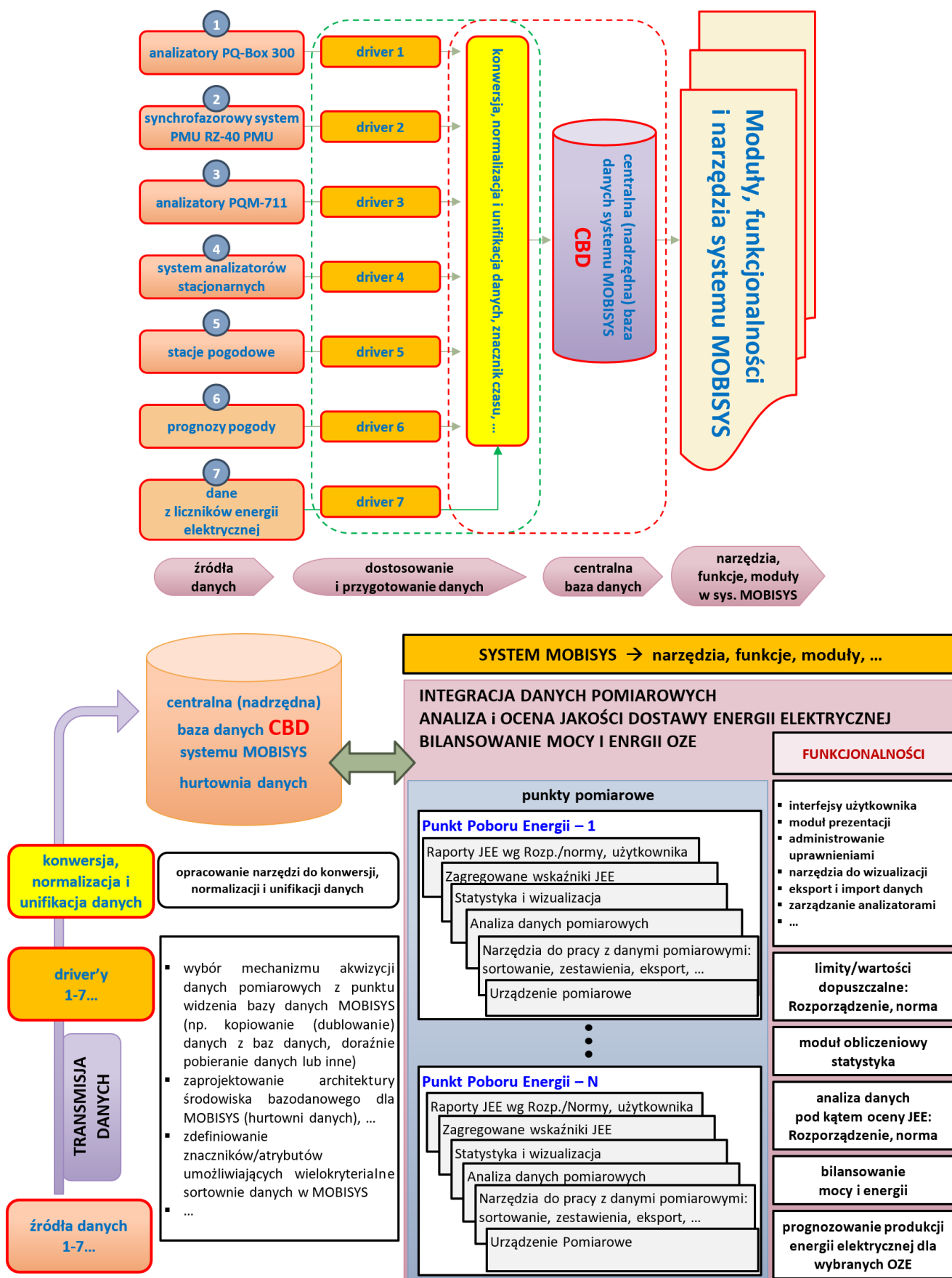
Opracowane i wdrożone systemy MOBISYS i SOPJEE są przykładem nadrzędnych platform (środowisk) informatycznych integrujących dane z różnych systemów pomiarowych różnych producentów oraz wyposażonych w narzędzia do przeprowadzania analiz, generowania raportów oraz przygotowywania prezentacji, wizualizacji, korelacji i zestawień dotyczących zarówno zgromadzonych danych, jak i wyników ich przetwarzania. Oferują użytkownikom m.in.: rozszerzone możliwości analizy i oceny JDEE. Systemy te różnią się jednak między sobą. Różnice wynikają z innych założeń wyjściowych oraz zaplanowanych zadań i celów, które zostały określone na etapie przygotowywania projektów.

W opisie osiągnięcia C.5 przedstawiłem opracowane, przy moim współudziale, zagregowane wskaźniki JEE: W_1 - W_4 . Wskaźniki te zostały przyjęte i zaimplementowane przez krajowych OSD i PSE – zgodnie z rekomendacjami URE. Należy podkreślić, że ani analizatory, ani dedykowane producenckie systemy monitorowania nie obliczają ZW-JEE. Procedura obliczeniowa została zaimplementowana w nadrzędnych systemach informatycznych. Współuczestniczyłem w procesie wdrożenia ZW-JEE dla: Enea Operator w ramach systemu MOBISYS ([W.7], projekt [G.13]), TAURON Dystrybucja w ramach systemu SOPJEE ([W.6], projekt [G.12]) oraz PSE Operator w ramach systemu SOJEE (wdrożenie [W.4]).

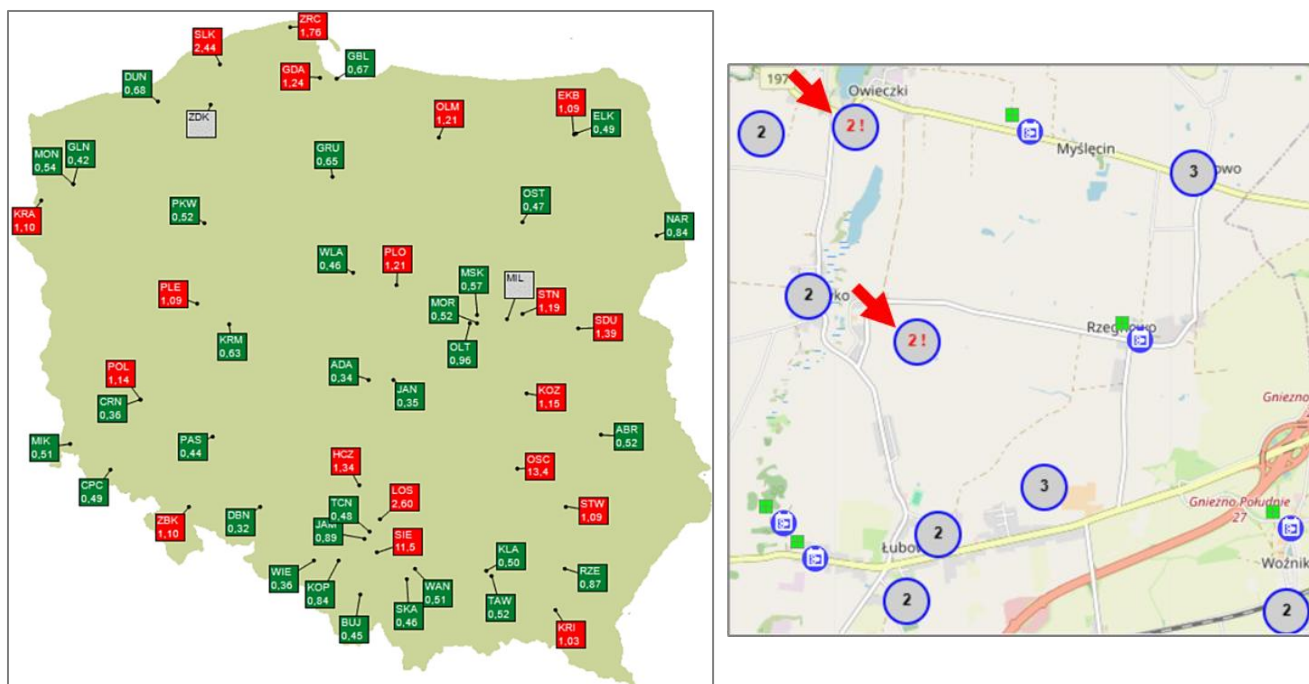
Przykładowo, na rysunku Rys. 13 przedstawiłem graficznie, w uproszczonej formie, opracowaną przeze mnie koncepcję, założenia i źródła danych dla systemu MOBISYS [P.3]. Jego podstawowym zadaniem jest integracja danych (elektrycznych i nieelektrycznych) pochodzących z mobilnych i stacjonarnych analizatorów, liczników energii elektrycznej, modułów PMU (synchronfazorów), stacji pogodowych oraz z instytucji przekazujących prognozy wybranych parametrów meteorologicznych. W ramach systemu uwzględniony został również moduł prognozowania generacji energii elektrycznej OZE (wiatrowych i fotowoltaicznych).

W publikacji [P.14], w rozdziale 4, szczegółowo przedstawiłem zagadnienia związane z budową RSM W-JDEE oraz systemów nadrzędnych. W publikacji [P.3] opisałem projekt MOBISYS [G.13] na ówczesnym etapie jego realizacji. W ramach tego projektu opracowano i przekazano 21 raportów częściowych, za które byłem odpowiedzialny. Współuczestniczyłem w powstaniu wszystkich raportów z prac badawczo-testowo-rozwojowych. W publikacjach [P.4], [P.5], [P.28], [P.29] przedstawiono wyniki badań i testów uzyskanych w ramach projektu SOPJEE [G.12], w których współuczestniczyłem. W ramach projektu opracowano i przekazano 24 raporty częściowe oraz przygotowano aplikację „Samouczek Jakości Energii Elektrycznej” dla pracowników OSD. Opracowane systemy nadrzędne zostały wdrożone i są rozwijane. Zaprojektowano je w taki sposób, aby zapewnić w przyszłości ich skalowalność oraz możliwość integracji z innymi systemami wykorzystywanymi w OSD. Skalowalność dotyczy zarówno zwiększenia liczby, jak i rodzaju/typu obsługiwanych źródeł danych pomiarowych (urządzeń pomiarowych, systemów pomiarowych/monitorowania – ich baz danych).

Na rysunku Rys. 14 pokazano przykładowe okna z aplikacji wykorzystywanych przez różnych operatorów prezentujące wartości CWJ_U dla wybranego tygodnia dla monitorowanych punktów sieci na terenie kraju oraz podsumowanie dotyczące liczników obliczających ZW-JEE z sygnalizacją przekroczeń dla wybranego obszaru (kolor czerwony oznacza przekroczenie dopuszczalnego poziomu ZW-JEE – wartości powyżej 1,0).



Rys. 13 Koncepcja, założenia i organizacja źródeł danych systemu MOBISYS (integracja danych: odczyt, komunikacja, konwersja, normalizacja i unifikacja; funkcjonalności: narzędzia, funkcje, moduły, analiza i przetwarzanie danych, statystyka i miary liczbowe prezentacja i wizualizacja oraz analizy i raporty merytoryczne) (źródło: opracowania własne i raporty projektowe w ramach [G.13])



Zakres czasu: 2023-01-23 00:00 - 2023-02-20 00:00

Waga W1	Waga W2	Waga W3	Waga W4
1	10	1	1

Statystyki	GW1	GW2	GW3	GW4	GWs
Średnia	0.00	0.98	0.21	1.19	0.86
Min	0.00	0.30	0.14	0.20	0.26
Max	0.00	1.69	0.30	3.43	1.39

Nazwa PPE	Data	W1	W2	W3	W4	Wjs
SN/04kV_23312	2023-02-20 00:00:00	0.00	1.26	0.16	3.43	1.25 ●
[24069573]	2023-02-20 00:00:00	0.00	0.33	0.25	0.75	0.33
SN/04kV_23542	2023-02-20 00:00:00	0.00	1.38	0.14	1.93	1.22 ●
SN/04kV_23312	2023-02-13 00:00:00	0.00	1.13	0.19	1.53	1.00
[24069573]	2023-02-13 00:00:00	0.00	0.30	0.30	0.23	0.27
SN/04kV_23542	2023-02-13 00:00:00	0.00	1.21	0.18	0.92	1.02 ●
SN/04kV_23312	2023-02-06 00:00:00	0.00	1.31	0.20	1.40	1.13 ●
[24069573]	2023-02-06 00:00:00	0.00	0.30	0.16	0.24	0.26
SN/04kV_23312	2023-01-30 00:00:00	0.00	1.53	0.25	1.58	1.32 ●
SN/04kV_23542	2023-01-30 00:00:00	0.00	1.69	0.18	0.93	1.39 ●
[24069573]	2023-01-23 00:00:00	0.00	0.33	0.25	0.20	0.29

Rys. 14 Przykładowe okna z aplikacji wykorzystywanych przez różnych operatorów prezentujące wartości CWJ_U (Wjs) dla wybranego tygodnia dla monitorowanych punktów sieci na terenie kraju (lewa kolumna) oraz podsumowanie dotyczące liczników obliczających ZW-JEE z sygnalizacją przekroczeń dla wybranego obszaru – kolor czerwony oznacza przekroczenie dopuszczalnej wartości. W dolnej części fragment przykładowego raportu OSD dotyczącego ZW-JEE.

[źródło: opracowania od operatorów]

Wykonane prace naukowo-badawcze związane z opracowaniem i realizacją systemów nadrzędnych MOBISYS i SOPJEE stanowią istotną część moich osiągnięć oraz dorobku naukowo-badawczego. Realnym potwierdzeniem ich wartości jest wykonanie, wdrożenie i użytkowanie tych systemów przez OSD, w tym ich integracja i innymi systemami OSD.

4.3.3 Poprawa jakości energii elektrycznej

Określenie problemów naukowo-badawczych:

- C.8 Opracowanie algorytmu i układu sterowania dla równoległego energetycznego filtra aktywnego (REFA), m.in. bazującego na teorii składowych fizycznych prądu prof. L. S. Czarneckiego, oraz budowa stanowiska laboratoryjnego.
- C.9 Opracowanie i budowa prototypu równoległego energetycznego filtra aktywnego w celu redukcji wyższych harmonicznych prądu, kompensacji mocy biernej (przesunięcia fazowego), symetryzacji prądów oraz redukcji prądu w przewodzie neutralnym.
- C.10 Badania laboratoryjne i *in situ* wraz z analizą i oceną efektów pracy różnych rozwiązań technicznych stosowanych do poprawy jakości energii elektrycznej.

Realizację C.8 i C.9 osiągnąłem m.in. w ramach projektów [G.1], [G.2], [G.4], [G.10]. Opracowane rozwiązania umożliwiają poprawę jakości energii elektrycznej. W trakcie prac naukowo-badawczych związanych z [G.1] i [G.2] zajmowałem zastosowaniem teorii mocy do opracowania algorytmu i strategii sterowania równoległym energetycznym filtrem aktywnym (REFA; ang. Active Power Filter APF).

Szczególną uwagę poświęciłem teorii składowych fizycznych prądu (TSFP) zaproponowanej przez p. prof. L. S. Czarneckiego (Currents' Physical Components CPC). Teoria ta, mimo solidnych podstaw matematycznych i fizycznych, nie była wcześniej stosowana w obszarze aktywnej filtracji. Generalnie nie miała praktycznych aplikacji poza propozycjami podjętymi przez jej Autora. W trakcie prac byłem w kontakcie z prof. L. S. Czarneckim – Louisiana State University, Baton Rouge, USA. Do badań i testów porównawczych wybrałem teorię mocy chwilowych p-q (TPQ). Przegląd wybranych zagadnień dotyczących teorii mocy zamieściłem w publikacji [P.20].

Opracowałem i wykonałem modele symulacyjne w środowisku MATLAB/Simulink oraz przeprowadziłem testy i badania dla algorytmów opracowanych na podstawie TSFP i TPQ oraz innych metodach. Również opracowałem i wykonałem model fizyczny w postaci stanowiska laboratoryjnego, na którym przeprowadziłem testy i eksperymenty. Badaniom podlegała praca REFA m.in. w warunkach odkształconego napięcia zasilającego w punkcie wspólnego przyłączenia. Za kryterium porównania przyjęto: filtrację wyższych harmonicznych prądu odbiornika, kompensację mocy biernej (zdefiniowanej w dziedzinie podstawowej harmonicznej), symetryzację asymetrycznych prądów linii zasilającej odbiornik oraz dynamikę energetycznego filtra aktywnego.

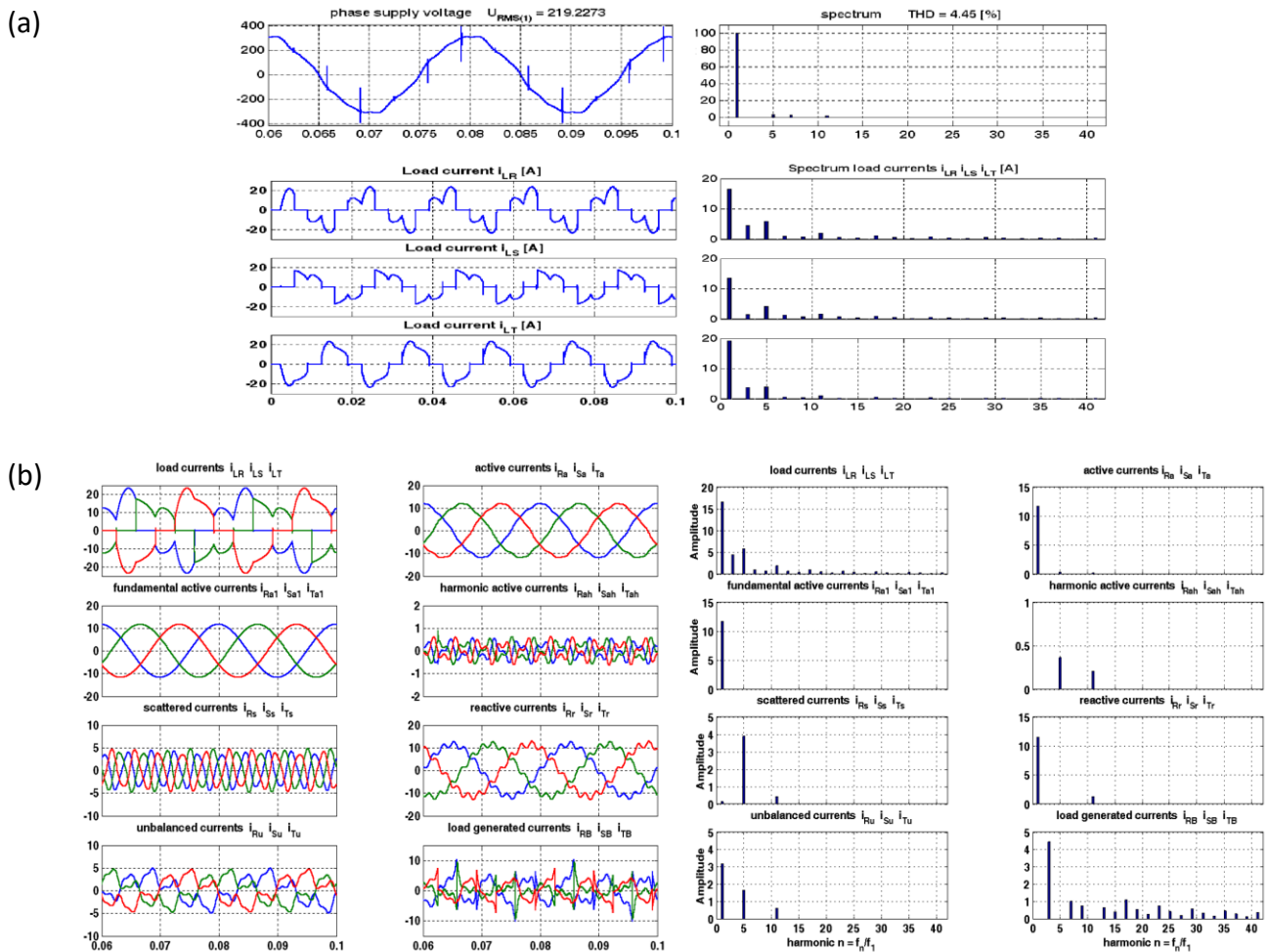
Pierwszą, fizyczną aplikację opracowanych układów sterowania z różnymi algorytmami sterowania zrealizowałem wykorzystując system szybkiego prototypowania firmy dSPACE. W tym celu zastosowałem wielomodułowy zestaw systemu dSPACE składający się z: płyty z procesorem czasu rzeczywistego DS1005, karty analogowo-cyfrowego przetwarzania sygnałów DS2002 i karty cyfrowej DS4003. W środowisku MATLAB/Simulink opracowałem różne modele REFA zawierające m.in.: moduł algorytmu sterowania, moduł układu sterowania z regulatorami, moduł z modelem części energoelektronicznej, moduł z filtrem częstotliwości łączeniowej oraz model systemu: źródło zasilania - odbiornik. Na potrzeby badań fizycznych zaprojektowałem i zbudowałem stanowisko laboratoryjne REFA. Moje działania dotyczyły także: zmodyfikowanej teorii mocy chwilowych p-q, metody synchronicznej referencji SRF (ang. synchronous reference frame) i innych. Testowałem również różne regulatory prądu REFA oraz różne struktury filtrów pasywnych stosowanych do redukcji składowych pochodzących od częstotliwości łączeniowych.

Wykazałem, że na podstawie teorii mocy bazującej na teorii składowych fizycznych prądu, zaproponowanej przez prof. L. S. Czarneckiego, możliwe jest opracowanie algorytmu sterowania dla REFA oraz jego praktyczna implementacja [P.1], [P.12], [P.13], [P.23], [P.24]. Opracowany

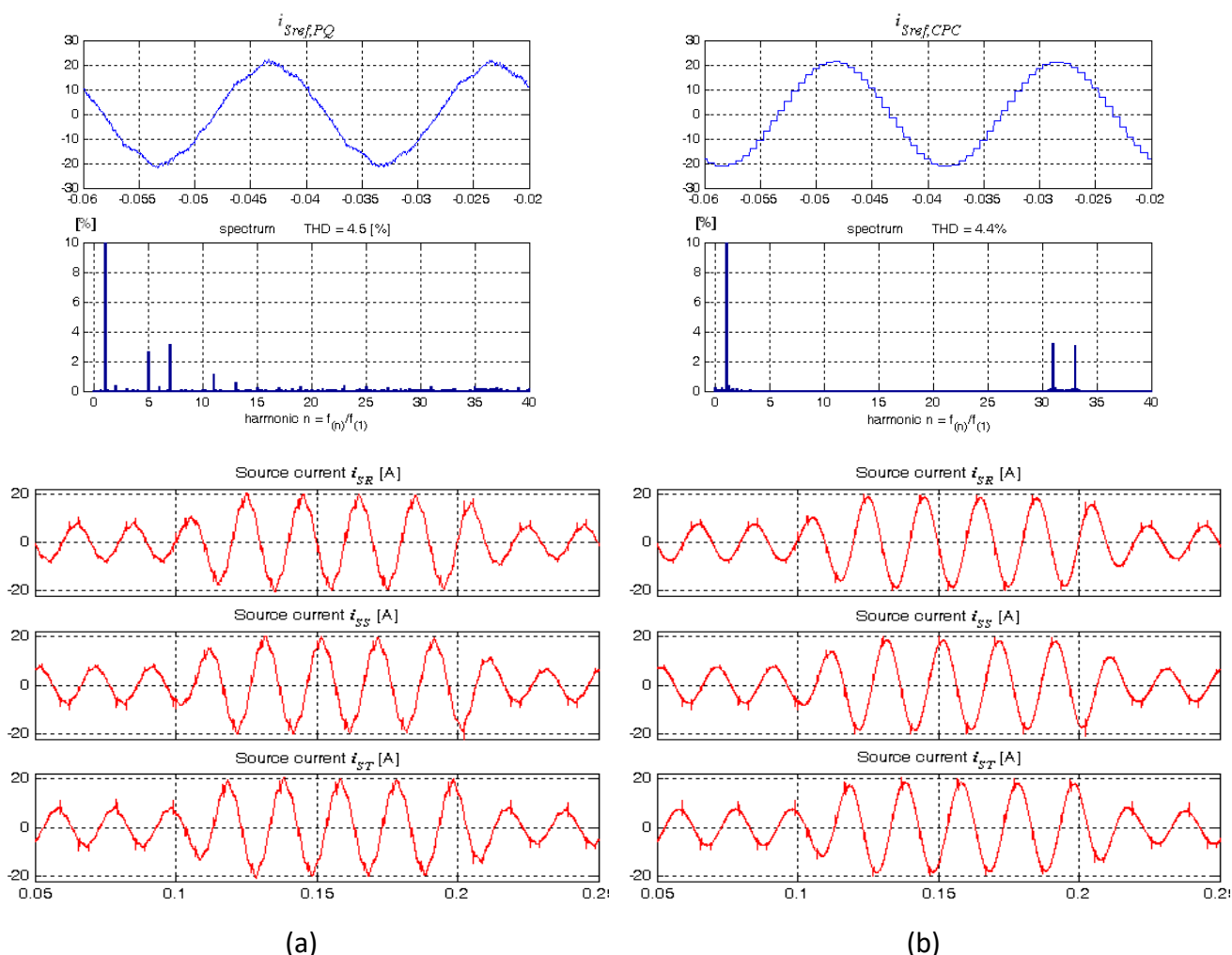
algorytm sterowania umożliwia jednocześnie filtrację wyższych harmoniczných prądu, kompensację mocy biernej oraz symetryzację prądów po stronie sieci zasilającej. Sposób działania oraz efekty zastosowania opracowanego algorytmu sterowania REFA opartego na TSFP porównano z rezultatami pracy REFA m.in. z algorytmem sterowania bazującym na TPQ. Zaproponowałem i uwzględniłem w algorytmie wyodrębnienie pierwszej harmoniczných prądu aktywnego, która wykorzystana została do obliczenia prądu referencyjnego dla REFA. Dzięki temu możliwe jest uzyskanie sinusoidalnego przebiegu prądu źródła zasilania mimo odkształconego napięcia zasilającego w punkcie przyłączenia.

