

Autoreferat

1. Imię i nazwisko: Szczepan Moskwa
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe - z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.
 - Dyplom doktora nauk technicznych w dyscyplinie: elektrotechnika,
Tytuł rozprawy: „Optymalizacja w diagnostyce urządzeń elektroenergetycznych wysokiego napięcia”,
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie,
Wydział Elektrotechniki, Informatyki, Automatyki i Elektroniki,
2007 r.;
 - Dyplom magistra inżyniera,
kierunek studiów: elektrotechnika,
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie,
Wydział Elektrotechniki, Informatyki, Automatyki i Elektroniki,
2000 r.;
 - Świadectwo ukończenia studiów podyplomowych „Audyt Energetyczny”,
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie,
Wydział Energetyki i Paliw,
2010 r.;
 - Świadectwo ukończenia studiów podyplomowych „Od pomysłu do komercjalizacji”,
Uniwersytet Łódzki,
Wydział Zarządzania,
2009 r.;
 - Świadectwo ukończenia studiów podyplomowych „Otwarte Systemy Komputerowe”
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie,
Wydział Elektrotechniki, Informatyki, Automatyki i Elektroniki,
2002 r.
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.

2000-2007 – asystent;
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie,
Wydział Elektrotechniki, Informatyki, Automatyki i Elektroniki,
Katedra Elektroenergetyki

2007-2008 – adiunkt;
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie,
Wydział Elektrotechniki, Informatyki, Automatyki i Elektroniki,
Katedra Elektroenergetyki

2008-2012 – adiunkt;

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica,
Wydział Elektrotechniki, Informatyki, Automatyki i Elektroniki,
Katedra Elektrotechniki i Elektroenergetyki

2012-obecnie – adiunkt;

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica,
Wydział Elektrotechniki, Informatyki, Automatyki i Inżynierii Biomedycznej,
Katedra Elektrotechniki i Elektroenergetyki

2009-2010 – ekspert niezależny;

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk,
udział w projekcie dla KGHM S.A.:

„Rozszerzenie funkcjonalności systemu EKSPERT o obszar zarządzania dla
Działów Ergonomicznych w kopalniach oraz Zakładach Przeróbczych
(EKSPERT TM/ZWR).”

2010-2011 – kierownik zespołu elektromechanicznego;

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk,
udział w projekcie dla JSW S.A.:

„Opracowanie koncepcji zintegrowanego systemu ewidencji, kontroli i oceny
pracy maszyn i urządzeń w Działach Elektromechanicznych kopalni JSW S.A.”

2016-obecnie – specjalista ds. kogeneracji;

Centralny Ośrodek Chłodnictwa „COCH” w Krakowie

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy.

Cykl 8 powiązanych tematycznie artykułów naukowych zakresie niezawodność zasilania
i optymalizacji struktur elektroenergetycznych sieci dystrybucyjnych.

- 1) **Sz. MOSKWA**, S. Kozieł, M. Siłuszyk, Z. Galias - *Reducing the Impact of Failures in Power Grids on the End Recipients by Means of Grid Structure Sectioning*, Acta Energetica, nr 4/37, s. 18-22, 2018

IF - brak

Liczba cytowań = 0 (Scopus), 0 (WoS), 0 (Google Scholar)

punktacja MNiSW = 7

- 2) **Sz. MOSKWA**, S. Kozieł, M. Siłuszyk, Z. Galias – *Zastosowanie modelu pogodowego w optymalizacji lokalizacji punktów rozciąg w sieciach dystrybucyjnych*, Przegląd Elektrotechniczny, 95 nr 2, s. 117–122, 2019 r.

IF - brak

Liczba cytowań = 1 (Scopus), 1 (WoS), 1 (Google Scholar)

punktacja MNiSW = 14; 70 wg zasad ewaluacji 2021

- 3) A. Gołaś, W. Ciesielka, K. Szopa, P. Zydroń, W. Bąchorek, M. Benesz, A. Kot, **Sz. MOSKWA**, *Analysis of the possibilities to improve the reliability of a 15 kV overhead line exposed to catastrophic icing in Poland*, Maintenance and Reliability; ISSN 1507-2711, vol. 21 no. 2, s. 282–288, 2019 r.

IF = 1,525

Liczba cytowań = 3 (Scopus), 3 (WoS), 3 (Google Scholar)

punktacja MNiSW = 25; 140 wg zasad ewaluacji 2021

- 4) W. Ciesielka, A. Gołaś, K. Szopa, W. Bąchorek, M. Benesz, A. Kot, **Sz. MOSKWA**, P. Zydroń, *Reliability improvement of power distribution line exposed to extreme icing in Poland*, Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Science; ISSN 0239-7528, vol. 68 no. 5, s. 1113–1125, 2020 r.

IF = 1,662

Liczba cytowań = 1 (Scopus), 1 (WoS), 1 (