Na rysunku Rys. 15 przedstawiono przebiegi i widma napięcia i prądów sieciowych oraz składowych prądów według TSFP (aktywny i_a , aktywny dla 50 Hz i_{a1} , aktywny bez 50 Hz i_{ah} , rozrzutu i_s , niezrównoważenia (asymetrii) i_u , bierny i_r i generowany i_B) uzyskanych z opracowanego i zaimplementowanego algorytmu sterowania dla REFA. Przykładowe przebiegi i widma prądów sieci uzyskane w wyniku pracy modelu REFA z algorytmem bazującym na TPQ (a) i TSFP (b) dla stanów statycznych i dynamicznych pokazano na rysunku Rys. 16(a) i Rys. 16(b).

Rezultaty moich prac zostały przedstawione w publikacji z cyklu [P.1] oraz w publikacjach [P.10]-[P.13], [P.23]-[P.25]. W 2006 roku zostałem zaproszony przez prof. L. S. Czarneckiego do wygłoszenia referatu na konferencji 7th International Workshop on Power Definitions and Measurements under Non-Sinusoidal Conditions – Włochy, Cagliari, 10-12.06.2006 [P.24]. Uczestnikami konferencji byli uznani na świecie naukowcy zajmujący się tematyką teorii mocy.



Rys. 15 Dekompozycja prądu odbiornika na składowe zgodnie z TSFP: (a) przebiegi i widma dla zaburzonych napięć i prądów; (b) przebiegi i widma dla wyodrębnionych składowych prądu (źródło: [P.11] oraz opracowania własne)



Rys. 16 Przykładowe przebiegi i widma prądów sieci uzyskanych w wyniku pracy REFA z algorytmem bazującym na TPQ (a) i TSFP (b) dla stanów statycznych i dynamicznych [P.12]

Prace dotyczące REFA prowadziłem również w ramach grantu [G.4] we współpracy z Instytutem Techniki Innowacyjnych EMAG w Katowicach (wcześniej Centrum Elektryfikacji i Automatykacji Górniczego „EMAG”). Mój wkład obejmował opracowanie i wykonanie stanowiska badawczego trójfazowego, trójprzewodowego REFA o mocy 20 kVA oraz przeprowadzenie badań i testów umożliwiających analizę i ocenę jego pracy w różnych warunkach. Układ sterowania REFA opracowałem i zrealizowałem w oparciu o system szybkiego prototypowania dSPACE DS1104. Następnie wykonałem laboratoryjne stanowisko badawcze stanowiące układ hybrydowego kompensatora złożonego z opracowanego REFA, dwustopniowej baterii kondensatorów oraz filtrów pasywnych 5. i 7. harmonicznej. Przeprowadziłem prace badawcze i testy dotyczące tego układu. Jednym z rezultatów grantu [G.4] było uzyskanie trzech patentów [T.1], [T.2], [T.3], których jestem współautorem. Lista patentów została zamieszczona w rozdziale 4.5 (Załącznik nr 15). Wybrane wyniki prac opublikowano w publikacji [P.36].

Prace naukowo-badawcze dotyczące REFA kontynuowałem w ramach europejskiego projektu [G.10]. Pełniłem rolę kierownika jednego z trzech głównych zadań. Byłem odpowiedzialny za opracowanie proof of concept oraz prototypu REFA w wersji trójfazowej trójprzewodowej i czteroprzewodowej, obejmujących: koncepcję funkcjonalną, wykonanie projektu technicznego, budowę, badania i testy oraz prace związane z wdrożeniem REFA. Rezultatem były prototypy trójfazowych REFA dla sieci 3- i 4-przewodowej o mocy 20 kVA, które zostały przekazane do jednego z konsorcjantów projektu (Elsta Elektronika) w celu wdrożenia i komercjalizacji.

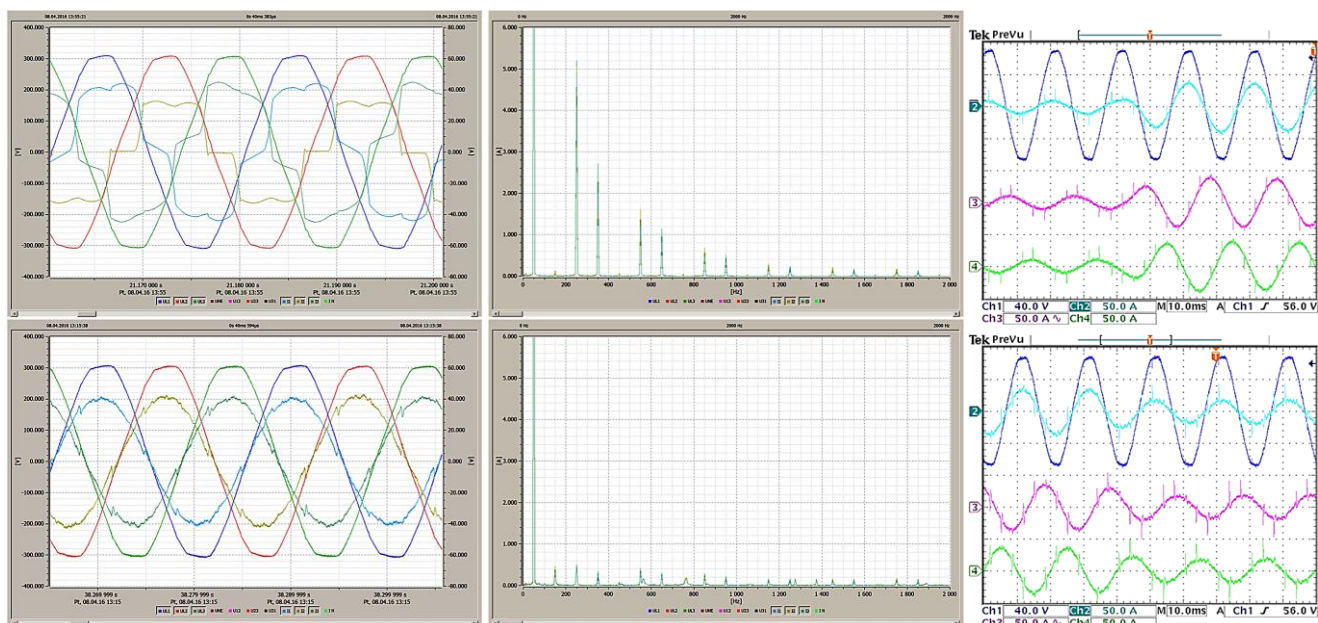
Celem działania prototypu REFA była filtracja wyższych harmoniczných prądu, kompensacja mocy biernej (przesunięcia fazowego) oraz symetryzacja asymetrycznych prądów odbiornika, a w wersji czteroprzewodowej dodatkowo redukcja prądu w przewodzie neutralnym. Rezultatem moich prac było opracowanie algorytmu i układu sterowania w wersji symulacyjnej oraz fizycznej.

Na etapie badań i testów wykorzystywałem system szybkiego prototypowania dSPACE w wersji DS1103. Do projektowania i rozwoju algorytmu sterowania oraz jego modelowania i symulacji zastosowano pakiet MATLAB/Simulink, kompatybilny z platformą dSPACE. Docelowy sterownik zrealizowano w oparciu o układy rodziny Zynq firmy Xilinx [P.26]. Pojedynczy układ scalony zawiera dwurdzeniowy procesor ARM oraz matrycę rekonfigurowaną FPGA. Układy te są kompatybilne ze środowiskiem MATLAB/Simulink, co umożliwia automatyczną generację kodu na podstawie opracowanych modeli w postaci skryptów i schematów blokowych. Kod przeznaczony do wykonania na procesorach ma postać procedur języka C, natomiast kod dla układu FPGA ma postać modułów języka VHDL. Takie rozwiązanie pozwala na pracę w trybie szybkiego prototypowania, umożliwiając koncentrację na zagadnieniach merytorycznych bez konieczności rozwiązywania szczegółów implementacyjnych. Przeprowadzono również badania i testy dotyczące redukcji składowych pochodzących od częstotliwości łączeniowej oraz pracy równoległej modułów podstawowych REFA.

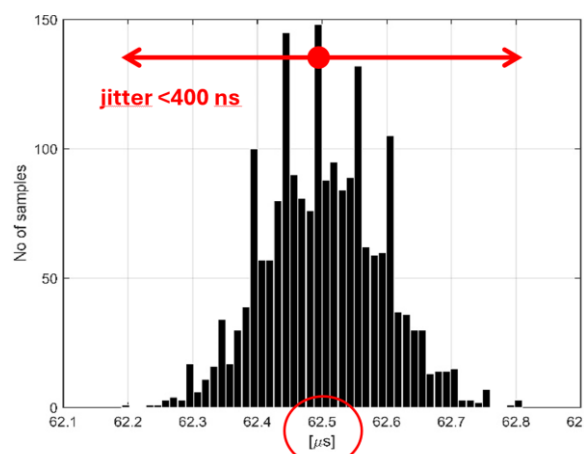
Uczestniczyłem we wdrożeniu REFA [W.2], realizowanym przez firmę Elsta Elektronika, która była członkiem konsorcjum projektu [G.10]. Podczas Targów ENERGETAB 2016 Elsta Elektronika zaprezentowała wdrożoną, komercyjną wersję REFA. Za produkt ten otrzymała prestiżowe wyróżnienie, jakim jest Statuetka „Lwa” Kazimierza Szpotańskiego (Załącznik nr 16). Nagroda ta przyznawana jest za wyrób wysokiej jakości elektrotechnicznej produkcji polskiej fabryki. Razem z firmą Elsta Elektronika uczestniczyłem w międzynarodowej konferencji The Business Booster TBB.2017 zorganizowanej przez KIC InnoEnergy, która odbyła się w Amsterdamie w Holandii (25-26.10.2017). Zostaliśmy zaproszeni przez organizatorów w celu przedstawienia wdrożonej, komercyjnej wersji REFA (APF-100/25). Kolejnym efektem wykonanych prac w ramach projektu [G.10] było zawarcie umowy promesy licencji między AGH i Elsta Elektronika [L.1] (Załącznik nr 17). Wybrane wyniki prac dotyczących tej tematyki zostały przedstawione w publikacjach z cyklu [P.7], [P.8], także w [P.26]. Były one również prezentowane na konferencjach i seminariach. W Elsta Elektronika opracowano kolejne wersje REFA, o mocy do 125 kVA, a w przypadku pracy równoległej do 250 kVA [O.25].

Na rysunku Rys. 17 pokazano przykładowe przebiegi i widma napięć fazowych, prądów odbiornika i prądów sieci oraz przebiegi dla stanów przejściowych zarejestrowane analizatorem JEE w trakcie pracy jednej z wersji opracowanego REFA.

W publikacji [P.26] opisano architekturę układu sterowania REFA składającego się z trzech komponentów o różnych charakterystykach. Heterogeniczne komponenty odpowiadają różnym zadaniom oczekiwanym od sterownika REFA o szerokim zakresie ograniczeń/restrykcji czasowych. Niektóre z zadań wymagają realizacji w czasie rzeczywistym, część wymagań jest specyficzna dla funkcji systemów operacyjnych ogólnego przeznaczenia, a kolejne wymagają bardzo szybkiego czasu reakcji i precyzji. Proponowana architektura składa się z dwóch procesorów i układu FPGA. Procesory działają w asymetrycznej konfiguracji wieloprocessorowej (Asymmetric MultiProcessing AMP) i uruchamiają odpowiednio jądro czasu rzeczywistego oraz system operacyjny Linux. Zaprezentowane podejście zostało z powodzeniem zastosowane do sterowania REFA. Przy częstotliwości próbkowania 16 kHz, co odpowiada okresowi próbkowania 62,5 us, najgorsze odchylenia (jitter) wynoszą poniżej 400 ns, co pokazano na rysunku Rys. 18 [P.26].



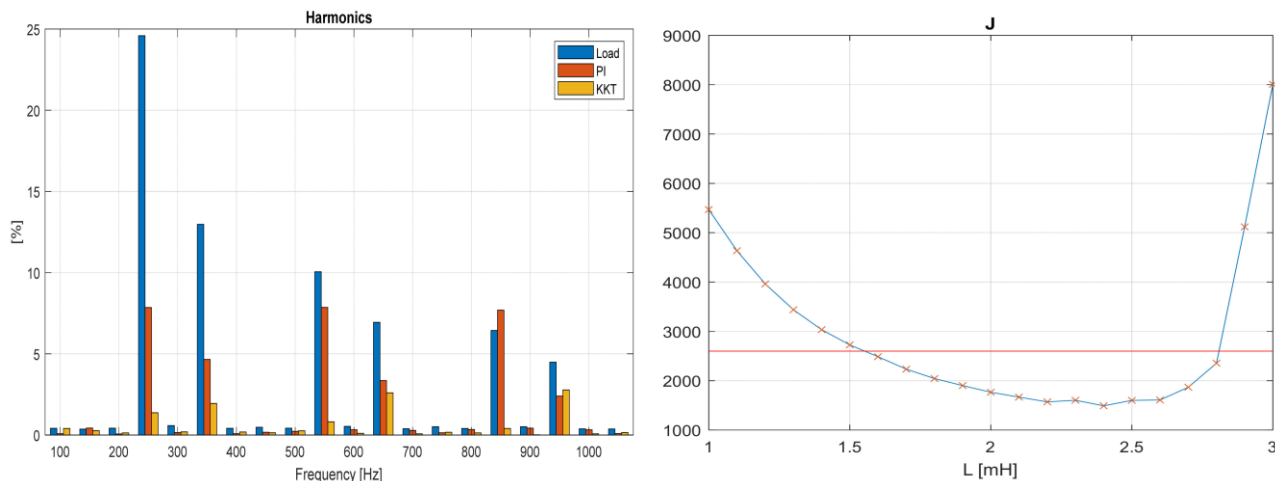
Rys. 17 Przebiegi napięć i prądów oraz widma prądów odbiornika (górna) i sieci (dół) podczas pracy opracowanego REFA (skale osi są takie same; oś pionowa dla widma prądu: 0-6 A).
Przebiegi stanów przejściowych w prawej kolumnie. (źródło: artykuł zaprezentowany na VII Konferencji Wytwórców Energii Elektrycznej i Ciepłej, Białka Tatrzańska, 2016 r. oraz prezentacja na V Konferencji Jakość Energii Elektrycznej, Lidzbark Warmiński, 2019 r.)



Rys. 18 Czas trwania okresu próbkowania – zadanie w czasie rzeczywistym wykonywane na procesorze ARM Cortex-A9, wyzwalane sygnałem zegara o częstotliwości 667 MHz [P.26]

W publikacji [P.7] przedstawiono algorytm znajdowania optymalnego sterowania dla regulatora prądu, który pracuje w układzie sterowania REFA. Algorytm bazuje na warunkach Karusha-Kuhna-Tuckera (KKT) w celu znalezienia optymalnej wartości, gdy sygnał sterujący jest ograniczony. Przedstawiono jednoznaczne rozwiązanie problemu KKT i podano uproszczone obliczenia w celu zmniejszenia złożoności obliczeniowej. Przedstawiony algorytm KKT został porównany z klasycznym regulatorem PI, dla którego optymalnie dobrano nastawy. Porównano zachowanie się obu regulatorów w ramach fizycznych eksperymentów. Zwrócono uwagę na nasycenie się regulatorów w stanach komutacji prądów obciążenia, co ma negatywny wpływ na końcowy efekt pracy regulatorów oraz sterowanego REFA. W artykule przedstawiono również oprogramowanie i platformę sprzętową zastosowaną do uruchomienia prezentowanych algorytmów w czasie rzeczywistym. Dla obu regulatorów odpowiedź REFA przedstawiono na podstawie danych zarejestrowanych na stanowisku testowym. Wyniki eksperymentów dowodzą lepszego zachowania się zaproponowanego algorytmu KKT, szczególnie

w przypadku stanów komutacji prądów obciążenia, gdzie sygnały wyjściowe z innych regulatorów przeważnie stają się nasycone. Wprowadzanym do algorytmu parametrem jest wartość indukcyjności L_{S-REFA} w torze sieć zasilająca – REFA. Dominujący udział ma wartość indukcyjności dławików REFA. Pozytywną cechą zaproponowanego regulatora jest niska wrażliwość na zmianę wartości indukcyjności. Jeśli przyjmimy jako punkt odniesienia wartość współczynnika jakości optymalnego regulatora PI, pomimo zmian wartości L_{S-REFA} w zakresie od 1,6 do 2,8 mH regulator KKT zapewnia korzystniejszy efekt pracy REFA, co przedstawiono na rysunku Rys. 19 [P.7].



Rys. 19 Widma prądów dla wybranej fazy: niebieski - prąd odbiornika; czerwony - prąd sieci dla optymalnego regulatora PI; żółty - prąd sieci dla regulatora KKT. Funkcja kosztu J względem wartości indukcyjności będącej parametrem regulatora KKT w odniesieniu do przyjętej wartości współczynnika jakości optymalnego regulatora PI (czerwona linia) [P.7].

W publikacji [P.8] przedstawiono badania wpływu dodatkowego dławika liniowego na wydajność filtra aktywnego REFA i hybrydowego HREFA, oparte na eksperymentach laboratoryjnych. HREFA uzyskano poprzez dodanie równoległego filtra pasywnego (FP) dla 5. i 7. harmonicznej. Wydajność filtra aktywnego REFA i hybrydowego HREFA zależy nie tylko od zaprojektowanego układu sterowania, ale także od parametrów obwodu elektrycznego, do którego one zostały podłączone. W analizowanym przypadku wykazano, że napięcie i prąd po stronie sieci są lepiej filtrowane, gdy dławik wejściowy REFA jest równy lub mniejszy niż dławik wejściowy odbiornika. Badania przyjętej topologii HREFA wykazały, że połączenie dławika liniowego między REFA a FP jest korzystne, gdyż poprawie ulega skuteczność pracy FP i REFA.

Oprócz prac związanych z C.8 i C.9 prowadziłem badania i testy oraz analizę efektów zastosowania różnych rozwiązań technicznych stosowanych do poprawy jakości dostawy energii elektrycznej (problem naukowo-badawczy C.10). Zdecydowana większość podjętych przez wnioskodawcę działań została zrealizowana w praktyce, w rzeczywistych warunkach pracy sieci elektroenergetycznych (*in situ*) oraz na przygotowanych stanowiskach laboratoryjnych.

Realizację C.10 osiągnąłem m.in. w ramach projektów [G.9], [G.11], [G.14], [G.15], [G.16] oraz współpracy z energetyką zawodową i przemysłem. Wybrane pozycje zamieściłem w poniższym zestawieniu. W każdym przypadku miałem indywidualny wkład. Rezultaty moich prac naukowo-badawczych przedstawiłem w publikacjach i opracowaniach, które zostały wymienione na końcu każdej pozycji:

1. analiza i ocena oddziaływania huty na sieć operatora 110 kV i 400 kV (duży przemysłowy odbiorca z nieliniowymi, niesymetrycznymi, generującymi moc bierną oraz szybkozmiennymi odbiornikami, m.in.: piec łukowy 115 MVA, piece kadziowe: 75 MVA i 25 MVA); analiza pracy zakładowej sieci zasilającej huty (110 kV, 30 kV); analiza i ocena pracy sieci zasilającej huty przed i po zastosowaniu układu nadążnego kompensatora FC-TCR 160 Mvar; analiza redukcji negatywnego oddziaływania na sieć 110 kV i 400 kV – [P.50], [O.8], [O.10], [O.29], [G.11],

2. badania i analiza pracy kondycjonera STATCOM (300 kVA, współpraca z elektrownią wiatrową 6,0 MW) – [P.14], [P.33], [G.9],
3. testy i analiza pracy układów bezprzerwowego zasilania UPS – [P.19], [O.30], [O.31], [O.32],
4. analiza pracy wielopulsowych układów przekształtnikowych: 24-pulsowe i 12-pulsowe (układy napędowe dużej mocy, piece indukcyjne) – [P.22], [P.37], [O.19]-[O.21], [O.24],
5. badania, testy i analiza pracy bateryjnych systemów magazynowania energii elektrycznej (od 5,0 kW do 2,1 MW; od 5,0 kWh do 4,2 MWh; nN 400/230 V i SN 15 kV) – [P.18], [P.51], [P.54], [P.55], [O.12], [O.26], [O.36], [O.37], [G.9], [G.15], [G.16], rozdz. 6.2, punkt 4 (str. 74).
Prezentacja w ramach projektu KlastER [G.15]: [https://www.energetyka-rozproszona.pl/media/event_activity_presentations/11.10 Stanis%C5%82waw Serwatka Andrzej Firlit System magazynowan 68AAp6t.pdf](https://www.energetyka-rozproszona.pl/media/event_activity_presentations/11.10%20Stanis%C5%82waw%20Serwatka%20Andrzej%20Firlit%20System%20magazynowania%20energii%20elektrycznej%20w%20skali%20przemyslowej.pdf).

Efekty moich badań prezentowałem na wielu konferencjach naukowych i branżowych, m.in. podczas VII Posiedzenia Plenarnego Komitetu Elektrotechniki PAN w 2023 r. (Załącznik nr 33). Pełniłem rolę koordynatora sekcji III pt. „Magazynowanie energii w kontekście transformacji energetycznej – od materiałów po systemy. Wybrane kierunki badań i zastosowanie oraz współpraca z operatorami sieci i przemysłem”, będącej częścią zeszytu specjalnego nr 13-14 czasopisma Energetyka Rozproszona [P.54]. W ramach sekcji III jestem samodzielnym autorem artykułu (rozdziału) nr (III)8 pt. „Analiza pracy bateryjnych systemów magazynowania energii elektrycznej przyłączonych do sieci zasilających – zagadnienia wybrane”. W artykule przedstawiłem wybrane aspekty wykonanych badań i testów. Kontynuuję prace w tym obszarze.⁽⁸⁾,

6. analiza pracy różnych rozwiązań technicznych: kondycjonery napięcia (LVRSys, MMB-ARN-1, KN-01/50/N), transformator OLTC (ZPUE), autotransformator AXA Power – [P.18], [P.32], [O.38], [G.15], [G.16],
7. analiza pracy dynamicznego stabilizatora napięcia DVR – [P.34], [G.10]
8. testy filtrów aktywnych REFA – [O.25], [G.15],
9. analiza pracy układów baterii kondensatorów (gospodarka mocą bierną) – [O.16], [O.33], [O.34], [O.35],
10. analiza pracy filtrów pasywnych – [O.27], [O.28], [P.8], [P.9], [P.25],

W publikacji [P.9] przedstawiono rezultaty wykonanych badań i eksperymentów oraz analizę czynników wpływających na efektywność i wydajność pracy filtrów pasywnych (moc zwarciowa sieci, widmo napięcia sieci przed podłączeniem filtru, moc bierna obciążenia, charakterystyczne harmoniczne prądu, tolerancje parametrów filtru wynikające z produkcji, zjawisko rozstrojenia filtru). Na podstawie studium przypadku filtru strojonego na jedną częstotliwość, przebadanego w warunkach laboratoryjnych, wykazano wpływ tych czynników na efektywność pracy filtru oraz zaproponowano konkretne rozwiązania i zalecenia. Oprócz badań laboratoryjnych opracowano odpowiednie modele matematyczne i przeprowadzono badania symulacyjne.

⁽⁸⁾ Wnioskodawca uczestniczy w pracach zespołu, których celem jest opracowanie i wykonanie infrastruktury naukowo-badawczej mikrosieci, o mocy ok. 150 kW, zintegrowanej z systemem zasilania macierzystego wydziału. W zamierzeniu będzie składać się z: fotowoltaicznego źródła energii ok. 35 kW na dachu pawilonu B1; generatora gazowego ok. 60 kW i baterijnego magazynu energii (ME) ok. 100 kW, 200 kWh. Działania realizowane są we współpracy z Pionem Kanclerza AGH, z Dyrektorem ds. Technicznych i sekcjami technicznymi. Zlecono do biura projektowego wykonanie projektu pt. „Budowa kontenera systemowego magazynu energii i kontenera systemowego agregatu prądotwórczego dla zasilania budynku H-B1 AGH ... wraz z budową i przebudową wewnętrznych instalacji elektrycznych AGH i budową przyłącza gazowego dla zasilania agregatu prądotwórczego na terenie AGH ... (w ramach zadania: Przebudowa zasilania części budynku H-B1 AGH) – Kraków 2025”.

11. badania, testy i analiza pracy przekształtników fotowoltaicznych (PV) – [P.17], [P.18], [P.31], [O.11], [G.15]. Poniżej zamieściłem szczegółowszy opis badań porównawczych przekształtników PV dla instalacji prosumenckich.

Badania porównawcze przekształtników (falowników) fotowoltaicznych dla instalacji prosumenckich – Piknik OZE

Byłem zaangażowany w prace naukowo-badawcze związane z eksperymentalnymi badaniami porównawczymi falowników fotowoltaicznych dla instalacji prosumenckich – Piknik OZE 2021/2022. Przedsięwzięcie zostało zorganizowane w ramach projektu KlastER [G.15]. Badaniom poddano powszechnie instalowane przez prosumentów przekształtniki PV różnych producentów: falowniki 1-fazowe o mocy znamionowej z przedziału 2,5 ÷ 3,7 kW oraz 3-fazowe o mocy 5 ÷ 6 kW. Testowano 12 urządzeń 1-fazowych i 17 urządzeń 3-fazowych, dostarczonych przez 19 firm. Piknik OZE został objęty honorowymi patronatami: Ministra Klimatu i Środowiska oraz Ministerstwa Rozwoju, Pracy i Technologii. Szczegółowsze informacje dostępne są na stronach internetowych wydarzenia: www.er.agh.edu.pl/piknik-oze/ i www.tauron-dystrybucja.pl/piknik-oze. Efekty prac i wyniki eksperymentów zostały opisane w poniżej wymienionym opracowaniu [P.17] pt.

P.17. Badania porównawcze falowników fotowoltaicznych dla instalacji prosumenckich – Piknik Odnawialnych Źródeł Energii (Piknik OZE)

Krzysztof Chmielowiec, Szymon Barcentewicz, Mateusz Dutka, **Andrzej Firlit**, Zbigniew Hanzelka, Tomasz Lerch, Aleks Piszczek, Łukasz Topolski

TAURON Dystrybucja: Lech Bejski, Tomasz Rodziewicz, Waldemar Skomudek

stron 40, 2022 r., opracowanie dostępne online na portalu projektu KlastER oraz stronach www TAURON Dystrybucja, dokument elektroniczny:

https://www.er.agh.edu.pl/media/filer_public/48/0f/480f792b-53a7-45c2-98e1-a025f6e47d45/piknik_oze_raport.pdf

https://www.tauron-dystrybucja.pl/-/media/tauron/dystrybucja/piknik-oze/piknik_oze_raport_koncowy_etap_1.ashx

Zakres mojego udziału: współzaangażowanie w przygotowanie badań i testów; analiza i interpretacja wyników; redakcja ostatecznego kształtu opublikowanego raportu; przygotowanie i prezentacja referatu w trakcie seminarium podsumowującego uzyskane rezultaty.

Wyniki badań i testów, sposób ich przeprowadzenia zostały zaprezentowane publicznie (on-line) w trakcie webinarium projektu KlastER [G.15] w dn. 16.06.2021 pt. „Seminarium 14. Piknik Odnawialnych Źródeł Energii. Eksperymentalne badania porównawcze falowników PV [ONLINE]” – <https://www.energetyka-rozproszona.pl/wydarzenia/piknik-odnawialnych-zrodel-energii/>. W trakcie seminarium przedstawiłem część badań w prezentacji pt. „Badania odporności falowników fotowoltaicznych na zapady napięcia i krótkie przerwy w zasilaniu”. Współautorem prezentacji i głównym wykonawcą testów w tym zakresie był dr inż. Mateusz Dutka:

https://www.energetyka-rozproszona.pl/media/event_activity_presentations/Piknik_OZE_odporno%C5%9B%C4%87_falownik%C3%B3w_PV_na_zapady_A.Firlit_M.Dutka_v3fin.pdf.

Przeprowadzone badania porównawcze falowników fotowoltaicznych dla instalacji prosumenckich spotkały się z bardzo dużym zainteresowaniem zarówno ze strony

producentów, przedstawicieli różnych urzędów i instytucji, jak i sektora energetyki zawodowej. Eksperymenty pozwoliły na uzyskanie wielu istotnych informacji na temat sposobu pracy i konfiguracji przekształtników PV, a także wiedzy o charakterze poznawczym m.in. dotyczącej metodologii testowania tego typu urządzeń.

Publikacje [P.15], [P.16], [P.17] dotyczące przeprowadzonych badań eksperymentalnych analizatorów JEE, liczników energii elektrycznej oraz przekształtników PV przedstawiłem w tekście autoreferatu, gdyż stanowią ważny element mojego dorobku naukowo-badawczego. Istotnie uzupełniają publikacje z cyklu. Wykonanie badań i opracowanie publikacji wymagało dużego zaangażowania, znaczącego nakładu pracy i poświęconego czasu. Rezultaty zostały publicznie przedstawione i dostępne są w domenie publicznej. Kilukrotnie były prezentowane w kraju i za granicą w ramach konferencji, seminariów i spotkań branżowych.

Potwierdzenia współpracy z wybranymi partnerami zamieściłem w załącznikach: od Załącznik nr 19 do Załącznik nr 31 (Polskie Sieci Elektroenergetyczne PSE, Tauron Dystrybucja, Enea Operator, PGE Dystrybucja, ASTAT, CELSA Huta Ostrowiec, COPA-DATA Polska, Elsta i Elsta Elektronika, portal E-Magazyny, Schneider Electric Polska, SONEL, Stowarzyszenie Techniczne Skawina (Elektrownia CEZ Skawina), SYMETRIUM).

Wykonane prace naukowo-badawcze i uzyskane rezultaty dotyczące teorii składowych fizycznych prądu w zastosowaniu do równoległego energetycznego filtra aktywnego oraz w obszarze poprawy jakości energii elektrycznej stanowią istotną część moich osiągnięć oraz dorobku naukowo-badawczego.

4.4 Wykaz pozostałych, uzupełniających osiągnięć publikacyjnych i naukowych

Jestem współautorem lub autorem 109 publikacji zgodnie z bazą bibliograficzną BaDAP Biblioteki Głównej AGH (stan na 25.06.2025; w bazie nie uwzględniono moich publikacji sprzed 2001 r. (10 pozycji) oraz z 2025 r. (4 pozycje – stan na 27.09.2025)). Poniżej, w uzupełnieniu do przedstawionego cyklu publikacji, zamieściłem wybrane publikacje o charakterze naukowo-badawczym od [P.18] do [P.56], których jestem samodzielnym autorem lub współautorem. Zestawienie wybranych publikacji o charakterze dydaktycznym przedstawiłem w rozdziale 6.1 (str. 69) dotyczącym działalności dydaktycznej.

4.4.1 Książki, monografie, opracowania

P.18. Instalacje fotowoltaiczne w systemie elektroenergetycznym – Jakość dostaw energii elektrycznej. Warunki techniczne przyłączenia instalacji PV.

Redakcja naukowa: Zbigniew Hanzelka, Krzysztof Piątek, Wydawnictwo Naukowe PWN, druk: 2024 r., wyd. I, seria/cykl: ŚRODOWISKO, ISBN: 978-83-01-23106-4, EAN: 9788301231064, UID PBN: 72100, Poziom wydawnictwa: 1, liczba stron: 558, doi.org/10.53271/2023.096

Recenzent: dr inż. Grzegorz Hołdyński z Politechniki Białostockiej

www.ksiegarnia.pwn.pl/Instalacje-fotowoltaiczne-w-systemie-elektroenergetycznym,1026914853,p.html

samodzielny autor rozdziału 4:

A. Firlit, „Systemy monitorowania jakości dostawy energii elektrycznej”, pp. 93–154

► punktacja: MNiSW (2024): 20

współautor rozdziałów:

rozdział 6: A. Firlit, Z. Hanzelka, K. Piątek, Ł. Topolski: „Wpływ instalacji fotowoltaicznych na jakość dostawy energii elektrycznej”, str. 206–352

► punktacja: MNiSW (2024): 20

rozdział 7: P. Balawender, K. Chmielowiec, **A. Firlit**, Z. Hanzelka, Ł. Topolski i T. Siostrzonek: „Warunki techniczne przyłączenia instalacji PV do sieci elektroenergetycznej”, pp. 353–434

► punktacja: MNiSW (2024): 20

Książka podsumowuje wybrane prace wykonane w projekcie [G.15].

P.19. Handbook of electrical power reliability: selected issues

Zbigniew Hanzelka (redaktor), Angelo Bagгинi, **Andrzej Firlit**, Szczepan Moskwa, Tomasz Rodziewicz

www.wydawnictwo.agh.edu.pl/produkt/351-handbook-electrical-power-reliability

Wydawnictwa AGH, ISBN: 978-83-66727-01-4, 316 stron, 2021 r.,

Recenzenci: dr hab. inż. Maksymilian Przygodzki, prof. Politechniki Śląskiej
prof. dr hab. inż. Jurij Warecki, Politechnika Lwowska / AGH

► punktacja: MNiSW (2021): 80

P.20. Handbook of Power Quality

Edited by Angelo Bagгинi (University of Bergamo, Italy)

ISBN 978-0-470-06561-7, July 2008, 642 pages, John Wiley & Sons, Ltd, 2008, dokument elektroniczny: e-ISBN 978-0-470-75424-5, www.wiley.com/en-us/Handbook+of+Power+Quality-p-9780470754238

samodzielny autor rozdziału: Annex 3

Firlit A.: „Power Theory with Non-sinusoidal Waveforms”, 25 stron

<https://www.wiley.com/legacy/wileychi/powerquality/supp/annex3.pdf>

P.21. Nauka – technika – technologia: seria wydawnicza AGH, T. 7, Wydawnictwa AGH, e-ISBN: 978-83-67427-37-1, 2023 r., DOI: doi.org/10.7494/978-83-67427-37-1, Komitet Redakcyjny serii „Nauka – Technika – Technologia”: redaktor: prof. dr hab. inż. Andrzej Gonet, sekretarz: dr inż. Robert Rado, 170 stron, artykuły recenzowane

artykuł: „**Współczesne trendy i wyzwania w dziedzinie jakości dostawy energii elektrycznej – wybrane prace badawcze, eksperymentalno-rozwojowe oraz dydaktyczne Zespołu Jakości Energii Elektrycznej**”, vol. T.7, 2023, pp. 41–64. doi: 10.7494/978-83-67427-37-1_4

A. Firlit, Z. Hanzelka, K. Piątek, K. Chmielowiec, S. Barcentewicz, M. Dutka, T. Siostrzonek, R. Klempka, C. S. Azebaze Mboving, W. Skomudek

► punktacja: MNiSW (2020): 20

P.22. Bezpieczeństwo pracy urządzeń transportowych w górnictwie, red. nauk. prof. dr hab. inż. Andrzej Tytko, publikacja zawiera artykuły z XV międzynarodowej konferencji o tej samej nazwie (Wista, 2019), praca zbiorowa, monografia pokonferencyjna, Wydawnictwa AGH, ISBN: 978-83-66364-56-1, 2020 r.

dwa artykuły:

„**Pomiary jakości energii elektrycznej w zakładach górniczych**”, rozdział 10, s. 115-122

Tomasz Siostrzonek, Krzysztof Chmielowiec, **Andrzej Firlit**, Krzysztof Piątek, Szymon Barcentewicz, Mateusz Dutka

► punktacja: MNiSW (2020): 20

„**Wpływ układów wielopulsowych na wskaźniki jakości dostawy energii elektrycznej**”, rozdział 10, s. 123-131

Tomasz Siostrzonek, Krzysztof Chmielowiec, **Andrzej Firlit**, Krzysztof Piątek, Mateusz Dutka, Jakub Wójcik, Krzysztof Piech

► punktacja: MNiSW (2020): 20

4.4.2 Wybrane publikacje i artykuły naukowe

P.23. Control algorithm based on the theory of current's physical components (L.S. Czarnecki) for shunt active power filter

Andrzej Firlit

3rd International Workshop Compatibility in Power Electronics CPE2003, Gdańsk, pp. 162-169, 28-30 May, 2003

Prace realizowałem w ramach projektu, którego byłem głównym wykonawcą: [G.2].

P.24. Current's physical components theory and p-q power theory in the control of the three-phase shunt active power filter

Andrzej Firlit

7th International Workshop on Power Definitions and Measurement under Non-Sinusoidal Conditions, Cagliari, Italy, July 10-12, 2006, Baza BaDAP AGH

Prace realizowałem w ramach projektu, którego byłem głównym wykonawcą: [G.2].

P.25. Selection of the switching ripple filter for active power filter

► Hubert Sękowski, **Andrzej Firlit**, Zbigniew Hanzelka

► 12th International Conference on Harmonics and Quality of Power, ICHQP'2006, pages 1–7, Cascais, Portugal, 1-5 October 2006

- a. Prace realizowałem w ramach projektu, którego byłem głównym wykonawcą: [G.2].
- b. Mój wkład w powstanie tej publikacji polegał m.in. na: przedstawieniu koncepcji, opracowaniu metodologii i planu testów, opracowaniu tekstu artykułu oraz współudziale w przygotowaniu sprzętu i oprogramowania do eksperymentu, przeprowadzeniu eksperymentu i analizie danych. Byłem promotorem pracy magisterskiej Huberta Sękowskiego.
- c. punktacja: brak (BaDAP)

P.26. Heterogeneous active power filter controller

► **Andrzej Firlit** (33,33%), Krzysztof Kołek (33,33%), Krzysztof Piątek (33,33%)

► 59th International Symposium ELMAR'2017 (18-20.10.2017), Patronat: IEEE Region 8, Croatia, Proceedings of Elmar-2017, University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing, cop. 2017, ISSN 1334-2630, ISBN 978-953-184-230-3, p. 241–244, artykuł indeksowany w Web of Science oraz opublikowany w IEEE Xplore, tekst: ieeexplore.ieee.org/document/8124477, DOI: 10.23919/ELMAR.2017.8124477, WOS:000426893100056

- a. Prace realizowałem w ramach międzynarodowego projektu KIC ProInterface [G.10], w którym byłem odpowiedzialny za prace związane z opracowaniem prototypu równoległego energetycznego filtra aktywnego REFA. Opracowany prototyp REFA został przekazany konsorcjantowi i wdrożony [W.2] (licencja: [L.1], wyróżnienie: Załącznik nr 16, współpraca: Załącznik nr 26) – szczegółowsze informacje zamieszczono w opisie osiągnięć w rozdziale 4.3.3, str. 38.
- b. Mój wkład w powstanie tej publikacji polegał m.in. na: opracowaniu algorytmu i układu sterowania, przygotowaniu stanowiska laboratoryjnego oraz współudziale w opracowaniu metodologii i planu badań, wykonaniu testów i analizie danych, opracowaniu tekstu artykułu.
- c. punktacja: MNiSW (2017) 15 pkt. / 5 pkt. całkowita (BaDAP), baza IEEE, baza Web of Science

P.27. Analysis of the Impact of a Photovoltaic Farm on Selected Parameters of Power Quality in a Medium-Voltage Power Grid

Grzegorz Hołdyński, Zbigniew Skibko, **Andrzej Firlit**, Wojciech Walendziuk

Energies, vol. 17, Art. no. 3, 2024, DOI: doi.org/10.3390/en17030623, 27 Jan 2024

► punktacja: JCR IF (2024): 3.0, Scopus CiteScore (2024): 6.2, pkt. MNiSW (2024): 140, Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

P.28. Zastosowanie zagregowanych danych pomiarowych w wykrywaniu źródeł zaburzeń jakości energii elektrycznej

► Krzysztof Chmielowiec, Grzegorz Wiczyński, **Andrzej Firlit**, Mateusz Dutka, Szymon Barcentewicz

► Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, 2020, R. 96, nr 3, s. 5–8., tekst:
pe.org.pl/articles/2020/3/2.pdf, DOI: 10.15199/48.2020.03.02, WOS:000519193200002

- a. Artykuł powstał na podstawie prac wykonanych w ramach projektu NCBR [G.12], którego byłem kierownikiem oraz wykonawcą. Efektem projektu było opracowanie, wykonanie i wdrożenie [W.6] nadrzędnego systemu informatycznego SOPJEE.
- b. Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał m.in. na: (1) przygotowaniu zakresu badań; wykonaniu pomiarów i rejestracji w dwóch sieciach testowych (dystrybucyjnej SN/nN i przemysłowej WN/SN) w celu pozyskania danych do analiz; (2) analizie, interpretacji oraz ocenie otrzymanych wyników pomiarów i badań. Artykuł prezentowany był również, w wersji anglojęzycznej, na międzynarodowej konferencji 12th International Conference on Electrical Power Quality and Utilisation EPQU'2020.
- c. punktacja: JCR IF (2020): 0,15, Scopus CiteScore (2020): 1,0, ewaluacja 2021 MNiSW (2021): 70 (BaDAP), Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

P.29. Individual emission assessment of electromagnetic disturbances based on aggregated data

► Szymon Barcentewicz, Zbigniew Hanzelka, Bogusław Świątek, **Andrzej Firlit**, Krzysztof Piątek, Krzysztof Chmielowiec

► Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, 2020, R. 96, nr 5, s. 47–50,
tekst: pe.org.pl/articles/2020/5/9.pdf, DOI: 10.15199/48.2020.05.09, WOS:000530038900009

- a. Artykuł powstał na podstawie prac wykonanych w ramach projektu NCBR [G.12], którego byłem kierownikiem oraz wykonawcą. Efektem projektu było opracowanie, wykonanie i wdrożenie [W.6] nadrzędnego systemu informatycznego SOPJEE.
- b. Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał m.in. na: analizie raportów technicznych w zakresie harmonicznym IEC TR 61000-3-6 oraz w zakresie wahań napięcia IEC TR 61000-3-7. Określiłem zakres prac badawczych. Współuczestniczyłem w analizie i interpretacji wyników oraz weryfikacji tekstu publikacji.
- c. punktacja: JCR IF (2020): 0,15, Scopus CiteScore (2020): 1,0, ewaluacja 2021 MNiSW (2021): 70 (BaDAP), Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

P.30. Individual emission assessment of harmonics in DSO environment

Szymon H. Barcentewicz, Tomasz Rodziewicz, Andrzej Bień, **Andrzej Firlit**

International Journal of Electronics and Telecommunications, vol. 70, p. 169, 2024, DOI:
10.24425/ijet.2024.149527

► punktacja: JCR IF (2023): 0,5, Scopus CiteScore (2023): 1,5, pkt. MNiSW (2024): 70, Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

P.31. Analiza wpływu generacji rozproszonej na wybrane parametry jakości energii elektrycznej w sieci niskiego napięcia na terenie klastra Wirtualna Zielona Elektrownia Ochotnica

Łukasz Topolski, Wojciech Schab, **Andrzej Firlit**, Krzysztof Piątek

Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, 2020, R. 96, nr 3, s. 17–20, tekst:
pe.org.pl/articles/2020/3/5.pdf, DOI: 10.15199/48.2020.03.05, WOS:000519193200005

► punktacja: JCR IF (2020): 0,15, Scopus CiteScore (2020): 1,0, ewaluacja 2021 MNiSW (2021): 70, Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science
Artykuł powstał w ramach projektu [G.15]

P.32. Ograniczanie wzrostów i asymetrii napięć powodowanych jednofazowymi instalacjami fotowoltaicznymi za pomocą szeregowego transformatora dodatkowego w sieci niskiego napięcia

Łukasz Topolski, **Andrzej Firlit**, Krzysztof Piątek, Zbigniew Hanzelka

Przegląd Elektrotechniczny; ISSN 0033-2097, R. 96, nr 3, s. 37–41, 2020 r.

pe.org.pl/articles/2020/3/10.pdf, DOI: 10.15199/48.2020.03.10, WOS:000519193200010

► punktacja: JCR IF (2020): 0,15, Scopus CiteScore (2020): 1,0, ewaluacja 2021 MNiSW (2021): 70, Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

Artykuł powstał w ramach projektu [G.15].

P.33. Field experience with STATCOM in application to wind farms

Krzysztof Piątek, **Andrzej Firlit**, Daniel Wojciechowski

12th Conference-Seminar International School on Nonsinusoidal Currents and Compensation

ISNCC 2015: 15–18 June, Łągow, Poland: conference proceedings, University of Zielona Góra, PKP

Energetyka, ISBN: 978-1-4799-8416-9, e-ISBN: 978-1-4799-8415-2, s. 1–5, IEEE: ISSN: 2375-1428,

ieeexplore.ieee.org/document/7174694, DOI: 10.1109/ISNCC.2015.7174694,

WOS:000380563200012

► punktacja: MNiSW (2015): 15, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science, IEEE

artykuł został również opublikowany w: Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, 2016, R. 92, nr 5, str. 253–257, tekst: pe.org.pl/articles/2016/5/51.pdf, DOI: 0.15199/48.2016.05.51,

► punktacja: JCR IF (2016): brak, Scopus CiteScore (2016): 0,6, ewaluacja 2016 MNiSW (2016): 14, baza Web of Science

Artykuł powstał w ramach projektu [G.9].

P.34. Rapid controller development for a Dynamic Voltage Restorer

Andrzej Firlit, Krzysztof Kołek, Krzysztof Piątek

59th International Symposium ELMAR'2017 (18-20.10.2017), Patronat: IEEE Region 8,

Croatia, Proceedings of Elmar-2017, University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering

and Computing, cop. 2017, ISSN 1334-2630, ISBN 978-953-184-230-3, p. 237–240,

artykuł indeksowany w Web of Science oraz opublikowany w IEEE Xplore,

tekst: ieeexplore.ieee.org/document/8124476, DOI: 10.23919/ELMAR.2017.8124476,

WOS:000426893100055

► punktacja: MNiSW (2017): 15, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science, IEEE

Artykuł powstał w ramach projektu [G.10].

P.35. Comparative tests of power quality analyzers – harmonic distortion

Krzysztof Chmielowiec, Michał Ziętek, Krzysztof Piątek, **Andrzej Firlit**, Rafał Szkoda; Paweł Balawender

2012 IEEE Power & Energy Society, 15th International Conference on Harmonic and Quality of

Power – ICHQP'2012, str. 307–312, Hong Kong, 17–20 June 2012, proceedings, dokument

elektroniczny, ISSN 2164-0610, e-ISBN: 978-1-4673-1943-0, p. 1–6,

ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6381286

DOI: 10.1109/ichqp.2012.6381286

► punktacja: MNiSW (2012): brak, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science, IEEE

Artykuł powstał w ramach projektu [G.5].

P.36. Improvement of voltage stability in the HV distribution line using an active power filter

Julian Wosik, Marcin Habrych, Bogdan Miedziński, Grzegorz Debita, **Andrzej Firlit**

Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 96, nr 1, s. 134–137, 2020 r.,

pe.org.pl/articles/2020/1/29.pdf, DOI: 10.15199/48.2020.01.29, WOS:000504896200029

► punktacja: JCR IF (2020): 0,15, Scopus CiteScore (2020): 1,0, ewaluacja 2021 MNiSW (2021):

70, Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

P.37. Zalety i wady stosowania układów wielopulsowych w napędzie elektrycznym maszyn wyciągowych

Tomasz Siostrzonek, Krzysztof Chmielowiec, **Andrzej Firlit**, Szymon Barcentewicz
Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 96, nr 5, s. 43–46, 2020 r.,
pe.org.pl/articles/2020/5/8.pdf, DOI: 10.15199/48.2020.05.08, WOS:000530038900008
► punktacja: JCR IF (2020): 0,15, Scopus CiteScore (2020): 1,0, ewaluacja 2021 MNiSW (2021): 70, Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

P.38. Syntetyczne miary jakości napięcia

Zbigniew Hanzelka, **Andrzej Firlit**, Grzegorz Błajszczak (PSE)
Automatyka, Elektryka, Zakłócenia, red. Zbigniew R. Kwiatkowski, Gdańsk, INFOTECH, ISBN 978-83-921711-8-8, str. 118-126, 2011 r., e-pismo naukowo-techniczne dla praktyków, vol. 3, nr 4(10), s. 62-70, 2012 r., epismo-aez.pl/epismoAEZ10-2012/mobile/index.html#p=62
Indeksowany w: BazTech

P.39. Ciągły monitoring i analiza jakości energii elektrycznej

Andrzej Firlit

Elektroenergetyka – Współczesność i Rozwój, nr 4(10)/2011, grudzień 2011 r.
yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BPW8-0021-0093?q=bwmeta1.element.baztech-volume-2080-8593-elektroenergetyka_wspolczesnosc_i_rozwoj-2011-nr_410;3&qt=CHILDREN-STATELESS
indeksowany w: BazTech

P.40. Ciągły monitoring jakości energii elektrycznej

Andrzej Firlit

Wiadomości Elektrotechniczne, Miesięcznik Naukowo-Techniczny Stowarzyszenia Elektryków Polskich, ISSN 0043-5112, eISSN 2449-9560, R. 80, nr 2, str. 6–9, 2012 r., Identyfikator YADDA: bwmeta1.element.baztech-article-BAR8-0016-0053
► punktacja: MNiSW (2012): 5, indeksowany w: BazTech
https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR8-0016-0053?q=bwmeta1.element.baztech-volume-0043-5112-wiadomosci_elektrotechniczne-2012-r_80_nr_2;1&qt=CHILDREN-STATELESS
<http://elektroonline.pl/a/5027/2,Ciagly-monitoring-jakosci-energii-elektrycznej,,Energetyka>

P.41. Monitorowanie wskaźników jakości energii elektrycznej w elektroenergetycznych sieciach przesyłowych

PSE: Magdalena Wasiluk-Hassa, Grzegorz Błajszczak, AGH: **Andrzej Firlit**, Władysław Łoziak, Marek Rogóż, Krzysztof Chmielowiec, Zbigniew Hanzelka
XIV Międzynarodowa Konferencja Naukowa Aktualne Problemy w Elektroenergetyce APE'2009, Jurata, str. 73-87, artykuł został wyróżniony, 03-05.06.2009
Artykuł powstał w ramach współpracy z PSE Operator [O.1].

P.42. Narzędzia do oceny i analizy jakości energii elektrycznej

Andrzej Firlit, Grzegorz Błajszczak (PSE)

ENERGETYKA, str. 787-793, ISSN 0013-7294, 12.2009
https://elektroenergetyka.pl/upload/file/2009/12/elektroenergetyka_nr_09_12_1.pdf

P.43. Zagregowane wskaźniki w rozproszonym systemie oceny jakości dostaw energii elektrycznej PSE SA

PSE: Marian Jurek, Jarosław Rączka, AGH: Bogusław Świątek, Zbigniew Hanzelka, **Andrzej Firlit**
Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej PTPiREE, VI Konferencja Jakość Energii Elektrycznej w Sieciach Elektroenergetycznych w Polsce, Białka T., str. 43–54, 9-10.06.2015
Artykuł powstał w ramach projektu [G.9] oraz współpracy z PSE [W.4].

P.44. Pomiary porównawcze analizatorów jakości energii elektrycznej – eksperyment pomiarowy w ramach Pikniku JEE

Krzysztof Chmielowiec, Zbigniew Hanzelka, **Andrzej Firlit**, Krzysztof Piątek, Krzysztof Woźny, Marek Rogóż

Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej PTPIREE, VI konferencja Jakość energii elektrycznej w sieciach elektroenergetycznych w Polsce, Białka Tatrzańska, str. 71–75, 9–10 czerwca 2015 r.,

Artykuł został również opublikowany w: **Elektro Info**, ISSN 1642-8722, nr 9, str. 72–75, 2015 r.

► punktacja: MNiSW (2015): 6, baza: BazTech

<https://www.elektro.info.pl/artukul/jakosc-energii-elektrycznej/60562,pomiary-porownawcze-analizatorow-jakosci-energii-elektrycznej-eksperyment-pomiarowy-w-ramach-pikniku-jakosci-energii-elektrycznej>

P.45. Uniwersalna platforma pomiarowa parametrów elektrycznych i jakości energii elektrycznej

Krzysztof Piątek, Krzysztof Kołek, **Andrzej Firlit**, Krzysztof Chmielowiec, Krzysztof Woźny

Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej PTPIREE, VI konferencja Jakość energii elektrycznej w sieciach elektroenergetycznych w Polsce, Białka Tatrzańska, str. 77–86, 9–10 czerwca 2015 r.

Artykuł powstał w ramach projektów [G.8] i [G.9].

P.46. Integracja analizatorów jakości dostawy energii elektrycznej pochodzących od różnych producentów

Andrzej Firlit, Bogusław Świątek, Zbigniew Hanzelka, Krzysztof Woźny, Krzysztof Chmielowiec, Krzysztof Piątek

Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej PTPIREE, VI Konferencja Jakość energii elektrycznej w sieciach elektroenergetycznych w Polsce, Białka Tatrzańska, str. 193–202, 9–10 czerwca 2015 r., artykuł został również opublikowany w: *Energia Elektryczna – Biuletyn Branżowy PTPIREE*, ISSN 1897-3833, 2016, nr 3, s. 25–28, marzec 2016

Artykuł powstał w ramach projektu [G.9].

P.47. Opracowanie wirtualnego hybrydowego źródła energii elektrycznej złożonego z rozproszonych i odnawialnych źródeł z zastosowaniem systemu ciągłego monitorowania jakości energii elektrycznej

Andrzej Firlit, Krzysztof Woźny, Zbigniew Hanzelka, Krzysztof Chmielowiec, Krzysztof Piątek, Bogusław Świątek

Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej PTPIREE, VI konferencja Jakość energii elektrycznej w sieciach elektroenergetycznych w Polsce, Białka Tatrzańska, str. 105–119, 9–10 czerwca 2015 r.

Artykuł powstał w ramach projektu [G.9].

P.48. Analysis of the effect of symmetrical load on the value of negative voltage asymmetry factor in medium-voltage power networks

Grzegorz Hołdyński, Zbigniew Skibko, **Andrzej Firlit**, Andrzej Borusiewicz

Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, vol. 100, Art. no. 7, pp. 289-294, 2024 r.,

pe.org.pl/articles/2024/7/57.pdf, DOI: 10.15199/48.2024.07.57, WOS:001260151500057

► punktacja: JCR IF (2023): 0,4, Scopus CiteScore (2020): 1,0, ewaluacja 2024 MNiSW (2024): 70, Lista A, indeksowany w bazach: SCOPUS, Web of Science

P.49. Innowacyjne rozwiązania techniczne i technologiczne w obszarze energetyki rozproszonej – podsumowanie sesji technicznej I Kongresu Energetyki Rozproszonej

Andrzej Firlit

Energetyka Rozproszona, ISSN: 2720-0973, z. 10, s. 25-32, 2023 r., doi.org/10.7494/er.2023.10.25

https://www.energetyka-rozproszona.pl/media/magazine_attachments/ER10_Firlit.pdf

Wydawca: Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

<https://www.energetyka-rozproszona.pl/czasopismo/energetyka-rozproszona-zeszyt-10/>

► punktacja: ewaluacja 2023 MNiSW (2023): 20 (BaDAP AGH)

Czasopismo uzyskało patronat Komitetu Problemów Energetyki Polskiej Akademii Nauk

Artykuł powstał w ramach projektu [G.15].

P.50. Wpływ dużego odbiorcy przemysłowego na poziom wahań napięcia w sieciach wysokich napięć

Andrzej Firlit, Krzysztof Piątek

Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej PTPIREE, V Konferencja Jakość Energii Elektrycznej w Sieciach Elektroenergetycznych w Polsce oraz Efektywność Energetyczna: Lidzbark Warmiński, 25-26.04.2012

Artykuł powstał w ramach projektu [G.5].

P.51. Analiza pracy sieci dystrybucyjnej nN OSD z bateryjnym systemem magazynowania energii elektrycznej BSME

Andrzej Firlit, Szymon Piasecki, Tomasz Rodziewicz, Krzysztof Szaniawski, Zbigniew Hanzelka, Łukasz Topolski

I Konferencja Naukowa Energetyki Rozproszonej – I KNER'2023, Kraków, 26.10.2023, dokument elektroniczny: streszczenia: <http://www.kner2023.agh.edu.pl/wp-content/uploads/KNER%202023%20-%20Streszczenia%202023-09-21.pdf>

Artykuł powstał w ramach projektu [G.15].

P.52. Analiza wpływu farmy fotowoltaicznej na parametry jakości dostawy energii elektrycznej w sieci elektroenergetycznej średniego napięcia

Grzegorz Hołdyński, Zbigniew Skibko, **Andrzej Firlit**, Krzysztof Kołek

I Konferencja Naukowa Energetyki Rozproszonej – I KNER'2023, Kraków, 26.10.2023,

dokument elektroniczny: streszczenia: <http://www.kner2023.agh.edu.pl/wp-content/uploads/KNER%202023%20-%20Streszczenia%202023-09-21.pdf>

P.53. Analiza wpływu różnych czynników na zdolność przyłączeniową sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia

Grzegorz Hołdyński, Zbigniew Skibko, **Andrzej Firlit**

II Konferencja Naukowa Energetyki Rozproszonej – II KNER'2024, Kraków, 30.10.2024,

dokument elektroniczny: streszczenia: <https://kner2024.agh.edu.pl/wp-content/uploads/KNER%202024%20-%20Program%202024-10-30%20pe%C5%82ny%20v20241021.pdf>

Artykuł powstał w ramach projektu [G.16].

P.54. Sekcja III Magazynowanie energii w kontekście transformacji energetycznej – od materiałów po systemy. Wybrane kierunki badań, zastosowanie i współpraca z operatorami sieci oraz przemysłem

Andrzej Firlit – koordynator sekcji III, doi.org/10.7494/er.2025.13-14.55

A. Budziak, **A. Firlit**, D. Gryboś, A. Kulka, J. Leszczyński, J. Markowski, J. Molenda, A. Milewska, M. Nowak, T. Siostrzonek, A. Sapińska-Śliwa, T. Śliwa, K. Walczak, J. Wołoszyn

Samodzielny autor rozdziału (artykułu) 8 pt. „Analiza pracy bateryjnych systemów magazynowania energii elektrycznej przyłączonych do sieci zasilających – zagadnienia wybrane”, w ramach rozdziału III

Energetyka Rozproszona, ISSN: 2720-0973, zeszyt specjalny nr 13-14, 2025 r., dokument elektroniczny dostępny online, doi.org/10.7494/er

Wydawca: Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków.

Premiera publikacji odbędzie się w trakcie III Kongresu Energetyki Rozproszonej 17-19.09.2025.

Wówczas cała publikacja będzie dostępna publicznie na stronie internetowej czasopisma:

www.energetyka-rozproszona.pl/czasopismo/,

www.wydawnictwo.agh.edu.pl/produkt/1459-energetyka-rozproszona-2025-zeszyt-13-14.

Czasopismo uzyskało patronat Komitetu Problemów Energetyki Polskiej Akademii Nauk.

Artykuł powstał w ramach projektu [G.16] oraz III Kongresu Energetyki Rozproszonej 2025.

4.4.3 Opracowania, raporty dostępne publicznie

P.55. Analiza pracy sieci zasilającej OSD po uruchomieniu magazynu energii elektrycznej firmy APATOR w Ochotnicy Dolnej

AGH: **Andrzej Firlit**, Krzysztof Piątek, Zbigniew Hanzelka, APATOR: Krzysztof Szaniawski, Szymon Piasecki, TAURON Dystrybucja: Łukasz Topolski

opracowanie dostępne online na portalu czasopisma Energetyka Rozproszona, dokument

elektroniczny: <https://www.energetyka-rozproszona.pl/artykuly/analiza-pracy-sieci-zasilajacej-osd-po-uruchomieniu-magazynu-energii-elektrycznej-firmy-apator-w-ochotnicy-dolnej/>,

data publikacji: 12.09.2023, 67 stron

Opracowanie powstało w ramach projektu [G.15].

P.56. Elastyczność energetyczna: raport specjalistyczny

Andrzej Firlit, Grzegorz Hołdyński

opracowanie dostępne online dokument elektroniczny: <https://elastycznoscenergii.pl/>,

82 strony, data publikacji: 12.09.2023

4.5 Patenty

Jestem współautorem 3 patentów (potwierdzenie: Załącznik nr 15). Powstały w wyniku współpracy z Siecią Badawczą Łukasiewicz Instytut Technik Innowacyjnych „EMAG” w Katowicach (poprzednio Centrum Elektryfikacji i Automatyzacji Górnictwa „EMAG”) w ramach projektu [G.4].

T.1. Tytuł: Układ kompensatora aktywnego mocy biernej - Twórcy: Marian Kalus, Julian Wosik, Bogdan Miedziński, Artur Kozłowski, Zbigniew Hanzelka, **Andrzej Firlit**

Numer zgłoszenia: P.405161, Data zgłoszenia: 2013-08-29, Numer prawa wyłącznego: Pat.224295, Data publikacji BUP: 2015-03-02, Klasyfikacja MKP: H02J3/18, Kod Ochr: B1, Kod Zgł: A1, Status: Prawo w mocy

T.2. Tytuł: Układ sterowania kompensacją aktywną mocy biernej - Twórcy: Marian Kalus, Julian Wosik, Bogdan Miedziński, Artur Kozłowski, Zbigniew Hanzelka, **Andrzej Firlit**

Numer zgłoszenia: P.405162, Data zgłoszenia: 2013-08-29, Numer prawa wyłącznego: Pat.224296, Data publikacji BUP: 2015-03-02, Klasyfikacja MKP: H02J3/18, Kod Ochr: B1, Kod Zgł: A1, Status: Prawo w mocy

T.3. Tytuł: Układ kompensacji aktywnej mocy biernej - Twórcy: Marian Kalus, Julian Wosik, Bogdan Miedziński, Artur Kozłowski, Zbigniew Hanzelka, **Andrzej Firlit**

Numer zgłoszenia: P.405163, Data zgłoszenia: 2013-08-29, Numer prawa wyłącznego: Pat.224297, Data publikacji BUP: 2015-03-02, Klasyfikacja MKP: H02J3/18, Kod Ochr: B1, Kod Zgł: A1, Status: Prawo w mocy

4.6 Wdrożenia

Obok uczestnictwa w projektach krajowych i międzynarodowych współuczestniczyłem w 7 wdrożeniach [W.1] – [W.7]. Część wdrożeń jest jednym z efektów ww. projektów. Wdrożenie [W.2] powstało w ramach projektu międzynarodowego [G.10]. Uczestniczyłem również w osiągnięciu praw własności przemysłowej – 1 promesa licencji.

- W.1. Tytuł: „Wdrożenie programu komputerowego PQ-Kyoritsu do wspomagania przetwarzania danych uzyskanych za pomocą analizatora wskaźników jakości Kyoritsu model KEW6310 (zgodnie z obowiązującymi uregulowaniami prawnymi) oraz opracowania raportu”**
Twórcy: Hanzelka Z., Świątek B., **Firlit A.** i inni; Zleceniodawca: BIALŁ Sp. z o.o., Otomin, ul. Słoneczna 43, 80-174 Gdańsk; umowa: nr 5.5.120.860; data rozpoczęcia: 26.01.2009, data zakończenia: 24.07.2009
- W.2. Tytuł: „Opracowanie koncepcji funkcjonalnej, wykonanie projektu technicznego, budowa prototypu, badania i wdrożenie równoległego energetycznego filtra aktywnego 3-fazowego, 3- i 4-przewodowego”**
Twórcy: **Firlit A.**, Kołek K., Dziadecki A., Skotniczny J., Chmielowiec K. i inni; Zleceniodawca: w ramach projektu badawczo-rozwojowego KIC ProInterface [G.10] we współpracy i na rzecz firmy ELSTA Elektronika Sp. z o.o.; projekt: projekt nr 26_2013_IP76_ProInterface; umowa: 7.120.7949B; data rozpoczęcia: 2014, data zakończenia: 2017
- W.3. Tytuł: „Wdrożenie systemu do monitorowania warunków dostawy energii elektrycznej (wskaźniki jakości napięcia) i prognozowania generacji energii w źródłach wiatrowych i słonecznych”**
Twórcy: Hanzelka Z., Świątek B., **Firlit A.**, Dutka M., Woźny K. i inni; Zleceniodawca: WindLipie sp. z o.o. w ramach grantu NCBiR POIG 2007-2013 [G.9]; projekt: POIG.01.03.01-30-056/12; umowa: 72.72.120.86260; data rozpoczęcia: grudzień 2015, data zakończenia: 31.03.2017
- W.4. Tytuł: „Opracowanie i wykonanie programu komputerowego do oceny jakości dostawy energii elektrycznej, który na podstawie tradycyjnych wskaźników jakości napięcia będzie wypracowywał zagregowany indeks oraz formuły naliczania kar i bonifikat, uwzględniające udział przyłączonych podmiotów w emisji zakłóceń – system SOJEE”**
Twórcy: Hanzelka Z., Świątek B., Sury A., **Firlit A.** i inni; Zleceniodawca: PSE Polskie Sieci Elektroenergetyczne, ul. Warszawska 165, 05-520 Konstancin-Jeziorna; umowa: DS/IBR/DE/3/TK/2015; data rozpoczęcia: 29.06.2015, data zakończenia: 29.07.2016
- W.5. Tytuł: „Opracowanie miernika wskaźników jakości energii elektrycznej PQ-100 (MWJEE) oraz rozproszonego systemu monitorowania stanu sieci zasilającej”**
Twórcy: Hanzelka Z., **Firlit A.**, M. Rogóż i inni; Zleceniodawca: Elektrotim S.A., ul. Stargardzka 8, 54-156 Wrocław; umowa: 5.5.120.762; data rozpoczęcia: 18.01.2008; data zakończenia: 27.02.2009
- W.6. Tytuł: „Wdrożenie systemu nadrzędnego SOPJEE”** – W ramach projektu SOPJEE [G.12] na rzecz TAURON Dystrybucja – lata 2017-2020. Współuczestnictwo w pracach – kierownik projektu w AGH.
- W.7. Tytuł: „Wdrożenie systemu nadrzędnego MOBISYS”** – W ramach projektu MOBISYS [G.13] na rzecz Enea Operator – lata 2019-2022. Współuczestnictwo w pracach – kierownik projektu w AGH.
- L.1. Umowa licencyjna AGH z Elsta Elektronika Sp. z o.o.** dotycząca prawa własności przemysłowej, komercjalizacji wyników badań naukowych i prac rozwojowych powstałych w ramach projektu KIC ProInterface [G.10] „Intelligent Power Conditioning and Monitoring Interfaces for Smart Grid Prosumers” i transferu ich do gospodarki (Załącznik nr 17).

4.7 Inne formy aktywności naukowo-badawczej

W latach 2013-2015 w AGH powstał nowoczesny obiekt w postaci centrum naukowo-badawczego ukierunkowanego na rozwój techniki i technologii energetycznych – Centrum Energetyki AGH (CE, www.ce.agh.edu.pl). Od samego początku jestem zaangażowany w organizację i prace Zespołu Laboratoriów Jakości Energii Elektrycznej w CE:

- ❑ Laboratorium JDEE nr 1 przeznaczone do weryfikacji i certyfikacji analizatorów oraz innych mierników stosowanych do pomiarów wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej, www.ce.agh.edu.pl/laboratoria/laboratoria-badawczo-komercyjne/laboratorium-jakosci-energii-elektrycznej-1-jee-1/
- ❑ Laboratorium JDEE nr 2 przeznaczone do badania, analizowania i testowania kompatybilności elektromagnetycznej odbiorników, układów energoelektronicznych oraz źródeł energii w zakresie odporności na zaburzenia i emisję zaburzeń. www.ce.agh.edu.pl/laboratoria/laboratoria-badawczo-komercyjne/zespol-laboratoriow-jakosci-energii-elektrycznej/

Jednym z efektów badań porównawczych analizatorów jakości energii elektrycznej [P.15] był wspólny projekt z TAURON Dystrybucja realizowany w CE dotyczący Laboratorium JDEE nr 1. Laboratorium wyposażone zostało w specjalistyczne urządzenia we współpracy z TAURON Dystrybucja w ramach podpisanej umowy. Również Laboratorium JDEE nr 2 zostało wyposażone w specjalistyczną aparaturę dzięki staraniom Władz CE AGH oraz Zespołu JEE, przy moim współudziale. Dzięki zgromadzonej infrastrukturze technicznej prowadzone są różne prace naukowo-badawcze. Między innymi możliwe było zorganizowanie i przeprowadzenie badań porównawczych przekształtników fotowoltaicznych dla instalacji prosumenckich [P.17] oraz prowadzenie badań i testów liczników energii elektrycznej m.in. pod kątem weryfikacji poprawności obliczania zagregowanych wskaźników JEE W_1 - W_4 . W 2018 roku w Pulsie Biznesu – Rzecz o Innowacjach ukazał się artykuł dotyczący Laboratoriów Jakości Energii Elektrycznej w Centrum Energetyki AGH. Laboratorium zostało nominowane do Polskiej Nagrody Inteligentnego Rozwoju 2018.

Kompetencje i doświadczenie uzyskane podczas licznych prac związanych z pomiarami i rejestracjami oraz wysokiej klasy sprzęt pomiarowy umożliwiły uruchomienie Laboratorium Wzorcowania Mierników do Pomiaru Wskaźników Jakości Dostawy Energii Elektrycznej, współuczestniczyłem w tym procesie. Laboratorium uzyskało 11.04.2022 akredytację Polskiego Centrum Akredytacji w Warszawie nr AP205 (www.ce.agh.edu.pl/info/article/uzyskalismy-akredytacje-pca-na-wzorcowanie-miernikow-energii-elektrycznej/).

Zasoby CE wykorzystywane są na bieżąco do współpracy z innymi uczelniami, ośrodkami naukowo-badawczymi i rozwojowymi oraz otoczeniem gospodarczym i społecznym. W Laboratoriach JDEE prowadzone są prace, przy moim współudziale, m.in. w następujących obszarach badawczo-testowych dotyczących:

- liczników energii elektrycznej, szczególnie z zaimplementowanymi algorytmami obliczania podstawowych wskaźników JEE oraz algorytmami obliczania zagregowanych wskaźników JEE W_1 - W_4 zgodnie z rekomendacjami URE,
- analizatorów JEE pod kątem kompleksowej analizy i oceny zgodności z wymaganiami norm: PN-EN 61000-4-30, PN-EN 61000-4-15, PN-EN 61000-4-7, PN-EN 62586-1, PN-EN 62586-2 (weryfikacja klasy),
- różnego typu przyrządów pomiarowych wykorzystywanych w obszarze JDEE,
- pracy urządzeń w warunkach zaburzonych przebiegów napięć i prądów (np. możliwa jest analiza supraharmonicznego napięcia do 150 kHz),
- merytorycznego wsparcia w obszarze JDEE, inteligentnych systemów elektroenergetycznych, energetyki rozproszonej, systemów monitorowania, filtracji aktywnej, kompensacji mocy biernej, implementacji algorytmów obliczania wskaźników JDEE.

4.8 Współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym – wybrane prace na rzecz energetyki zawodowej i przemysłu

W ramach realizacji projektów krajowych i międzynarodowych [G.1] – [G.18], wdrożeń [W.1] – [W.7], eksperymentalnych badań porównawczych [P.15]–[P.17] oraz innych prac badawczo-testowych współpracowałem z wieloma podmiotami z otoczenia gospodarczego i społecznego. Wspominałem już o tym kilkakrotnie w autoreferacie. Dodatkowo, w ramach mojej działalności akademickiej, byłem zaangażowany w realizację ponad 134 umów, zleceń oraz opracowań wykonanych dla operatorów sieci dystrybucyjnych i przesyłowych, przemysłu oraz innych podmiotów gospodarczych i społecznych. Podjęte działania miały najczęściej charakter prac naukowo-badawczo-rozwojowych. Wynikały z potrzeby wsparcia merytorycznego, wykonania analiz i ocen, rozwiązania różnych kwestii i problemów technicznych, a także dzielenia się wiedzą ekspercką. Wybrane pozycje zamieściłem w niniejszym rozdziale (potwierdzenia współpracy z wybranymi partnerami: od Załącznik nr 19 do Załącznik nr 31).

Lista wybranych prac

- O.1. ***Opracowanie ogólnej koncepcji systemu zdalnego monitorowania parametrów jakości energii elektrycznej w węzłach sieci przesyłowej***, zleceniodawca: PSE Operator S.A., Firlit A., Hanzelka Z. i inni, umowa nr 30.30.120.742, rozp. 20.11.2007, zakończ. 15.12.2008
- O.2. ***Koncepcja monitoringu jakości energii elektrycznej***, zleceniodawca: Vattenfall Distribution Poland, Gliwice, Firlit A., Hanzelka Z. i inni, umowa nr 5.5.120.812, 2008 r.
- O.3. ***Analiza funkcjonalna systemu monitoringu jakości energii elektrycznej***, zleceniodawca: TAURON Dystrybucja S.A., Kraków, Firlit A., Hanzelka Z., Bień A. i inni, umowa nr 30.30.120.448, cze-lis 2014 r.
- O.4. ***Sformułowanie zasad benchmarkingu – oceny poziomu jakości energii w krajowych sieciach przesyłowych (etap 1 i etap 2)***, zleceniodawca: PSE Operator S.A., Firlit A., Hanzelka Z. i inni, umowa nr 5.5.120.969, maj-gru 2010 r.
- O.5. ***Ocena możliwości wykorzystania programu PQView do długoterminowej, ciągłej analizy parametrów jakości energii***, zleceniodawca: PSE Operator S.A., Firlit A., Hanzelka Z. i inni, umowa nr 5.5.120.888, cze-sie 2009 r.
- O.6. ***Ocena możliwości wykorzystania programu PQView do długoterminowej, ciągłej analizy parametrów jakości energii elektrycznej***, zleceniodawca: PSE Operator S.A., Firlit A., umowa nr 003/AGH/SM/2009 zawarta w ramach umowy o współpracy nr BK/W/006/2007 PSE Operator S.A. a AGH, 2009 r.
- O.7. ***Rozproszony system monitorowania stanu sieci zasilającej: Część 1: Miernik wskaźników jakości energii elektrycznej zwany w dalszej części umowy MWJEE***, zleceniodawca: Elektrotim S.A., Wrocław, Firlit A., Rogóż M., Hanzelka Z. i inni, umowa nr 1/2: 5.5.120.762, rozp. 18.01.2008 r., zakończ. 27.02.2009 r.; umowa nr 2/2: 5.5.120.762, rozp. 27.02.2009 r., zakończ. 30.10.2009 r.
- O.8. ***Pomiary parametrów jakości energii elektrycznej w punktach zasilania Huty Ostrowiec***, zleceniodawca: PSE Operator, Firlit A., Hanzelka Z. i inni, umowa 5.5.120.869, kwi-maj 2009 r.
- O.9. ***Koszty złej jakości dostawy energii – Część 1: Ocena warunków zasilania w punktach dostawy energii dla ZG Lubin w GPZ-ach 110/6 kV: KLG, KLW, KLZ, KGHM Polska Miedź S.A.***, zleceniodawca: KGHM Polska Miedź S.A., Firlit A., Hanzelka Z., Chmielowiec K. i inni, eksperyment pomiarowo-badawczy, cze-lis 2009 r.

- O.10. **Analiza dostaw jakości energii elektrycznej do przyłącza zasilającego Stację GSS CELSA Huta Ostrowiec Sp. z o.o. zakończona wnioskami podsumowującymi przeprowadzane pomiary oraz sugestiami poprawy w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości po stronie dostaw energii**, zleceniodawca: CELSA Huta Ostrowiec, Ostrowiec Świętokrzyski, Firlit A., Bień A., Piątek K. i inni, umowa nr 30.30.120.562, kwi-cze 2016 r.
- O.11. **Opracowanie koncepcji pozwalającej na zwiększenie absorpcji energii elektrycznej generowanej przez instalacje prosumenckie przy zachowaniu wymaganych przepisami poziomów wybranych wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej w sieci dystrybucyjnej na terenie ENEA Operator**, zleceniodawca: Enea Operator, Firlit A., Dutka M., Hanzelka Z., Piątek K., czas realizacji: gru 2022 - wrz 2023, umowa nr 9000063796 / zlecenie nr 1, 5.5.120.878
W ramach umowy ramowej dotyczącej współpracy z Enea Operator: **Prace badawczo-rozwojowe, badania przemysłowe o charakterze analityczno-koncepcyjnym, prace projektowe, pomiarowe oraz wdrożeniowe, a także usługi doradcze i eksperckie**;
umowa w trakcie realizacji, rola: kierownik umowy, wykonawca;
czas trwania: od 01.02.2022 r. do 31.01.2026 r.
- O.12. **Wykonanie pomiarów i analiza jakości energii w stacji 110/30/15 kV Rzepedź z równoczesnym pomiarem: u odbiorców SN zasilanych z tej stacji oraz u odbiorców komunalnych zasilanych z sieci dystrybucyjnej nN – dwanaście punktów pomiarowych**, zleceniodawca: PGE Dystrybucja S.A. Oddział Rzeszów, Firlit A., Siostrzonek T. i inni, nr umowy: 51/OR/JR/2020; część 1: przed uruchomieniem magazynu energii: 2020 r., część 2: po uruchomieniu magazynu energii: 2021 r.
- O.13. **Adaptacja procedur testowych oraz weryfikacja poprawności wyznaczania wskaźników jakości energii elektrycznej (JEE W1-W4) w licznikach energii elektrycznej typu GAMA300 G3G.546 produkcji ELGAMA oraz typu AD13A.3-5-2 produkcji ADD**, zleceniodawca: TAURON Dystrybucja, Firlit A., Chmielowiec K., Hanzelka Z., Barcentewicz S., Dutka M. i inni, nr zlecenia: 5.5.694.061, Centrum Energetyki AGH, 2018 r.
- O.14. **Przeprowadzenie testów i badań laboratoryjnych dotyczących poprawności pomiarów podstawowych wskaźników jakości napięcia w bilansujących licznikach energii elektrycznej oraz detekcji zdarzeń napięciowych wraz z raportem (zakres T1) – część 1. Przeprowadzenie testów i badań laboratoryjnych dotyczących poprawności wyznaczania globalnych (zagregowanych) wskaźników jakości napięcia w bilansujących licznikach (zakres T2) – część 2.**, zleceniodawca: innogy Stoen Operator, Firlit A., Chmielowiec K., Hanzelka Z., Barcentewicz S., Dutka M. i inni, umowa nr PZ-3597, Centrum Energetyki AGH, kwi-maj 2018 r.
- O.15. **Badanie i ocena jakości energii elektrycznej na stacji elektroenergetycznej 110/30 kV Jasło-Nieglówice oraz 110/15, 30/15 kV Iwonicz**, zleceniodawca: Rzeszowski Zakład Energetyczny, Firlit A., Hanzelka Z. i inni, umowa nr 5.5.120.713, kwi-czer 2007 r.
- O.16. **Opracowanie koncepcji kompensacji mocy biernej i filtracji wyższych harmonicznnych w sieci zakładowej Stalprodukt S.A. Bochnia**, zleceniodawca: Stalprodukt S.A., Firlit A., Hanzelka Z., Jarocho R., Piątek K. i inni, umowa z AGH, 2001 r.
- O.17. **Badanie zgodności sterownika polowego SO52v11-SER z właściwymi dokumentami normalizacyjnymi w zakresie pomiaru parametrów wskaźników jakości energii elektrycznej – część 1. Wykonanie badania zgodności sterownika polowego SO52v11-eME z właściwymi dokumentami normalizacyjnymi w zakresie pomiarów jakości energii – część 2.**, zleceniodawca: MIKRONIKA Poznań, Chmielowiec K., Firlit A., Hanzelka Z. i inni, 1) umowa nr 30.30.120.922, wrz-gru 2009 r.; 2) umowa nr 5.5.120.287, wrz-gru 2012 r.

- O.18. **Analiza możliwości pomiarowych miernika parametrów jakości energii elektrycznej typu ION8800 w zastosowaniu praktycznym**, zleceniodawca: PSE Operator S.A., Firlit A. i inni, umowa nr 5.5.120.912, paź-gru 2009 r.
- O.19. **Wykonanie pomiarów wskaźników jakości dostawy energii w PG Silesia**, zleceniodawca: Przedsiębiorstwo Górnicze „SILESIA”, Siostrzonek T., Firlit A., Hanzelka Z. i inni, umowa nr 5.5.120.303, sty-lut 2013 r.
- O.20. **Wykonanie pomiarów wskaźników jakości dostawy energii: Ocena jakości w punkcie zasilania kopalni – część 1., Wykonanie pomiarów wskaźników jakości dostawy energii: Ocena jakości zasilania maszyny wyciągowej szybu nr 2 – część 2.**, zleceniodawca: Elrow Sp. z o.o., Rybnik, Siostrzonek T., Firlit A., Hanzelka Z. i inni, umowa 5.5.120.377, gru 2013 r. - lut 2014 r.
- O.21. **Pomiar warunków zasilania PMGZ Husów – rejestracja parametrów – część 1; Pomiary zawartości wyższych harmonicznych w wybranych punktach zasilania w PMGZ Husów – część 2**, zleceniodawca: PGNiG S.A. Warszawa – Oddział w Sanoku, Firlit A., Piątek K., Bień A., Hanzelka Z. i inni, (1) umowa 1/2 nr 5.5.120.531, (2) umowa 2/2 pismo do AGH nr ZL/12862015/1 dn. 22.09.2015 r., wrz-paź 2015 r.
- O.22. **Wykonanie ekspertyzy zapisów standardowej specyfikacji technicznej analizatorów jakości energii elektrycznej i standardowej specyfikacji technicznej szaf pomiarowych**, zleceniodawca: PSE Operator S.A., Firlit A., Hanzelka Z. i inni, umowa nr 30.30.120.322, cze-lip 2013 r.
- O.23. **Przygotowanie instrukcji do weryfikacji dotrzymywania standardów jakości energii przez farmy wiatrowe**, zleceniodawca: PSE Operator S.A., Firlit A., Hanzelka Z. i inni, umowa nr 5.5.120.913, 2009 r.
- O.24. **Analiza jakości dostawy energii elektrycznej w punkcie zasilania zakładu – część 1. Analiza jakości dostawy energii elektrycznej w wybranych punktach sieci zakładowej – część 2.**, zleceniodawca: FANSULD Odlewnia Żeliwa Sp. z o.o., Końskie, Siostrzonek T., Firlit A., Hanzelka Z., Dutka M., Wójcik J., Centrum Energetyki, AGH, CE.070.21/2024, cze-lip 2024 r.
- O.25. **Analiza i testy pracy równoległego energetycznego filtru aktywnego w warunkach nominalnego obciążenia ($S_n = 138 \text{ kVA}$, $U_n = 400/230 \text{ V}$, $I_n = 200 \text{ A}$)**, zleceniodawca: ELSTA Elektronika Sp. z o.o., Wieliczka, Firlit A., Piątek K., nr umowy: 55.120.869, listopad 2022 r.
- O.26. **Wykonanie opinii eksperckiej na temat dwóch ofert przetargowych na: „Dostawa, montaż i wdrożenie kompleksowego systemu zasilania awaryjnego, składającego się z 2 szt. magazynów energii, opartych na akumulatorach litowo-jonowych, o pojemności min. 1 MWh każdy i mocy min 1 MW każdy, dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego spółki Warszawski Rolno-Spożywczy Rynek Hurtowy S.A. w Broniszach”**, zleceniodawca: Bronisze, Bień A., Hanzelka A., Firlit A., Piątek K., 2022 r.
- O.27. **Opinia techniczna dotycząca poprawności wykonania i warunków pracy dławików wykonanych przez AS ELEKTROTECHNIK, będących elementem instalacji filtracyjnej zainstalowanej w Rozdzielni 6 kV R-1.2 Rejon Rudna Główna**, zleceniodawca: AS ELEKTROTECHNIK Koszęcin, umowa nr 5.5.120.770, Firlit A., Hanzelka Z. i inni, lata 2007-2008.
- O.28. **Strojenie filtrów harmonicznych w stacji GST-4 w PHS S.A. o/HTS**, zleceniodawca: Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Usługowe Zakład Automatyzacji HTS Sp. z o.o. Kraków, umowa: 5.5.120.455, Firlit A., Hanzelka Z. i inni, 2003 r.
- O.29. **Wykonanie pomiarów i analiza redukcji P_{st} i P_{lt} (flickera) w polu 11 rozdzielni 110 kV stacji GSS Oddziału Elektrycznego CELSA Huta Ostrowiec**, zleceniodawca: CELSA Huta Ostrowiec Sp. z o.o., Ostrowiec Świętokrzyski, nr umowy: 5.5.120.821, 2021 r.

- O.30. ***Pomiary i analiza pracy głównych odbiorów (serwerów) w centrum przetwarzania danych***, zleceniodawca: Qumak-Sekom S.A. Oddział Kraków, umowa nr 5.5.120.881, Firlit A., Hanzelka Z. i inni, 2009 r.
- O.31. ***Przeprowadzenie testów i pomiarów oraz sporządzenie raportu wraz z omówieniem jego wyników, wnioskami i zaleceniami z przeprowadzonych testów i pomiarów dotyczących układów bezprzerwowego zasilania UPS-ów*** zainstalowanych w budynku Małopolskiego Urzędu Wojewódzkiego w Krakowie, zleceniodawca: SEP Izba Rzecznawców w Krakowie, opracowanie nr 01/08/19/Kr, Firlit A., Dutka M., Łoziak W., sty-lut 2019 r.
- O.32. ***Analiza warunków zasilania Akademickiego Centrum Materiałów i Nanotechnologii ACMiN AGH oraz analiza pracy układu bezprzerwowego zasilania UPS 175 kVA***, zleceniodawca: ACMiN AGH oraz Dyrektor Techniczny AGH, opracowanie: Centrum JUEE Wydział EAlilB, Firlit A., Hanzelka Z. i inni, kwi-lis 2017 r.
- O.33. ***Wykonanie ekspertyzy przyczyn wybuchu baterii kondensatorów 1000 kvar w rozdzielni R1 na terenie zakładu Michelin Polska S.A. w Olsztynie***, zleceniodawca: MICHELIN POLSKA S.A. Olsztyn, umowa nr 5.5.120.101, Firlit A., Hanzelka Z. i inni, data: 2011 r.
- O.34. ***Wykonanie ekspertyzy poprawności działania baterii kondensatorów zainstalowanych na terenie Zakładu Michelin Polska S.A. w Olsztynie***, zleceniodawca: Michelin Polska S.A. Olsztyn, umowa nr 5.5.120.176, Firlit A., Hanzelka Z. i inni, 2012 r.
- O.35. ***Przeprowadzenie pomiarów oraz analiza wpływu pracy baterii kondensatorów SN na zakładową sieć elektroenergetyczną w Zakładzie Termicznego Przetwarzania Odpadów Kraków***, zleceniodawca: ELSTA Sp. z o.o. Wieliczka, umowa nr 30.30.120.576, Firlit A., Piątek K. i inni, 2016 r. – wersja anglojęzyczna: „*Analysis of the work of the SN capacitor batteries at the electricity network plant ZTPO Kraków*” przygotowana dla wykonawców obiektu ZTPO Kraków POSCO Engineering & Construction Co., Ltd., 568-1, Goedong-dong Nam-gu Pohang, Gyeongsangbuk-do, Korea Południowa
- O.36. ***Analiza pracy baterijnego systemu magazynowania energii elektrycznej BESS-50/125 firmy Elsta. Analiza pracy sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia OSD w punkcie przyłączenia BESS-50/125.***, zleceniodawca: Elsta, Elsta Elektronika, TAURON Dystrybucja, w ramach projektu OTE Obserwatorium Transformacji Energetycznej, Firlit A., Kołek K., Szczerba S. i inni, lata 2023-2024
- O.37. ***Badania i analiza pracy baterijnego systemu magazynowania energii elektrycznej firmy Fideltronik oraz pracy sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia OSD w punkcie przyłączenia***, zleceniodawca: Fideltronik, Firlit A., Hanzelka Z., Stacherski A., lata: 2024 - 2025
- O.38. ***Analiza i ocena wpływu różnych metod regulacji na parametry jakości energii elektrycznej w sieci nN z dużym nasyceniem OZE***, zleceniodawca: TAURON Dystrybucja, nr referencyjny: PNP/TD-CN/00509/2025, Dutka M., Firlit A., Hanzelka Z. i inni, 2025 r.

4.9 Podsumowanie osiągnięć i dorobku naukowo-badawczego

Do wniosku dołączono raporty oceny bibliometrycznej wraz z punktacją i liczbą cytowań. Opracowane zostały przez pracowników Biblioteki Głównej AGH na podstawie baz (według opcji Search): SCOPUS, Web of Science Core Collection (WoS CC), BaDAP BG AGH oraz wytycznych MNiSW. Dotyczą stanu na dzień 25.06.2025 i dostępne są w załącznikach: od Załącznik nr 7 do Załącznik nr 13.

Identyfikatory autora w systemach zewnętrznych:

ORCID ID: 0000-0002-7535-6170,
Scopus Author ID: 16068408700,
ResearcherID: EUD-1876-2022.

Podsumowanie danych bibliograficznych dotyczących cyklu publikacji

Punktacja dla publikacji stanowiących osiągnięcia naukowe (Załącznik nr 7):

▶ liczba publikacji:	9
▶ punktacja według roku wydania publikacji:	786
▶ punktacja według najnowszych wytycznych ministerstwa:	845

Raport oceny bibliometrycznej – baza Scopus – osiągnięcia (Załącznik nr 8):

▶ liczba publikacji (dokumentów) indeksowanych w bazie Scopus:	8
▶ łączna liczba cytowań publikacji w bazie Scopus:	51
▶ liczba cytowań z wyłączeniem autocytowań wszystkich współautorów:	46
▶ indeks Hirscha:	4
▶ indeks Hirscha po wyłączeniu autocytowań wszystkich współautorów:	4

Raport oceny bibliometrycznej – baza WoS CC – osiągnięcia (Załącznik nr 9):

▶ liczba publikacji indeksowanych w bazie WoS CC w tym 3 publikacje w czasopismach z listy JCR, posiadających Impact Factor (IF):	7
▶ sumaryczny Impact Factor według listy JCR:	12,956
▶ łączna liczba cytowań publikacji w WoS CC:	31
▶ liczba cytowań w WoS CC z wyłączeniem autocytowań:	30
▶ indeks Hirscha z bazy WoS CC:	4

Podsumowanie danych bibliograficznych dotyczących wszystkich publikacji w BaDAP⁽⁹⁾

Punktacja dla całego dorobku naukowego (Załącznik nr 10):

▶ liczba publikacji:	108
▶ punktacja według roku wydania publikacji:	2189
▶ punktacja według najnowszych wytycznych ministerstwa:	2605

Raport oceny bibliometrycznej – Scopus (Załącznik nr 11):

▶ liczba publikacji (dokumentów) indeksowanych w bazie Scopus:	28
▶ łączna liczba cytowań publikacji w bazie Scopus:	126
▶ liczba cytowań z wyłączeniem autocytowań wszystkich współautorów:	101
▶ indeks Hirscha:	7
▶ indeks Hirscha po wyłączeniu autocytowań wszystkich współautorów:	6

Raport oceny bibliometrycznej – WoS CC (Załącznik nr 12):

▶ liczba publikacji indeksowanych w bazie WoS CC, w tym 7 publikacji w czasopismach z listy JCR, posiadających Impact Factor (IF):	20
▶ sumaryczny Impact Factor według listy JCR:	16,856
▶ łączna liczba cytowań publikacji w WoS CC:	58
▶ liczba cytowań w WoS CC z wyłączeniem autocytowań:	56
▶ indeks Hirscha z bazy WoS CC:	5

⁽⁹⁾ W bazie BaDAP BG AGH nie są uwzględnione moje publikacje sprzed 2001 r. (10) i z 2025 r. (4). Brakuje 14 pozycji. Stąd całkowita liczba wynosi 123 pozycje, pomijając 6 pozycji związanych z patentami (stan na dzień: 27.09.2025).

Pełne podsumowanie aktywności, osiągnięć i dorobku naukowo-badawczego przedstawiłem w tabeli Tab. 2 (stan na dzień 25.06.2025).

Tab. 2 Podsumowanie aktywności, osiągnięć i dorobku naukowo-badawczego (25.06.2025)

Lp.	Aktywności, osiągnięcia i dorobek naukowo-badawczy	Liczba pozycji
1.	publikacje: (pl/en) po doktoracie (pl/en) przed doktoratem (pl/en)	119 (82/37) 101 (71/30) 18 (11/7)
2.	książki i monografie konferencyjne książki w Wydawnictwa AGH książki w PWN	6 (4+2) 3 1
3.	artykuły w bazie Web of Science artykuły w bazie SCOPUS artykuły w bazie IEEE Xplore artykuły w Przeglądzie Elektrotechnicznym artykuły w Wiadomości Elektrotechniczne artykuły w BazTech artykuły w Energies	20 28 10 12 3 13 5
4.	projekty i granty badawcze: międzynarodowe krajowe	16 4 12
5.	opracowania na rzecz energetyki zawodowej i przemysłu: po doktoracie przed doktoratem	134 110 22
6.	eksperymentalne badania porównawcze	3
7.	patenty	3
8.	wdrożenia	7
9.	licencje (promesa)	1
10.	naukowe nagrody JM Rektora AGH ⁽¹⁾	4
Wybrane pozycje z dorobku⁽²⁾		
11.	dydaktyczne nagrody JM Rektora AGH nagroda w Konkursie Im. Prof. W. Taklińskiego organizacyjne nagrody JM Rektora AGH	2 1 ⁽³⁾ 1
12.	skrypty dydaktyczne opracowania dydaktyczne w języku angielskim projekty i granty dydaktyczne – międzynarodowe promotor pomocniczy prac doktorskich	4 12 2 3

⁽¹⁾ Otrzymane nagrody przedstawiono w rozdziale 6.5, str. 77.

⁽²⁾ Szczegółowe informacje przedstawiono w rozdziale 6 (dydaktyka, rozdz. 6.1, str. 69).

⁽³⁾ W marcu 2025 r. złożony został drugi wniosek do XXXVIII Konkursu o Nagrodę im. prof. W. Taklińskiego przez zespół, którego jestem członkiem – szczegółowsze informacje: rozdział 6.1, str. 69, pkt 1.

Podsumowanie głównych osiągnięć naukowo-badawczych wnioskodawcy

W ramach moich prac naukowo-badawczych zrealizowałem następujące oryginalne, indywidualne osiągnięcia naukowe:

1. Przeprowadziłem badania i testy 24 analizatorów jakości energii elektrycznej mobilnych i stacjonarnych oraz 19 środowisk softwareowych w warunkach laboratoryjnych oraz *in situ*. Szczególnie koncentrowałem się na możliwościach poprawnej analizy wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej oraz tworzenia raportów i oceny warunków zasilania zgodnie z obowiązującymi przepisami (rozporządzenia, normy, instrukcje ruchu i eksploatacji i inne). Skala i zakres prac jest znaczący i unikatowy w skali nie tylko krajowej. Prowadziłem prace we współpracy z ośrodkami krajowymi zajmującymi się jakością dostawy energii elektrycznej (Politechnika Łódzka, Politechnika Wrocławska, Politechnika Białostocka, OSD i OSP, przemysł: KGHM Polska Miedź, CELSA Huta Ostrowiec, SONEŁ – Sonel Analiza, Elektrotim/Procom System – CERTAN, SOPJEE, MOBISYS) i zagranicznymi (EPRI – program PQView, A-Eberle/ASTAT – program WinPQ/WinPQ-mobil, Schneider Electric – program ION Enterprise, University of Bergamo [P.19], [P.20], Leonardo Energy/Copper Alliance). Efekty moich prac wielokrotnie znalazły zastosowanie w energetyce zawodowej i przemyśle ([P.1]-[P.6], [P.14], [P.18], [P.28], [P.29], [P.39]-[P.42]). Zrealizowałem kilka projektów naukowo-badawczych, w tym projekt NCN [G.5]. Wykorzystałem wiedzę i doświadczenia pozyskane w trakcie zagranicznych szkoleń i staży m.in.: środowisko PQView – Electrotek Concepts i Electric Power Research Institute EPRI w Norwegii, środowisko WinPQ/WinPQ-mobil Oddział R&D Power Quality A-Eberle w Niemczech, wieloletnia współpraca z Działem Energetyka i Jakość Energii Elektrycznej firmy ASTAT.,
2. Uczestniczyłem w badaniach porównawczych (benchmarkingu) 14 analizatorów jakości energii elektrycznej (Piknik JEE) i 17 liczników energii elektrycznej typu AMI/smart meter (Piknik AMI). Przeprowadzone badania mają unikatowy charakter w skali krajowej i światowej. Opracowania dostępne są w domenie publicznej, prezentowane były w kraju i za granicą [P.15], [P.16]. Współpracowałem z TAURON Dystrybucja i Politechniką Wrocławską oraz firmami dostarczającymi urządzenia. Jednym z wielu pozytywnych efektów organizacji i przeprowadzenia badań porównawczych było stworzenie Zespołu Laboratoriów Jakości Energii Elektrycznej w Centrum Energetyki AGH we współpracy z TAURON Dystrybucja.,
3. Opracowałem koncepcję i uczestniczyłem w realizacji rozproszonego systemu monitorowania wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej w punktach przyłączenia rozproszonych źródeł energii oraz wirtualnego, hybrydowego, rozproszonego źródła energii. Na bazie opracowanego systemu przeprowadziłem badania i analizy jakości dostawy energii elektrycznej dotyczące RZE oraz bilansowania mocy i energii z uwzględnieniem odbiorcy. Podsumowaniem moich prac jest publikacja [P.14] (szczególnie rozdział 4), także [P.47]. Przedsięwzięcie to było jednym z pierwszych tego typu w kraju, biorąc pod uwagę moce obiektów oraz skalę ich rozproszenia (odległości między nimi). Współpracowałem z oddziałem Power Quality firmy A-Eberle z Niemiec, z działem Jakości Energii Elektrycznej firmy ASTAT oraz firmami udostępniającymi RZE. Zrealizowałem projekty NCBR o charakterze naukowo-badawczym [G.9]. Wykorzystałem wiedzę i doświadczenia pozyskane w trakcie pobytu (stażu) w Laboratorium TECNALIA – Energy & Environment Division, Hiszpania, w ramach programu DERri Distributed Energy Resources Research Infrastructure.,
4. Uczestniczyłem w opracowaniu zagregowanych wskaźników jakości energii elektrycznej W_1 - W_4 i $CWJ_{U,j}$ (jakości napięcia). Zaproponowana koncepcja została przyjęta przez URE. Wskaźniki W_1 - W_4 zostały uwzględnione w obowiązującej wersji rozporządzenia w sprawie systemu pomiarowego w załączniku nr 3 pt. „Minimalne wymagania dotyczące wskaźników JDEE dla liczników zdalnego odczytu LZO”. Stosowane są również do danych pomiarowych pozyskiwanych za pomocą

analizatorów jakości energii elektrycznej (poniższy punkt 5). Krajowi operatorzy wdrażają zagregowane wskaźniki do liczników energii elektrycznej od 2017 r. W pierwszej kolejności dla liczników bilansujących SN/nN, następnie liczników instalowanych u odbiorców, szczególnie prosumentów. Niektórzy operatorzy planują, aby wszystkie liczniki miały zaimplementowane algorytmy obliczające zagregowane wskaźniki. Współpracowałem i współpracuję z krajowymi OSP i OSD w tym obszarze. Opracowanie i wdrożenie ma charakter unikatowy w skali krajowej i światowej – publikacje [P.2], [P.15], [P.38], [P.43].,

5. Prowadziłem prace badawczo-rozwojowe związane z integracją, przetwarzaniem, wizualizacją i analizą wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej, także zagregowanych W_1 - W_4 , $CWJ_{U,j}$ oraz innych istotnych danych (elektrycznych i nieelektrycznych) pochodzących z różnych źródeł danych i od różnych producentów. Działania realizowałem we współpracy z różnymi operatorami OSP i OSD. Istotnym i oryginalnym moim osiągnięciem jest opracowanie koncepcji nadrzędnych systemów informatycznych przeznaczonych dla OSD: system MOBISYS dla Enea Operator i system SOPJEE dla TAURON Dystrybucja. Uczestniczyłem w wykonaniu tych systemów oraz ich wdrożeniu, są unikatowe w skali krajowej i światowej ([P.2]-[P.6], [P.14], [P.18], [P.28], [P.29] [P.39]-[P.42], [P.46]). Zrealizowałem dwa projekty NCBR o charakterze naukowo-badawczym [G.12] i [G.13], których byłem kierownikiem. Uczestniczyłem również w pracach dotyczących systemu nadrzędnego SOJEE dla PSE Operator. Oprócz wymienionych operatorów współpracowałem także z naukowcami z Uniwersytetu Zielonogórskiego oraz z firmami Procom System, Energotest, Sonel, Mikronika, A-Eberle i ASTAT.,
6. Zastosowałem teorię składowych fizycznych prądu (TSFP) autorstwa prof. L. S. Czarneckiego (Currents' Physical Components CPC) w obszarze poprawy jakości energii elektrycznej. Dotychczas nie miała ona praktycznych aplikacji poza propozycjami jej Autora i nie była wcześniej stosowana w obszarze aktywnej energetycznej filtracji. Zastosowałem ją do opracowania algorytmu sterowania w układzie sterowania trójfazowego, trójprzewodowego równoległego energetycznego filtra aktywnego (REFA). Przeprowadziłem pełen proces badawczy: rozpoznanie teoretyczne, opracowanie modeli symulacyjnych oraz badania i testy, budowa modelu fizycznego i stanowiska laboratoryjnego, wykonanie badań i testów. Wykazałem, że na podstawie TSFP możliwe jest opracowanie algorytmu sterowania dla REFA oraz jego praktyczna implementacja ([P.1], [P.10]-[P.13], [P.23]-[P.25]). Opracowany algorytm sterowania umożliwił jednoczesną filtrację wyższych harmonicznych prądu, kompensację mocy biernej oraz symetryzację prądów po stronie sieci zasilającej. Pozwala na uzyskanie sinusoidalnego przebiegu prądu źródła zasilania pomimo odkształconego napięcia zasilającego w punkcie przyłączenia. Sposób działania oraz skutki aplikacji opracowanego algorytmu sterowania REFA w oparciu o TSFP zostały porównane z efektami pracy REFA m.in. z algorytmem sterowania bazującym na teorii mocy chwilowych p-q. Zaproponowałem i uwzględniłem w algorytmie wyodrębnienie pierwszej harmonicznej prądu aktywnego, która wykorzystana została do obliczenia prądu referencyjnego dla REFA. Dzięki temu umożliwia uzyskanie sinusoidalnego przebiegu prądu źródła zasilania mimo odkształconego napięcia zasilającego w punkcie przyłączenia. Kontynuowałem prace naukowo-badawcze w ramach międzynarodowego projektu KIC ProInterface [G.10]. Rezultatem działań było opracowanie i wykonanie prototypu REFA. Uczestniczyłem też we wdrożeniu REFA utrzymując współpracę z firmą Elsta Elektronika i KIC InnoEnergy (prezentacja wdrożonej wersji REFA na konferencji The Business Booster TBB.2017, Holandia).,
7. Wykonałem wiele badań laboratoryjnych oraz *in situ* dotyczących analizy i oceny efektów pracy różnych rozwiązań technicznych stosowanych do poprawy jakości energii elektrycznej oraz warunków zasilania w sieciach dystrybucyjnych i przemysłowych. Zrealizowałem prace naukowo-badawcze w ramach trzech projektów NCBR: KlastER [G.15] i OTE [G.16] – programy GOSPOSTRATEG oraz międzynarodowego projektu RELflex [G.14] – program ERA.Net Smart Grids

Plus. Wykorzystałem wiedzę i doświadczenia pozyskane w trakcie pobytów (staży): w Laboratorium CRES Centre for Renewable Energy Sources and Saving w Grecji oraz w Laboratorium FOSS Research Centre for Sustainable Energy, University of Cyprus w ramach programu ERIGrid European Research Infrastructure supporting Smart Grid Systems Technology Development. Prace badawcze realizowałem we współpracy z energetyką zawodową OSD i OSP oraz przemysłem, klastrami energii i różnymi instytucjami działającymi w obszarze elektroenergetyki oraz rynku energii elektrycznej. Szereg wykonanych przeze mnie prac jest oryginalnych nie tylko w skali krajowej. Przykładowe, wybrane pozycje:

- 7.1. badania i analiza pracy przemysłowej sieci elektroenergetycznej 100 kV i 30 kV z piecem łukowym 115 MVA oraz układem statycznego kompensatora FC/TCR o mocy znamionowej 160 Mvar w ramach projektu INNOSTAL [G.11] NCBR – współpraca z CELSA Huta Ostrowiec oraz Hitachi Energy (wykonawca FC/TCR) [P.4], [P.28], [P.50]. Charakter badanych obiektów oraz ich moce znamionowe stanowią o unikatowości nie tylko w skali krajowej.,
- 7.2. badania, testy i analiza pracy bateryjnych systemów magazynowania energii elektrycznej przyłączonych do sieci OSD, m.in. ze znaczącą liczbą instalacji PV. Wykonane przeze mnie badania i testy oraz opracowania stosowane są jako wzorcowe przez OSD [P.51], [P.55], [P.54]. Współpraca z TAURON Dystrybucja, Enea Operator i PGE Dystrybucja oraz Polskim Stowarzyszeniem Magazynowania Energii PSME, portal e-magazyny.pl oraz firmami: Apator, ZPUE, Elsta i Elsta Elektronika, Fideltronik, Symetrium.,
- 7.3. uczestnictwo w badaniach porównawczych przekształtników fotowoltaicznych dla instalacji prosumenckich. Testom poddano 12 urządzeń 1-fazowych i 17 urządzeń 3-fazowych, dostarczonych przez 19 firm. Charakter tego przedsięwzięcia jest unikatowy w skali krajowej i światowej [P.17], [P.18].

5 Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Moja aktywność naukowo-badawcza realizowana była często we współpracy z zewnętrznymi partnerami krajowymi i zagranicznymi w tym z innymi uczelniami, instytucjami naukowymi, działami badawczo-rozwojowymi. Nawiązywałem do tego kilkakrotnie w rozdziale 4 (potwierdzenia współpracy z wybranymi partnerami zamieściłem w załącznikach: od Załącznik nr 18 do Załącznik nr 31). Poniżej zamieściłem podsumowanie mojej aktywności w tym obszarze.

1. Realizacja międzynarodowego projektu KIC ProInterface [G.10] związana była ze współpracą z KTH Royal Institute of Technology, Sztokholm, Szwecja, gdzie znajdował się ośrodek zarządzający i oceniający (Colocation Centre Sweden – CC Sweden – Stockholm: European Smart Electric Grid and Electric Storage). W ramach projektu współpracowałem również z konsorcjantami: Technical University of Catalonia (CITCEA) oraz TAURON Dystrybucja – Biuro Innowacji i Nowych Technologii, JES-Energia (spin-off) i Elsta Elektronika. Rezultatem współpracy są publikacje [P.7], [P.26], [P.34], wdrożenie i komercjalizacja [W.2] oraz promesa licencji [L.1].
2. Realizacja międzynarodowego projektu KIC ASS [G.8] związana była ze współpracą z Eindhoven University of Technology (TU/e), gdzie znajdował się ośrodek zarządzający i oceniający (Colocation Centre Benelux: Intelligent Energy-efficient Buildings and Cities, Benelux, Eindhoven). Konsorcjantami projektu były również uczelnie: Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven) oraz KTH Royal Institute of Technology, Sztokholm, Szwecja (KTH). Rezultatem współpracy jest uniwersalna platforma pomiarowo-obliczeniowa parametrów elektrycznych i wskaźników jakości energii elektrycznej oraz publikacje [P.14], [P.6], [P.26], [P.34], [P.45].

3. Realizacja międzynarodowego projektu [G.14] związana była ze współpracą z Fraunhofer IFF i University of Applied Sciences (HSMD) Magdeburg, Niemcy oraz Europejskim Instytutem Miedzi Polska (EIM). Rezultatem współpracy i projektu jest fizyczne stanowisko mikrosieci opracowane i zbudowane w Laboratorium Jakości Energii Elektrycznej w AGH (pawilon B1, hala H05) we współpracy z firmą Elsta (Załącznik nr 26).
4. Współpraca z prof. Angelo Bagginim z University of Bergamo z Włoch przyczyniła się do powstania publikacji książkowych [P.19], [P.20]. Pan Profesor jest też członkiem komitetu naukowego międzynarodowej konferencji EPQU International Conference on Electrical Power Quality and Utilisation organizowanej przez moją katedrę we współpracy z Instytutem Elektroenergetyki z Politechniki Łódzkiej. Współpraca z prof. A. Baggini realizowana była również w ramach międzynarodowych projektów dydaktycznych LPQI i LPQIVES [G.17] (str. 69). Jej rezultatem było m.in. opracowanie materiałów dotyczących kształcenia w obszarze jakości dostawy energii elektrycznej (rozdział 6.1 str. 69).
5. Staże oraz prace badawcze w zagranicznych ośrodkach naukowo-badawczych-rozwojowych:
 - 5.1. prowadzenie badań i pomiarów w wydzielonej sieci MicroGrid w Laboratorium TECNALIA – Energy & Environment Division, Bilbao, Hiszpania, w ramach programu DERri Distributed Energy Resources Research Infrastructure, 17-22.11.2013 – TECNALIA jest największym ośrodkiem badań stosowanych i rozwoju technicznego w Hiszpanii, www.tecnalia.com. Uzyskane wyniki i doświadczenie zostały wykorzystane w projekcie [G.9], [G.12] oraz publikacji [P.14].
 - 5.2. prowadzenie badań i pomiarów dotyczących JDEE w sieciach z instalacjami fotowoltaicznymi w Laboratorium CRES Centre for Renewable Energy Sources and Saving, Pikermi k. Aten, Grecja w ramach programu ERIGrid European Research Infrastructure supporting Smart Grid Systems Technology Development, Validation and Roll Out, 13-23.02.2019, www.cres.gr. Uzyskane doświadczenie zostało wykorzystane w projekcie [G.15] oraz w trakcie realizacji badań eksperymentalnych przekształtników PV podsumowanych publikacjami [P.17] i [P.18].
 - 5.3. prowadzenie badań dotyczących systemów monitorowania, bilansowania oraz odnawialnych źródeł energii i systemów VPP w Laboratorium FOSS Research Centre for Sustainable Energy, University of Cyprus, Nikozja, Cypr w ramach programu ERIGrid 2.0 European Research Infrastructure supporting Smart Grids and Smart Energy Systems Research, Technology Development, Validation and Roll Out, 23-30.10.2022, www.fosscy.eu. Uzyskane doświadczenie zostało wykorzystane w projekcie KlastER [G.15] i OTE [G.16] oraz publikacji [P.18].
6. Współpraca z oddziałem R&D Power Quality A-Eberle GmbH & Co. KG, Niemcy, Norymberga i sekcją Jakości Energii Elektrycznej firmy ASTAT z Poznania w obszarze analizatorów JEE, systemów monitorowania wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej, m.in. w ramach realizacji projektu [G.3], [G.5], [G.9] – pozyskane kompetencje wykorzystano na rzecz publikacji [P.14], [P.3], [P.15], [P.18], [P.28], [P.29] oraz projektów [G.12], [G.13].
7. Staże w zagranicznym ośrodku w obszarze systemów monitorowania wskaźników jakości energii oraz pomiarów z wykorzystaniem analizatorów jakości energii elektrycznej w oddziale R&D Power Quality A-Eberle GmbH & Co. KG, Norymberga, Niemcy, w latach 2010 – 2015. Wykaz staży (potwierdzenie w Załącznik nr 18):
 - 7.1. Integration of systems for monitoring power quality – the concept of the functionality of the master system for TAURON and other DSO, 14-15.12.2015,
 - 7.2. Grid dynamics analyzing system GDASys, 07-09.11.2013,
 - 7.3. Power quality monitoring and blackout prevention systems, 08-09.02.2011,
 - 7.4. Power Quality Training – Monitoring by PQI-A and WinPQ, 09-10.02.2010.

8. Udział w szkoleniach zagranicznych (m.in. z w ramach współpracy badawczo-testowej z OSP i OSD w obszarze systemów monitorowania W-JDEE):
 - 8.1. PQView User Group Meeting and Workshop European Spring 2009 , Lillestrøm, Norwegia, organizatorzy: Electrotek Concepts, Electric Power Research Institute EPRI and CEE Energiteknikk AS, 17-18.06.2009.
Przed wyjazdem do Norwegii uczestniczyłem w tygodniowym szkoleniu dotyczących środowiska PQView w PSE Operator w Warszawie. Przeprowadzone zostało przez Electrotek Concepts i EPRI (cze-lip 2008).,
 - 8.2. Wind Energy Workshops – EWEA European Wind Energy Association, Holandia, Rotterdam, 03-04.12.2013,
 - 8.3. Power quality system: PQ Analyze and analyzer Topas 1000, LEM Company, Wiedeń, Austria, 20-21.01.2004,
 - 8.4. warsztaty „The Third European DSP Education & Research Conference”, Paryż, Francja, 20–22.09.2000.

Zaangażowanie w pkt 6, pkt 7 i pkt 8, pozyskane kompetencje wykorzystano na rzecz publikacji [P.14], [P.3], [P.15], [P.18], [P.28], [P.29] i innych oraz w projektach [G.3], [G.5], [G.9], [G.12], [G.13].

9. W ramach realizacji projektów współpracowałem z naukowcami z krajowych uczelni technicznych: Politechnika Łódzka, Politechnika Wrocławska, Uniwersytet Zielonogórski, Politechnika Białostocka, Politechnika Poznańska oraz Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych „EMAG” w Katowicach (poprzednio Centrum Elektryfikacji i Automatyzacji Górnictwa „EMAG”).
10. Współpracuję z naukowcami z Politechniki Białostockiej z Wydziału Elektrycznego, z dr. inż. Grzegorzem Hołdyńskim i dr. hab. inż. Zbigniewem Skibko. Jej efektem są m.in. publikacje [P.27], [P.48], [P.56] oraz prezentacja artykułów na I KNER’2023, II KNER’2024 i III KNER’2025 Konferencja Naukowa Energetyki Rozproszonej w ramach I, II i III Kongresu Energetyki Rozproszonej, AGH Kraków [P.52], [P.53]. Współpracujemy również w obszarze analizy pracy bateryjnych systemów magazynowania energii elektrycznej, mikrosieci oraz zwiększenia zdolności przyłączania do sieci elektroenergetycznych OZE w ramach projektu OTE [G.16]. W czerwcu 2025 r. zgłoszony i zaakceptowany został artykuł na III KNER’2025.
11. W ramach realizacji projektu SOPJEE [G.12] współpracowałem z TAURON Dystrybucja – Biuro Innowacji i Nowych Technologii oraz z firmą informatyczną Procom System. Efektem są m.in. publikacje [P.4], [P.5], [P.28], [P.29] oraz opracowany, wykonany i wdrożony system nadrzędny SOPJEE – wdrożenie [W.6] (Załącznik nr 20).
12. W ramach realizacji projektu MOBISYS [G.13] współpracowałem z Enea Operator – Departament Zarządzania Informacją Pomiarową. Efektem są m.in. publikacje [P.3], [P.17], [P.18], [P.21] (opracowanie [O.11] – prezentowane na konferencjach) oraz opracowany, wykonany i wdrożony system nadrzędny MOBISYS – wdrożenie [W.7] (Załącznik nr 21).
13. Współpraca z TAURON Dystrybucja i Enea Operator w ramach projektów KlastER [G.15] i OTE [G.16] oraz wielu innych przedsięwzięć.
14. W ramach realizacji projektu KlastER [G.15] i OTE [G.16] prowadziłem m.in. badania i testy bateryjnych systemów magazynowania energii. Współpracowałem z producentami: Apator, ZPUE Włoszczowa, Elsta i Elsta Elektronika, Fideltronik oraz z TAURON Dystrybucja (Biuro Innowacji i Nowych Technologii), PGE Dystrybucja i Enea Operator. Efektem są m.in. publikacje [P.51], [P.54]-[P.56] oraz udział w Radzie Programowej Konferencji Transformacja Energetyczna i Magazynowanie Energii (TEiME), edycje: II (2024 r.), III (2025 r.) i IV (2026 r.) oraz prezentacje na kilku konferencjach.

15. Udział, jako prelegent, w kilku seminariach naukowych Zespołu Jakości Energii Elektrycznej AGH: na Politechnice Częstochowskiej (30.06.2017), na Politechnice Warszawskiej (Zespół prof. Antoniego Dmowskiego, 2007 r.) oraz w PSE Operator w Warszawie (2006 r.).
16. Przed wybuchem wojny między Rosją a Ukrainą pozytywnie rozwijała się współpraca Zespołu JEE AGH z Zespołem prof. Jarosława Szklarskiego z St. Petersburg Mining University. Współuczestniczyłem w organizacji trzech międzynarodowych seminariów on-line (okres pandemii i lockdownu): 18.11.2020, 04.03.2021, 30.06.2021. W trakcie pierwszego seminarium wygłosiłem referat pt. „AGH Power Quality Team – ongoing research and development works, projects, cooperation with industry”. W seminariach uczestniczyli przedstawiciele innych zagranicznych uczelni m.in.: Universidad Politécnica de Madrid UPM, University of Bergamo, Fraunhofer IFF Magdeburg.
17. Udział w stażach/warsztatach/szkoleniach krajowych (wybrane pozycje, Załącznik nr 18):
 - 17.1. „Magazyn energii i kondycjoner sieci PIXII dla biznesu – dobór, konfiguracja, montaż” – warsztaty szkoleniowe, Polska Akademia Fotowoltaiczna, firmy Avrii i Pixii, 13.04.2023, Tarnów,
 - 17.2. „Grid Dynamics Analysing System GDASys”, Polska, Gliwice, ASTAT Sp. z o.o., EnergoPomiar Gliwice Sp. z o.o., 16.05.2017,
 - 17.3. „Smart Communications & Technology Forum”, IV edycja, Warszawa, 18.09.2014,
 - 17.4. „Zagadnienia związane z dynamiką sieci. Urządzenia DA-BOX 2000. Kompetentna analiza wyników pomiarów.”, ASTAT, Poznań, 24.04.2014,
 - 17.5. „Parametryzacja, uruchomienie i obsługa systemu pomiarowego JEE WinPQ na bazie analizatorów PQI-DA, AEberle/ASTAT”, TAURON Dystrybucja S.A., Gliwice, Polska, 23-24.04.2013,
 - 17.6. „Systemy PQView jako aplikacja umożliwiająca integrację baz danych z różnych analizatorów jakości energii elektrycznej”, Dranetz – USA / ASTAT – Polska, Września, 14.06.2011,
 - 17.7. „Pomiary w elektroenergetyce – SMART GRID – SMART METERING”, TAURON S.A., Muszyna, Polska, 15-16.11.2012, słuchacz i wykładowca,
 - 17.8. IV Forum „Efektywność Energetyczna Napędów z Silnikami Elektrycznymi”, Korytnica, 24-26.10.2007,
 - 17.9. „Automatyka elektroenergetyczna nowoczesnych stacji w praktyce”, uczestnik i wykład pt.: „Jakość energii elektrycznej – wprowadzenie do problematyki”, SIEMENS, Zawiercie, 22-24.05.2007,
 - 17.10. „Power quality monitoring system QIS (Quality Information System) and QWave Power analyzers”, szkolenie z obsługi systemu monitorowania oraz analizatorów, prowadzącym był współtwórca systemu – T. de Trotz , Kraków, 2001 r.,
 - 17.11. Udział w I Ogólnopolskie Warsztaty Doktoranckie Wydziałów Elektrycznych, Politechnika Śląska, Istebna, 17-20.10.1999,
 - 17.12. „Przemysłowe zastosowania mikroprocesorów – mikroprocesory w energoelektronice”, udział w seminarium, Politechnika Warszawska, Instytut Sterowania i Elektroniki Przemysłowej - Ośrodek Promocji Badań Energoelektroniki, 14.01.1999,
 - 17.13. „Użytkowanie i nauczanie programu Schema-Expert v.7.1”, Kraków, 14-18.09.1998,
18. Konsultacje z prof. Leszkiem S. Czarneckim, Louisiana State University, Baton Rouge, USA oraz Herbertem L. Ginnem III, Assistant Professor, Department of Electrical and Computer Engineering, Mississippi State University, USA dotyczące obszaru teorii mocy oraz teorii składowych fizycznych prądu (ang. Currents' Physical Components – CPC) – ([P.1], [P.10]-[P.13], [P.20], [P.23], [P.24]). Udział w kilku seminariach.
19. Współpraca z naukowcami z różnych uczelni w ramach działalności realizowanej w Wyższej Szkole Zarządzania i Bankowości w Krakowie.

6 Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

6.1 Działalność i osiągnięcia dydaktyczne

1. W 2016 r. otrzymałem Nagrodę Imienia Profesora Władysława Taklińskiego w XXIX edycji konkursu za rozpoczęcie i prowadzenie w Akademii Górniczo-Hutniczej działalności dydaktycznej w dziedzinie pt. „Jakość dostawy energii elektrycznej” – nagroda II stopnia dla zespołu (nie przyznano nagrody I stopnia w tej edycji konkursu). Tytułem do przyznania nagrody są wybitne osiągnięcia w dziedzinie dydaktyki. Jury Konkursu uhonorowało wysiłki zespołu, w składzie: prof. dr hab. inż. Zbigniew Hanzelka, dr inż. Andrzej Firlit, dr inż. Ryszard Klempka, dr inż. Krzysztof Piątek, dr inż. Bogusław Świątek i mgr inż. Krzysztof Chmielowiec, za wieloletnie działania (Załącznik nr 32).

W marcu 2025 r. został złożony wniosek do XXXVIII Konkursu o Nagrodę Imienia Profesora Taklińskiego za działalność dydaktyczną w nowej dziedzinie naukowej pt. „Energetyka rozproszona w transformacji energetycznej”. Jestem członkiem zespołu wnioskującego – Zespół ds. Jakości i Efektywnego Użytkowania Energii Elektrycznej (JUEE) – dr inż. Stephan Mboving Azebaze, dr inż. Szymon Barcentewicz, dr hab. inż. Andrzej Bień, dr inż. Krzysztof Chmielowiec, dr inż. Mateusz Dutka, dr inż. Paweł Dybowski, dr inż. Andrzej Firlit, prof. Zbigniew Hanzelka, dr hab. inż. Ryszard Klempka, dr inż. Tomasz Siostrzonek, prof. Waldemar Skomudek.

2. Zaangażowanie w prowadzenie zajęć na studiach podyplomowych:
 - 2.1. **Jakość Energii Elektrycznej**, czternaście edycji w latach 2001-2025, wykłady, laboratoria, promotor prac dyplomowych, kierownik sześciu edycji od 2008 r.,
www.podyplomowe.agh.edu.pl/oferta-studiow-podyplomowych/jakosc-energii-elektrycznej
 - 2.2. **Rozproszone źródła i magazyny energii – klastry energii**, lata 2021-2022, wykłady, promotor prac dyplomowych,
 - 2.3. **Efektywne użytkowanie energii elektrycznej**, lata 2012-2013, wybrane wykłady i laboratoria,
 - 2.4. **Facility Management – zarządzanie inteligentnym budynkiem**, Wydział Zarządzania, 2013 r., wybrane wykłady i laboratoria,
 - 2.5. **Układy zasilania i sterowania urządzeniami elektrycznymi w zakładach górnictwa podziemnego**, lata 2013-2014, wybrane wykłady i laboratoria, promotor prac dyplomowych
3. Uczestniczyłem w pracach Zespołu Jakości Energii Elektrycznej w realizacji europejskiego programu **dydaktyczno-szkoleniowego Leonardo Energy: projekty Leonardo Power Quality Initiative LPQIVES i LPQI [G.17]**. Współpraca z European Copper Institute ECI (wcześniej: PCPM – Polskie Centrum Promocji Miedzi) funkcjonującym w ramach Copper Alliance.

G.17. Europejski program dydaktyczno-szkoleniowy Leonardo Energy: projekty Leonardo Power Quality Initiative LPQIVES i LPQI – Jakość Energii Elektrycznej, lata 2005-2009

W ramach realizowanych prac brałem udział m.in. w:

► opracowaniu wykładów w języku angielskim dla Power Quality Academy Leonardo Energy

zespół: Hanzelka Z., Firlit A., Piątek K., Rogóż M., Łoziak W.

- **Voltage changes, flicker (PQ03)** the course of voltage changes and flicker; effects on lighting systems and electrical equipment: sources, effects, measurement, mitigation, standards (2009)
- **Voltage and current distortion (PQ02)** the course of voltage and current distortion and interharmonics: causes, effects, mitigation, standards (2009)

Firlit A.: Appendix A: **Electrical power theories** (advanced)

Appendix B: **Active power filters** (advanced)

- ▶ opracowaniu case studies w języku angielskim – publikacja wyróżnionych prac dyplomowych studiów podyplomowych JEE dla KGHM, których byłem promotorem:

Electrical Power Quality Analysis of the KGHM PM S.A. Distribution System Operator Network, Rymkiewicz R., Firlit A.

Implementation of the Czarnecki's Power Theory in the Sonel S.A. Power Quality Analyser, Pawłowski R., Firlit A.

Analysis of the Power Network at the Point of Connection of Two Hoist Machines Converter Drives, Borkowski K., Hanzelka Z., Firlit A., Piątek K.

- ▶ przeprowadzeniu eksperymentu dydaktycznego – Power Quality / Jakość Energii Elektrycznej – w ramach:

7th International Conference on Electrical Power Quality & Utilisation EPQU'2003

Równolegle do konferencji zorganizowano we współpracy z Polskim Centrum Promocji Miedzi, pod auspicjami Europejskiego Programu Leonardo da Vinci, eksperyment dydaktyczny w zakresie jakości energii elektrycznej. Zaproszono do niego studentów z polskich uczelni technicznych (Politechnika Białostocka, Politechnika Radomska, Politechnika Warszawska, Politechnika Wrocławska, Akademia Morska w Gdyni, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa z Tarnowa oraz Akademia Górniczo-Hutnicza oraz z Politechniki Lwowskiej). Celem eksperymentu było porównanie efektów kształcenia metodą tradycyjną (tablica i kreda) z metodą bazującą na przygotowanych kursach internetowych.

- ▶ opracowaniu poradników dydaktycznych:

Pasywne i aktywne sposoby eliminacji odkształcenia napięcia, Firlit A.

leonardo-energy.pl/wp-content/uploads/2016/01/EIM01312-03-Pasywne-i-aktywne-sposoby-eliminacji-odkształcenia-napięcia.pdf

Opracowanie wirtualnego hybrydowego źródła energii elektrycznej złożonego z RZE i OZE z zastosowaniem systemu ciągłego monitorowania jakości energii elektrycznej

Firlit A., Hanzelka Z., Chmielowiec K., Piątek K., Świątek B., Woźny K.

leonardo-energy.pl/wp-content/uploads/2016/07/EIM01232-Opracowanie-wirtualnego-hybrydowego-źródła-energii-elektrycznej-zlozonego-z-RZE-i-OZE.pdf

Jednopunktowe metody lokalizacji źródeł wahań napięcia w systemie elektroenergetycznym

Hanzelka Z., Chmielowiec K., Firlit A., Kozieł R., Piątek K., Woźny K.

leonardo-energy.pl/wp-content/uploads/2016/08/EIM01106-Jednopunktowe-metody-lokalizacji-źródeł-wahań-napięcia-w-systemie-elektroenergetycznym.pdf

Zagregowane wskaźniki w rozproszonym systemie oceny jakości dostaw energii elektrycznej PSE SA

PSE: Jurek M., Rączka J.; AGH: Świątek B., Hanzelka Z., Firlit A.

leonardo-energy.pl/wp-content/uploads/2016/08/EIM01108-Zagregowane-wskaźniki-oceny-jakości-dostaw-energii-elektrycznej-PSE-SA.pdf

4. Organizacja egzaminów na specjalistę ds. jakości energii elektrycznej w ramach Polskiego Komitetu Naukowo-Technicznego ds. Jakości i Efektywnego Użytkowania Energii Elektrycznej Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

Jednym z efektów projektu **Leonardo Power Quality Initiative LPQIVES** było opracowanie systemu certyfikacji kwalifikacji zawodowych w dziedzinie jakości dostawy energii elektrycznej (JDEE) na poziomie europejskim. W ramach systemu zainteresowani mogą uzyskać międzynarodowy certyfikat specjalisty w dziedzinie jakości energii elektrycznej (Power Quality Expert) – stopień 1, 2 lub 3. W Polsce instytucją odpowiedzialną za przeprowadzenie testów na stopień specjalisty JEE jest Stowarzyszenie Elektryków Polskich – Polski Komitet SEP ds. Jakości i Efektywnego Użytkowania Energii Elektrycznej, którego jestem przewodniczącym. Uczestniczyłem w przygotowaniu pytań, prowadzeniu seminariów i szkoleń oraz przeprowadzaniu egzaminów na stopień 1 i 2.

5. Uczestniczyłem w realizacji europejskiego projektu dydaktycznego KIC Explore House [G.18].

G.18. KIC Explore House – The quality and efficient use of electric power in intelligent power supply systems – a technological demonstrator

KIC InnoEnergy, projekt KIC Explore House: Education – AGH University of Krakow, CC Poland+, Task 8.1, umowa nr 502.120.2001; projekt o charakterze dydaktycznym; data: od 30.11.2011 do 31.12.2013, projekt zrealizowany

rola w projekcie: kierownik projektu w ramach AGH, główny wykonawca – odpowiedzialny za prace dotyczące m.in.: 1) wykonania systemu monitorowania wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej w wybranych punktach sieci zasilającej Kampus AGH; 2) prezentacji i analiz parametrów pracy sieci zasilających: wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej i parametrów energetycznych (moce, energie, współczynniki mocy).

6. Współautor czterech skryptów dydaktycznych.

P.57. Potrawka S. (redaktor): „Teoria Sterowania i Technika Regulacji – Laboratorium”, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Kraków, skrypt, 2001 r.

Firlit A. – autor dwóch rozdziałów pt.:

„Analityczne i graficzne kryteria stabilności liniowych układów automatycznej regulacji”,
„Regulator PID – charakterystyki czasowe i częstotliwościowe”.

P.58. Firlit A., Grobel-Kijanka A., Jarocho R. i in.: „INFORMATYKA Windows 2000 Professional, Internet, MS Word, MS Excel, MS Access, MS PowerPoint, Tworzenie stron Internetowych” prace naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania i Bankowości w Krakowie, poz. 41, wyd. I, Oficyna Wydawnicza Text Kraków, 2002 r., skrypt,

P.59. Firlit A., Grobel-Kijanka A., Jarocho R. i in.: „INFORMATYKA Windows NT, Internet, MS Word, MS Excel, MS Access, MS PowerPoint” prace naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania i Bankowości w Krakowie, poz. 32, wyd. I, Oficyna Wydawnicza Text, Kraków, 2000 r., skrypt,

P.60. Firlit A., Jarocho R.: „Informatyka – Excel 97”, prace naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania i Bankowości w Krakowie, poz. 18, Wydawnictwo OW „Text” Kraków, 1999 r., skrypt.

7. W ramach mojej działalności dydaktycznej opracowałem i prowadziłem zajęcia m.in. z następujących przedmiotów:

□ zajęcia dydaktyczne prowadzone w języku polskim:

- Jakość energii elektrycznej - laboratoria, ćwiczenia, wykłady (kierunek: Elektrotechnika, stacjonarne III rok i niestacjonarne IV rok)
- Rozproszone systemy monitorowania - smart metering (studia II stopnia, wykłady, laboratoria)
- Systemy pomiarowe i sterowania w systemach smart grids - laboratoria, wykłady (stacjonarne III rok, zaoczne IV rok)
- Metody matematyczne w systemach dynamicznych - laboratoria (stacjonarne III rok)
- Teoria sterowania i technika regulacji - laboratorium, ćwiczenia (stacjonarne II rok)
- Pomiary i automatyka - laboratorium
- Podstawy napędu elektrycznego - ćwiczenia, laboratoria (stacjonarne III i zaoczne III rok)
- Elektrotechnika i elektronika - ćwiczenia (stacjonarne II rok)
- Podstawy programowania i użytkowania komputerów - laboratoria (stacjonarne I rok)
- Podstawy informatyki - laboratoria, wykłady (stacjonarne I rok)
- Metody matematyczne w systemach dynamicznych (IV rok studiów) - laboratoria
- Teoria sterowania cyfrowego (III rok studiów) - ćwiczenia

- zajęcia dydaktyczne prowadzone w języku angielskim (wybrane wykłady i laboratoria):
 - Measurements and analysis of power quality indicators - wykłady i laboratoria (niestacjonarne IV rok) – cały przedmiot
 - Selected issues of smart power grids (stacjonarne II stopień)
 - Power quality in distribution systems (stacjonarne w ramach programu ERASMUS)
 - Advanced power electronics converters (studia II stopnia, specjalność Smart Grids)
 - Low frequency conducted disturbances and electromagnetic compatibility (studia II stopnia, specjalność Smart Grids)
 - Electrical power system quality – zajęcia indywidualne dla studentów obcokrajowców w ramach programu ERASMUS
- zajęcia w ramach europejskiego programu: KIC Master's programmes in Smart Electrical Networks and Systems (SENSE), studia II stopnia Politechniki Sztokholmskiej, wykład, laboratorium:

Power Quality Course, 07-11.12.2015, Power Quality Course, 01-31.12.2016

Grant europejski Smart Electrical Networks and Systems SENSE, umowa z AGH (57_2011_msc6_SENSE, nr wew.: 502.120.20680)

8. Opracowanie i budowa stanowisk laboratoryjnych w Laboratorium Jakości Energii Elektrycznej na Wydziale EAliIB (pawilon B1 (H05, H12, RGB1), RSB2, Kampus AGH) – wybór i zakup aparatury oraz opracowanie autorskich ćwiczeń laboratoryjnych, m.in.:
- 8.1. Zastosowanie mobilnych analizatorów jakości energii elektrycznej: Fluke1760, PQBox200, PQM703 i innych,
 - 8.2. Zastosowanie stacjonarnych analizatorów jakości energii elektrycznej: ION7650, PQI-DA, BlackBox G4420,
 - 8.3. Stanowisko do długoterminowych pomiarów i rejestracji w rozdzielni RGB1 i Lab. JEE H12,
 - 8.4. Systemy monitorowania wskaźników jakości energii elektrycznej: ION Enterprise, WinPQ,
 - 8.5. Stanowisko z równoległym energetycznym filtrem aktywnym,
 - 8.6. Stanowisko z filtrem pasywnym,
 - 8.7. Stanowisko z automatycznie regulowaną trójstopniową baterią kondensatorów,
 - 8.8. Oddziaływanie na sieć elektroenergetyczną odbiorników (nieliniowych, niesymetrycznych) w warunkach słabej i sztywnej sieci,
 - 8.9. Stanowisko z bezprzerwowymi układami zasilania UPS typu: off-line, line-interactive i on-line,
 - 8.10. Stanowisko mikrosieci zawierającej instalację PV z hybrydowym przekształtnikiem oraz baterijnym magazynem energii elektrycznej,
 - 8.11. Analiza i ocena jakości dostawy energii elektrycznej – analiza wybranych przypadków – stanowiska komputerowe z wykorzystaniem aplikacji: PQ Analize, Sonel Analiza, WinPQmobil i innych,
 - 8.12. Systemy monitorowania parametrów pracy sieci zasilających z wykorzystaniem ION Setup i mierników PM5560, PM820(+PM8ECC, +EGX100),
 - 8.13. Stanowisko z przemysłowymi układami napędowymi monitorowane i zarządzane systemem SIMOCODE (silnik klatkowy, silnik pierścieniowy, silnik wielobiegowy oraz generator synchroniczny z magnesami trwałymi; rozruch bezpośredni, praca nawrotna z softstartem AS1, praca nawrotna dwubiegowa, praca z softstartem 3RW44).
9. Udział we współpracy partnerskiej z firmą COPA-DATA Polska, Kraków. COPA-DATA przekazała AGH sprzęt komputerowy wraz z licencjami dydaktycznymi platformy systemowej zenon Energy Edition na rzecz budowanego laboratorium badawczo-dydaktycznego. Zenon Energy Lab zlokalizowane jest w Centrum Energetyki AGH w części dydaktycznej. Wykorzystywane jest do prowadzenia zajęć, prac dyplomowych oraz działalności badawczo-rozwojowej (Załącznik nr 25).
- <https://www.agh.edu.pl/aktualnosci/info/laboratorium-zenon-energy-lab-owoc-wspolpracy-agh-z-firma-copa-data>

10. Opieka naukowa nad studentami:

- 10.1. promotorstwo 94 prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich dla studiów I i II stopnia oraz prac dyplomowych realizowanych przez studentów studiów podyplomowych,
- 10.2. promotor nagrodzonej pracy magisterskiej – nagroda I stopnia w IV Konkursie o Nagrodę Siemens dla Absolwentów w zakresie Elektrotechniki dla mgr. inż. Krzysztofa Woźnego za pracę magisterską pod tytułem: „Inteligentne narzędzia zarządzania rozproszonymi źródłami i magazynami energii elektrycznej”. Wyróżnienie dla jednostki organizacyjnej szkoły wyższej, z której wywodzi się Laureat I nagrody w postaci wyposażenia laboratorium w urządzenia stanowiące ofertę firmy Siemens dla dydaktyki, 29.09.2020 r.
(Załącznik nr 40)
www.pw.edu.pl/aktualnosci/wyniki-konkursu-o-nagrade-siemensa
www.agh.edu.pl/aktualnosci/info/absolwenci-agh-laureatami-konkursow-o-nagrade-siemensa,
- 10.3. promotor wyróżnionej pracy magisterskiej w konkursie Diamenty AGH w ramach wydziału i przejście do etapu 2 – ogólnouczelnianego, dyplomant: Grzegorz Skawiński, tytuł pracy „Implementation and comparative analysis of selected control algorithms for three-phase shunt active power filter with use dSPACE Prototypy”, edycja 2005, wspólny artykuł [P.13],
- 10.4. promotor wyróżnionej pracy dyplomowej Huberta Sękowskiego pt. „Analiza pracy laboratoryjnego układu trójfazowego równoległego energetycznego filtru aktywnego” w ramach Konferencji Studenckich Kół Naukowych AGH – III miejsce, 2005 r., wspólny artykuł [P.25].

11. Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze promotora pomocniczego:

- 11.1. mgr inż. Adam Stacherski: „Agregacja magazynów energii elektrycznej”, promotor: prof. dr hab. inż. Zbigniew Hanzelka
- 11.2. mgr inż. Grzegorz Marciniak (Enea Operator): „Wykorzystanie danych dostępnych OSD w procesach planowania inwestycji, zarządzania jakością i dostawą energii elektrycznej, eksploatacją sieci i procesem transformacji energetycznej”, promotor: prof. dr hab. inż. Zbigniew Hanzelka
- 11.3. mgr inż. Krzysztof Woźny (CBRTP Centrum Badań i Rozwoju Technologii dla Przemysłu S.A., EnerSim Sp z o.o.): „Inteligentne narzędzia zarządzania i bilansowania rozproszonych źródeł wytwórczych, magazynów i odbiorów energii elektrycznej”, promotor: prof. dr hab. inż. Zbigniew Hanzelka
- 11.4. mgr inż. Anna Jarosz: „Mikrosieci AC i DC”, promotor: prof. dr hab. inż. Zbigniew Hanzelka

12. Współpraca z dr inż. Łukaszem Topolskim (TAURON Dystrybucja, EnerSim Sp z o.o.) w trakcie realizacji jego pracy doktorskiej pt. „Współpraca elektrowni fotowoltaicznych z siecią zasilającą”, która została obroniona w dn. 17.04.2025. Efektem były m.in. wspólne publikacje: [P.17], [P.18], [P.31], [P.32], [P.51], [P.55]. Promotorzy: prof. dr hab. inż. Zbigniew Hanzelka, prof. dr hab. inż. Jurij Warecki, Politechnika Lwowska / AGH.

13. Współopiekun, obok prof. Z. Hanzelki, stażu dr. inż. Grzegorza Hołdyńskiego z Politechniki Białostockiej w AGH w 2023 r.

14. Współorganizacja i przeprowadzenie szkoleń z obszaru jakości energii elektrycznej dla kadry inżynierskiej: PSE Operator, Vattenfall Distribution Poland, Urzędu Dozoru Technicznego, ASTAT, Biall, ICTIM Departament BANK BPH, MERAZET i innych.

15. Przeprowadzenie dwudniowego szkolenia z obszaru „Jakość dostawy energii elektrycznej” dla kadry inżynierskiej firmy INTEGER Grupa InPost (19 godzin lekcyjnych), 16-17.06.2025, Balice k. Krakowa, współpraca z SEP Kraków.

16. Organizacja i przeprowadzanie dwóch dwudniowych szkoleń dla kadry inżynierskiej TAURON Dystrybucja w 2014 r. i 2018 r. Zajęcia odbyły się w Krakowie w AGH:
- Szkolenie z obszaru jakości energii elektrycznej dla kadry inżynierskiej TAURON Dystrybucja, Zleceniodawca: TAURON Dystrybucja S.A., umowa nr 500.120.52.80, Firlit A., Hanzelka Z. i inni, 11-12.12.2014,
 - Szkolenie z obszaru jakości energii elektrycznej dla kadry inżynierskiej TAURON Dystrybucja, Zleceniodawca: TAURON Dystrybucja, umowa nr AGH: 500.120.5290, Firlit A., Hanzelka Z. i inni, 2018 r.

6.2 Udział w komitetach naukowych i organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji

1. Komitet Naukowy międzynarodowej konferencji 12th International Conference and Exhibition on Electrical Power Quality and Utilisation EPQU'2020, Kraków, 2020 r. (Załącznik nr 43)
2. Komitet Organizacyjny XVII Sympozjum Energoelektronika w Nauce i Dydaktyce ENiD'2018, Kraków, Białka Tatrzańska, 2018 r., Patronat Rektora AGH
3. Komitet Naukowy Konferencji Naukowej Energetyki Rozproszonej KNER, edycja I: KNER'2023, edycja II: KNER'2024, Kraków (Załącznik nr 43)
4. Od pierwszej edycji (2015 r.) jestem członkiem Komitetu Programowego Konferencji Jakość Energii Elektrycznej organizowanej przez firmę ASTAT z Poznania we współpracy z AGH. W 2025 r. organizowana jest jubileuszowa 10. edycja m.in. pod patronatem Polskiej Akademii Nauk oraz Stowarzyszenia Elektryków Polskich (Załącznik nr 23).
5. Rada Programowa II i III edycji Konferencji Transformacja Energetyczna i Magazynowanie Energii KTEiME, 2024 r. i 2025 r., Warszawa, organizowanej przez portal e-magazyny.pl (Załącznik nr 27).

W 2024 r. konferencja uzyskała patronat JM Rektora AGH. Nawiązano współpracę partnerską między Komitetem Sterującym projektu OTE Obserwatorium Transformacji Energetycznej [G.16] a organizatorami KTEiME'2024, której efektem był patronat merytoryczny Projektu OTE nad KTEiME'2024. Inicjowałem i koordynowałem współpracę z AGH i OTE. Przygotowałem i prowadziłem panel dyskusyjny pt. „Rozwiązania techniczne dla transformacji energetycznej”. Po konferencji uczestniczyłem w opracowaniu dokumentu zawierającego „10 postulatów dla polskiej energetyki”, który złożony został w kluczowych krajowych instytucjach.

W 2025 r. ponownie zostałem zaproszony do udziału w Radzie Programowej III edycji KTEiME'2025. Przygotowałem i prowadziłem panel dyskusyjny pt. „Transformacja energetyczna na rzecz efektywności energetycznej przedsiębiorstw – dekarbonizacja przemysłu, konkurencyjność firm” – (Załącznik nr 42). Kontynuuję współpracę z e-magazyny.pl. Po konferencji zostałem zaproszony do uczestniczenia w opracowaniu raportu pt. „Niezależność energetyczna – polska transformacja rozpoczyna się oddolnie”, który jest w trakcie realizacji.

6.3 Udział w konferencjach

1. Zaproszenie na VII Posiedzenie Plenarne Komitetu Elektrotechniki PAN w celu przedstawienia referatu pt. „Wybrane aspekty pracy sieci dystrybucyjnej z bateryjnym systemem magazynowania energii elektrycznej w kontekście jakości dostawy energii elektrycznej”, PKiN, Warszawa, 19.04.2023 r. (Załącznik nr 33).

2. International Conference and Exhibition on Electrical Power Quality and Utilisation EPQU, 5 edycji: 1997 r., 1999 r., 2001 r., 2003 r., 2005 r., 2020 r. – 7 artykułów, 2 referaty [P.10], [P.13], [P.25], [P.28].
3. 59th International Symposium ELMAR'2017, patronat: IEEE Region 8, 2 artykuły, 1 referat [P.26], [P.34].
4. Sympozjum Energoelektronika w Nauce i Dydaktyce, 4 edycje: XV ENiD'2016, XVI ENiD'2017, XVII ENiD'2018, XVIII ENiD'2024 – 1 artykuł, 2 referaty: w 2016 r. i 2018 r.
5. 11th European Conference on Power Electronics and Applications EPE 2005, Dresden, Germany – artykuł [P.12].
6. 11th International Power Electronics and Motion Control Conference in cooperation with The European Power Electronics Association EPE-PEMC 2004, Riga, Latvia – artykuł [P.11].
7. 3rd International Workshop Compatibility in Power Electronics CPE2003 – referat.
8. XIV Międzynarodowa Konferencja Naukowa Aktualne Problemy w Elektroenergetyce APE'2009, Jurata – referat [P.41].
9. Konferencja Naukowa Sterowanie w Energoelektronice i Napędzie Elektrycznym, 2 edycje: SENE'1997, SENE'1999 – 2 artykuły, 1 referat.
10. Konferencja Automatyka, Elektryka, Zakłócenia INFOTECH, Jurata, 2 edycje: 2009 r., 2012 r. – 3 artykuły, 3 referaty [P.38].
11. Konferencje: Piknik JEE 2014, Piknik AMI 2015, Piknik OZE 2021 – 3 referaty, prowadzenie panelu [P.15], [P.16], [P.17].
12. Konferencja Jakość energii elektrycznej w sieciach elektroenergetycznych w Polsce, Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej PTPIREE, edycje: 2012 r., 2015 r. – 6 artykułów, 2 referaty [P.43]-[P.47], [P.50].
13. I-IX Konferencja Jakość Energii Elektrycznej organizowanej przez firmę ASTAT z Poznania we współpracy z AGH – udział w 9 edycjach, 10 zaproszonych wykładów (Załącznik nr 23).
14. IV-XIII Konferencja Wytwórców Energii Elektrycznej i Ciepłej, współpracuję z organizatorami konferencji Stowarzyszeniem Technicznym w Skawinie, od 2013 r. uczestniczę we wszystkich edycjach – 10 zaproszonych wykładów (Załącznik nr 30).
15. Ogólnopolska Konferencja Techniczna organizowana przez firmę SONEL – 5 wykładów na zaproszenie w latach: 2012, 2017, 2018, 2024, 2025 (Załącznik nr 29).
Zostałem zaproszony do udziału i wygłoszenia referatu (90 minut) na jubileuszowej XX edycji konferencji 7-9.05.2025, tytuł: „Wybrane aspekty pracy systemów zasilania typu mikrosieć w trybie on-grid i off-grid. Sprawność bateryjnych systemów magazynowania energii. Podejście praktyczne.”.
16. Konferencja Naukowa Energetyki Rozproszonej, Kraków, edycja I: KNER'2023, edycja II: KNER'2024, edycja III: KNER'2025, Kraków – 5 artykułów, 1 referat, 1 poster [P.51], [P.52], [P.53].
17. Konferencja organizowana przez Politechnikę Lubelską „Magazynowanie Energii w Energetyce i Przemysle”, 20.11.2024 r., w ramach Targów ENERGETICS Lublin, 19-21.11.2024 r. – zaproszenie do wygłoszenia referatu pt. „Wybrane aspekty pracy sieci dystrybucyjnych z bateryjnymi systemami magazynowania energii elektrycznej – jakość dostawy energii i efektywność energetyczna”.

6.4 Działalność i osiągnięcia organizacyjne

1. kierownik Zespołu Jakości Energii Elektrycznej w Katedrze Energoelektroniki i Automatyki Systemów Przetwarzania Energii w latach 2015-2024
2. organizacja studiów podyplomowych „Jakość energii elektrycznej”, pełnienie funkcji kierownika od 2008 r., przeprowadzenie 6 edycji

Edycja 11. zamówiona została przez KGHM Polska Miedź. Zajęcia prowadzono w KGHM na terenie Zakładu Górniczego Polkowice-Sieroszowice, a zjazdy laboratoryjne odbyły się w AGH. Edycja 13. i 14. zamówione zostały przez Enea Operator. Zajęcia prowadzono w Poznaniu w siedzibie Enea Operator, a zjazdy laboratoryjne odbyły się w AGH.

3. członkostwo w Radzie Wydziału EAIIB w latach 2013-2016
4. współuczestnictwo w organizacji Zespołu Laboratoriów Jakości Energii Elektrycznej w Centrum Energetyki AGH (zob. rozdz. 4.7, str. 56)
5. opiekun Laboratorium Jakości Energii Elektrycznej – AGH, pawilon B1
6. reprezentowanie uczelni, wydziału, katedry, zespołu w obszarze jakości dostawy energii elektrycznej w różnych środowiskach i gremiach
7. członek zarządu Centrum Promocji Jakości i Efektywnego Użytkowania Energii Elektrycznej JUEE działającego na macierzystym Wydziale EAIIB
8. współorganizator oraz uczestnik wielu seminariów, szkoleń i spotkań branżowych
9. współpraca z Sekcją Głównego Energetyka AGH
10. wspieranie zarządzania systemami ciągłego monitorowania jakości energii elektrycznej w sieci zasilającej AGH, m.in. Laboratorium JEE H12 i H15, pawilon B1
11. udział w organizacji Międzynarodowej Konferencji EPQU w latach: 1997, 1999, 2001, 2003, 2005
12. prace na rzecz projektu przygotowywanego w AGH pt. „Zintegrowane Laboratorium Projektowo-Operacyjne Inteligentnych Infrastruktur Energetycznych – Green AGH Campus”, zadanie inwestycyjne: 080.002.0154, lata 2013-2014

Poza macierzystą uczelnią

13. przewodniczący Zarządu Polskiego Komitetu Jakości i Efektywnego Użytkowania Energii Elektrycznej Stowarzyszenia Elektryków Polskich, od 2019 r., druga kadencja, w latach 2014-2017 uczestnictwo w pracach zarządu. Członek SEP Koła nr 16 przy Wydziale EAIIB.
14. uczestnictwo w przygotowaniu projektu badawczego pt. „Inteligentny system automatycznego przełączania zasilania APZ” opartego na pracach rozwojowych oraz przemysłowych. Projekt ten w 2024 roku uzyskał dofinansowanie z Funduszy Europejskich w kwocie ok. 3 mln zł (Załącznik nr 31).
15. uczestnictwo w przygotowaniu projektu badawczego pt. „System magazynów energii elektrycznej o elastyczności aplikacyjnej, skalowalności mocy i pojemności, wysokiej sprawności energetycznej z możliwością realizacji zasilania rezerwowego poprzez rekonfigurację szybkimi łącznikami półprzewodnikowymi”, konkurs NCBR: Program Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki – FENG SMART, 24.10.2024, we współpracy z firmami Elsta i Elsta Elektronika z Wieliczki k. Krakowa oraz z Politechniką Krakowską, 2024 r.
16. członek Rady Fundacji „Uczeń”, której celem jest promowanie szeroko pojętej edukacji chrześcijańskiej bazującej na prawdach zawartych w Biblii, z poszanowaniem inaczej myślących, oraz przeciwdziałanie dyskryminacji i wykluczeniu społecznemu. Rada Fundacji „Uczeń” wspiera działalność dwóch szkół podstawowych z oddziałami integracyjnymi oraz liceum, które funkcjonują w Krakowie od kilkunastu lat. Zaangażowanie o charakterze pro publico bono.

6.5 Nagrody naukowe i dydaktyczne, wyróżnienia

1. Odznaczenie Medalem Srebrnym za Długoletnią Służbę, Prezydent Rzeczypospolitej Polskiej, legitymacja nr 44-2022-13, 11.03.2022 r. (Załącznik nr 35).
2. Odznaczenie Medalem Komisji Edukacji Narodowej za szczególne zasługi dla oświaty i wychowania, Ministerstwo Edukacji Narodowej, legitymacja nr 126217, 29.08.2011 r. (Załącznik nr 36).
3. Nagroda Imienia Profesora Władysława Taklińskiego – opis w rozdziale 6.1 (Załącznik nr 32).
4. Książka pt. „Instalacje fotowoltaiczne w systemie elektroenergetycznym – Jakość dostaw energii elektrycznej. Warunki techniczne przyłączenia instalacji PV.” [P.18] otrzymała wyróżnienie Kapituły Konkursu TECHNICUS 2024 w kategorii „Najlepszy Poradnik Techniczny” w konkursie na najlepszą książkę techniczną, najlepszy poradnik techniczny oraz najlepsze wydanie elektroniczne.
konkurs: <https://not.org.pl/aktualnosci/technicus-2024?department=centrala>
wyniki: <https://not.org.pl/aktualnosci/technicus-2024-1?department=centrala>
5. Nagroda Rektora AGH za osiągnięcia naukowe uzyskane w 2022 r., indywidualna III st., 2023 r. (Załącznik nr 34 – wszystkie nagrody)
6. Nagroda Rektora AGH za osiągnięcia naukowe uzyskane w 2021 r., indywidualna II st., 2022 r.
7. Nagroda Rektora AGH za osiągnięcia organizacyjne uzyskane w 2018 r., zespołowa II st., 2019 r.
8. Nagroda Rektora AGH za osiągnięcia naukowe w 2014 r., zespołowa II stopnia, 2015 r.
9. Nagroda Rektora AGH za osiągnięcia naukowe w 2013 r., zespołowa II stopnia, 2014 r.
10. Nagroda Rektora AGH za osiągnięcia dydaktyczne w 2009 r., zespołowa II stopnia, 2010 r.
11. Nagroda Rektora AGH za osiągnięcia dydaktyczne w 2001 r., zespołowa I stopnia, 2002 r.
12. Statuetka „Lwa” Kazimierza Szpotańskiego podczas Targów ENERGETAB 2016 dla Elsta Elektronika za wdrożeniową, komercyjną wersję REFA opracowanego w ramach projektu [G.10], wdrożenie [W.2]. Nagroda ta przyznawana jest za wyrób elektrotechniczny wysokiej jakości produkcji polskiej fabryki (Załącznik nr 16).
13. Firma Procom System S.A. za system pomiarowy CERTAN oraz analizator Certan PQ-100 otrzymała wyróżnienia: Targów ENERGETAB 2010, Innowacje w Elektryce I Kongres Elektryki Polskiej 2009, w konkursie o Medal Prezesa SEP 2009, Produkt Roku Targów ENERGETICS 2009 – współudział w pracach [O.7] i wdrożeniu [W.5] analizatora jakości energii elektrycznej Certan PQ-100. Praca ta realizowana była we współpracy z firmą Procom System S.A. (Elektrotim) (Załącznik nr 37, Załącznik nr 38).
www.automatyka.pl/wiadomosci-i-komunikaty/medale-i-wyroznienia-targow-energetab-2010-51045-10
www.elektroinzynieria.pl/wiadomosci-i-komunikaty/energetics-2009-podsumowanie-targow-47573-10#
14. Wyróżnienie publikacji pt. „Monitorowanie wskaźników jakości energii elektrycznej w elektroenergetycznych sieciach przesyłowych” na XIV Międzynarodowej Konferencji Naukowej Aktualne Problemy w Elektroenergetyce APE’09, Jurata, str. 73-87, 03-05.06.2009 [P.41] .
15. Wyróżnienie w Konkursie Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej na najlepszy referat wygłoszony na III Konferencji Naukowej SENE’97 za referat pt. „Język obliczeń symbolicznych MAPLE V w projektowaniu układów napędu elektrycznego”, Łódź, 12-14.11.1997.

16. Praca doktorska obroniona z wyróżnieniem, 2006 r. (Załącznik nr 2).
17. Ukończenie studiów z wyróżnieniem, otrzymanie Medalu Stanisława Staszica, 1996 r. (Załącznik nr 4).
18. Ukończenie technikum z wyróżnieniem (Załącznik nr 6).

6.6 Działalność i osiągnięcia popularyzujące naukę

Popularyzacja nauki obecna jest w mojej działalności akademickiej, szczególnie na rzecz przedstawicieli energetyki zawodowej OSD i OSP, energetyki rozproszonej, przemysłu oraz instytucji działających w obszarze elektroenergetyki i rynku energii elektrycznej. Poniżej zamieściłem listę wybranych działań, w uzupełnieniu do już przedstawionych informacji.

1. Wykłady dla pracowników Ministerstwa Klimatu i Środowiska, 12.05.2022 (Załącznik nr 39):
Innowacje w zakresie elektroenergetyki – inspiracje i realne wyzwania. Inteligentne systemy elektroenergetyczne. Wirtualna hybrydowa elektrownia. Lokalne obszary bilansowania. Bilansowanie mocy i energii źródeł rozproszonych we współpracy z odbiorcami i systemem elektroenergetycznym.
2. Współpraca z klastrem energii „Wirtualna Zielona Elektrownia Ochotnica” – także z innymi w ramach projektu KlastER [G.15] i OTE [G.16].
3. II Kongres Energetyki Rozproszonej – II KER’2024, 28-30.10.2024 – udział w panelu dyskusyjnym pt. „Magazyny energii” w ramach sesji tematycznej „Technologie w transformacji energetycznej”, ICE Kraków, 28.10.2024
III Kongres Energetyki Rozproszonej – III KER’2025, 17-19.09.2025 – udział w panelu dyskusyjnym pt. „Magazynowanie energii” w ramach sesji tematycznej „Branże i technologie transformacji”, ICE Kraków, 19.09.2025
4. I Kongres Energetyki Rozproszonej – I KER’2023, 25-26.09.2023, wystąpienie dotyczące prezentacji sesji technicznej (9C) pt. „Innowacyjne rozwiązania techniczne i technologiczne w obszarze energetyki rozproszonej”, AGH, Kraków, 26.09.2023 [P.49]
5. Konferencja PIME STORAGE ENERGY FOR INDUSTRY – „Inteligentna energetyka – technologie, usługi, regulacje”, PTAK EXPO Nadarzyn, 2023 r., organizator: Polska Izba Magazynowania Energii i Elektromobilności, wykład na zaproszenie pt. „Elastyczność energetyczna w Polsce – zwiększenie efektywności i niezawodności systemu elektroenergetycznego oraz poprawa bezpieczeństwa energetycznego – w skali mikro i makro” [P.56]
6. Konferencja Urzędu Dozoru Technicznego – Akademia UDT „Nowa Energetyka – Nowoczesne Systemy Pozyskiwania Energii”, 30.11.-02.12.2022, Zakopane, wykład na zaproszenie pt.: „Wirtualna hybrydowa elektrownia – bilansowanie mocy i energii rozproszonych źródeł energii elektrycznej” (Załącznik nr 41)
7. Konferencja „Festiwal Innowacji – Czysta i energooszczędna Małopolska”, Kraków, 2023 r., organizator: Klastr Energii – Zielony Pierścień Tarnowa, udział w panelu pt. „Innowacyjne Technologie w Ochronie Środowiska – wykorzystanie OZE w Polsce i na Świecie”
8. „Śląskie Forum dla transformacji – jak wyjść z kryzysu energetycznego”, Park Naukowo-Technologiczny, Euro-Centrum Sp. z o.o., Katowice, www.pnt.euro-centrum.com.pl, 03.06.2022, udział w debacie, opracowanie podsumowania
9. Zaangażowanie w realizację działań w obszarze wdrożenia i rozpowszechniania projektów Leonardo Energy, LPQI i LPQIVES w Polsce. Współpraca z European Copper Institute ECI

(wcześniej: PCPM – Polskie Centrum Promocji Miedzi) funkcjonującym w ramach Copper Alliance, w latach 2006-2009.

10. Zostałem zaproszony przez firmę Schneider Electric Polska do udziału w konferencji branżowej pt. „Rozproszone źródła energii – efektywna przyszłość, zintegrowana energia w działaniu”, 5-6.06.2025, Zawiercie:
 - wygłoszenie referatu (60 minut) pt. „Wybrane aspekty pracy sieci elektroenergetycznych z systemami magazynowania energii elektrycznej – transformacja energetyczna, jakość dostawy energii elektrycznej”,
 - udział w panelu dyskusyjnym pt. „Magazyny energii elektrycznej i mikro sieci”, jako przedstawiciel środowiska akademickiego.
11. Spotkania Branżowe Partnerów i Kontrahentów – organizator: SYMETRIUM Sp. z o.o., zaproszenia do wykładów, dyskusji, reprezentowania środowiska akademickiego:
 - ▶ 19-23.03.2025, Włochy – Wymiana doświadczeń oraz dyskusja dotycząca szeroko rozumianej transformacji energetycznej, rozwoju i wdrażania inteligentnych sieci energetycznych, w tym rozproszonych źródeł energii, oraz wzrostu znaczenia systemów magazynowania energii. Poruszone zostały również zagadnienia dotyczące projektu badawczo-rozwojowego pt. „Inteligentny system automatycznego przełączania zasilania APZ”. Omówienie dotychczasowej współpracy oraz planowane jej rozszerzenie w przyszłości. Uczestniczyli przedstawiciele firm: Schneider Electric Polska Sp. z o.o., Nidec Motors & Actuators (Poland), Sp.z.o.o., Zakłady Górniczo-Hutnicze „Bolesław” S.A., Fakro Sp. z o.o., Sanok Rubber Company S.A., Akademickie Centrum Komputerowe CYFRONET AGH, SYMETRIUM Sp. z o.o.
 - ▶ 17-18.11.2023, Bukowina Tatrzańska, wykład na zaproszenie pt. „Jakość dostawy energii elektrycznej – zagadnienia wybrane”, organizator: SYMETRIUM Sp. z o.o. (Załącznik nr 31)
 - ▶ 15-16.11.2024, Zakopane, wykład na zaproszenie pt. „Transformacja energetyczna. Wybrane aspekty pracy sieci elektroenergetycznych z systemami magazynowania energii elektrycznej. Jakość dostawy energii elektrycznej.”, organizator: SYMETRIUM Sp. z o.o.
 - ▶ 14-15.11.2025, Gródek nad Dunajcem, wykład na zaproszenie pt. „Wybrane aspekty pracy magazynów energii elektrycznej oraz systemów zasilania typu mikro sieć – podejście praktyczne, jakość dostawy energii elektrycznej”, organizator: SYMETRIUM Sp. z o.o.
12. Uczestnictwo w wielu seminariach, spotkaniach inicjowanych przez AGH, OSD, OSP, instytucje i podmioty gospodarcze – reprezentowanie i promowanie nauki, Uczelni, Wydziału, Katedry i Zespołu Jakości Energii Elektrycznej w różnych środowiskach i gremiach. Przykładowe wydarzenia, w ramach których miałem wystąpienia:
 - Seminarium 18. projektu KlastER programu GOSPOSTRATEG „Magazyny energii elektrycznej w sieciach dystrybucyjnych” we współpracy z Polskim Stowarzyszeniem Magazynowania Energii PSME”, referat pt. „System magazynowania energii elektrycznej w GPZ Rzepedź – 2,1 MW, 4,2 MWh, 15 kV”, 14.12.2021,
 - Seminarium 14. projektu KlastER programu GOSPOSTRATEG, Piknik Odnawialnych Źródeł Energii, referat pt. „Badania odporności falowników fotowoltaicznych na zapady napięcia i krótkie przerwy w zasilaniu”, 16.06.2021,
 - Seminarium 8. projekt KlastER programu GOSPOSTRATEG, referat pt. „Jakość dostawy energii elektrycznej – dostęp do danych pomiarowych.”, 26.11.2019,
 - Seminarium 1. projekt KlastER programu GOSPOSTRATEG, referat pt. „Monitorowanie warunków dostawy energii elektrycznej. Bilansowanie energii i mocy źródeł rozproszonych na przykładzie wirtualnej elektrowni”, 30.05.2019,
 - Seminarium „System monitorowania – zarządzanie siecią dla TAURON Dystrybucja S.A.”, referat, Gliwice, TAURON Dystrybucja, ASTAT, PSI, 25.11.2015,

- Seminarium „Budowa nadrzędnego systemu integracji danych pomiarowych dla TAURON Dystrybucja S.A.”, referat, Poznań, ASTAT – PSI, 27-28.07.2015,
 - referaty w trakcie: Piknik JEE - 2014 r., Piknik AMI - 2015 r., materiały dla Leonardo Energy w latach 2009-2016,
 - Seminarium „Jakość dostawy energii elektrycznej”, wykład dla kadry inżynierskiej i kierowniczej Vattenfall Distribution Poland pt. „Pasywne i aktywne sposoby eliminacji wyższych harmonicznym prądu i napięcia”, Gliwice, 02.07.2007,
 - Seminarium „Źródła Mocy Biernej” organizowane przez Koło SEP przy PSE-Operator w Warszawie, referat pt. „Statyczne kompensatory mocy biernej”, Warszawa, 15.11.2006. Publikacja streszczenia referatu została zamieszczona w „Biuletynie PSE”, 12.2006,
 - VI Krajowe Seminarium Techniczne „Ekonomiczne i ekologiczne aspekty kompensacji mocy biernej”, organizowane przez firmę ELMA-Energia z Opola, referat pt. „Techniczne możliwości filtracji wyższych harmonicznym prądu i napięcia”, Baranów Sandomierski, 19-20.10.2006,
 - Seminarium „Jakość Energii Elektrycznej” organizowane przez NOT w Legnicy oraz Polskie Centrum Promocji Miedzi, referat pt. „Pasywne i aktywne sposoby eliminacji odkształcenia napięcia”, Legnica, 18.09.2006,
 - Seminarium „Jakość i Użytkowanie Energii Elektrycznej”, organizowane przez SEP Oddział Nowa Huta, referat pt. „Kompensacja mocy biernej w obecności wyższych harmonicznym napięć i prądów”, ELMA ENERGIA - MITTAL STEEL POLAND, Kraków - Nowa Huta, 27.06.2006,
 - APS Energia, referat „Algorytmy sterowania równoległym energetycznym filtrem aktywnym”, Warszawa, 20.05.2005,
 - Seminarium Jakość i Użytkowanie Energii Elektrycznej, referat pt. Pasywne i aktywne sposoby eliminacji odkształcenia napięcia”, ENION S.A. Oddział Bielsko-Biała Beskidzka Energetyka, Bielsko-Biała, 17.05.2005,
 - Seminarium z cyklu Jakość i Użytkowanie Energii Elektrycznej Część 6: „Kompensacja mocy biernej, filtracja wyższych harmonicznym”, referat pt. „Filtracja aktywna”, AGH, 04.11.2004,
 - Seminarium Jakość i Użytkowanie Energii Elektrycznej, referat pt. Aktywna filtracja wyższych harmonicznym”, Zakład Energetyczny Tarnów, 25.11.2003,
 - Seminarium „Kompensacja mocy biernej w elektroenergetycznych układach przesyłowo-rozdzielczych niskich i średnich napięć”, referat „Kompensacja mocy biernej w obecności wyższych harmonicznym napięć i prądów”, ELMA CAPACITORS & CENTRUM INNOWACJI TECHNICZNYCH „INOVA”, Legnica, 21.02.2002,
 - Targi Elektro-Energy 2002, referat pt. „Pomiary jakości energii elektrycznej”, Chemobudowa, Kraków, 14.11.2001,
 - III Międzynarodowe Seminarium Techniczne, Ekonomiczne i Ekologiczne Aspekty Kompensacji Mocy Biernej, referat „Energetyczne filtry aktywne w sieciach prądu przemiennego”, Olsztyn - Mierki, 2001 r.,
 - Targi Elektro-Energy 2000, referat „Pomiary jakości energii elektrycznej”, Chemobudowa, Kraków, 15.11.2000,
 - Seminarium Jakość i Użytkowanie Energii Elektrycznej: Część 3: „Załamania napięcia”, referat pt. „Pomiary jakości energii elektrycznej”, Kraków - AGH, 12.10.1999.
13. Wystąpienia w ramach: Międzynarodowy Dzień Elektryki, Dzień Elektryka, Dzień Otwarty AGH, Targi ENERGETAB, referaty na seminariach katedralnych oraz w ramach www.smartgrid.agh.edu.pl i inne. (A. Firlit: „Elektrownia wirtualna z odnawialnymi źródłami energii”, Międzynarodowy Dzień Elektryki – 2016, Zarząd Oddziału Krakowskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich oraz TAURON Dystrybucja S.A. Oddział w Krakowie, 08.06.2016).

7 Pozostałe informacje dotyczące kariery zawodowej

Od początku pracy w AGH uczestniczę w pracach zespołu ekspercko-badawczo-pomiarowego macierzystej Katedry Energoelektroniki i Automatyki Systemów Przetwarzania Energii KEiASPE na rzecz społeczności akademickiej, służb technicznych uczelni oraz zewnętrznych podmiotów. Od początku istnienia (1998 r.) brałem udział w pracach Centrum Promocji Jakości i Efektywnego Użytkowania Energii Elektrycznej JUEE działającego na macierzystym Wydziale EAlilB (członek zarządu). Zaangażowany byłem również w promocję jakości dostawy energii elektrycznej jako członek zespołu IATI Centrum Kompetencji ds. Jakości i Efektywnego Użytkowania Energii Elektrycznej w ramach Instytutu Autostrada Technologii i Innowacji IATI (jee-iatl.e-science.pl/home/).

W rezultacie współpracy między Krakowskim Centrum Innowacyjnych Technologii INNOAGH oraz KIC InnoEnergy (polski oddział (węzeł) Wspólnoty Wiedzy i Innowacji Europejskiego Instytutu Technologicznego – CC Poland Plus) w 2012 r. została powołana do życia spółka spin-off – firma JES-Energia. Celem jej utworzenia była współpraca z energetyką zawodową i przemysłem. JES-Energia funkcjonowała w ramach INNOAGH w portfelu spółek spin-off tworzonych na bazie własności intelektualnej AGH w latach: 2012-2020. Należałem do grona założycieli oraz uczestniczyłem w jej działalności w obszarze szeroko rozumianej jakości dostawy energii elektrycznej (<https://www.innoagh.pl/portfel-spin-off/jes-energia-sp-z-o-o/>).

Realizując projekty, analizy, ekspertyzy, badania i testy, opracowania, umowy, zlecenia, w ramach pracy akademickiej, współpracowałem z wieloma firmami, przedsiębiorstwami i instytucjami. W tabeli Tab. 3 przedstawiłem listę wybranych podmiotów.

Tab. 3 Lista wybranych podmiotów, z którymi współpracował wnioskodawca

☐ Urząd Regulacji Energetyki	☐ Schneider Electric
☐ Ministerstwo Rozwoju i Technologii	☐ Zakłady Górnicze Rudna – KGHM
☐ Ministerstwo Klimatu i Środowiska	☐ Przedsiębiorstwo Górnicze Silesia
☐ PSE Operator	☐ Zakład Górniczy Brzeszcze
☐ ENEA Operator	☐ Kopalnia Węgla Kamiennego „JAS-MOS”
☐ TAURON Dystrybucja	☐ Kopalnia Węgla Kamiennego „Pniówek”
☐ KGHM Polska Miedź	☐ Energoprojekt Kraków
☐ PGE Dystrybucja Oddział Rzeszów	☐ Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Kraków MPWIK
☐ Vattenfall Distribution Poland S.A.	☐ INOVA Grupa Kapitałowa KGHM PM
☐ Zakład Energetyczny ENION S.A.	☐ Procom System
☐ Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo PGNiG	☐ Elektrotim Wrocław
☐ SEP Stowarzyszenie Elektryków Polskich – Izba Rzeczoznawców SEP	☐ AS Elektrotechnik Koszęcin
☐ ArcelorMittal Poland	☐ Akademia Pedagogiczna Kraków
☐ Elektromontaż 1 Katowice	☐ Proton Kraków
☐ Cooper Alliance (Europejski Instytut Miedzi, Polskie Centrum Promocji Miedzi)	☐ KOHL GmbH Trier
☐ Tele-Fonika Kable	☐ Qumak-Sekom
☐ CELSA Huta Ostrowiec	☐ Biall
☐ Stalprodukt	☐ Mikronika Poznań
☐ HSW Huta Stali Jakościowych Stalowa Wola	☐ Krakodlew
☐ Górażdże Cement Opole	☐ Metalodlew
☐ Górka Cement	☐ Elsta
	☐ Elsta Elektronika

☐ Elektrownia Połaniec	☐ SONEI
☐ Michelin Polska Olsztyn	☐ FoxyTech
☐ Instytut Technik Innowacyjnych EMAG Katowice	☐ SEMICON
☐ Copa-Data Polska	☐ IMPACT Clean Power Technology Warszawa
☐ Biprocemwap	☐ Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Ruda Śląska
☐ Atende	☐ WindLipie
☐ Griffin Group	☐ A.Eberle GmbH & Co., Nürnberg, Germany
☐ TAURON Wydobycie Zakład Górniczy Sobieski	☐ EMC-Foroto (Ametek)
☐ Zakład Uzdatniania Wody Rudawa	☐ Fideltronik
☐ Kopalnia Soli Wieliczka	☐ Apator
☐ Stp-Elbud	☐ ZPUE Włoszczowa
☐ ACMiN AGH	☐ e-magazyny.pl
☐ ASTAT	☐ SYMETRIUM
☐ Wirtualna Zielona Elektrownia Ochotnica – klaster energii	☐ EnerSim
☐ ELMA Energia	☐ INTEGER Grupa InPost

Dzięki pozyskanym kompetencjom i doświadczeniu w obszarze monitorowania i poprawy wskaźników jakości dostawy energii elektrycznej byłem zapraszany do udziału w pracach zespołów eksperckich. Uczestniczyłem w różnego rodzaju konsultacjach merytoryczno-technicznych. Celem mojego udziału było m.in. wsparcie w procesie opracowania koncepcji i założeń funkcjonalnych, przygotowaniu wymagań technicznych, ocenie i wyborze korzystniejszego rozwiązania technicznego. Kolejnym obszarem mojego wsparcia eksperckiego była ocena warunków zasilania, interpretacja i analiza zarejestrowanych danych pomiarowych, zaistniałych awarii oraz zaobserwowanych problemów technicznych.

.....
podpis wnioskodawcy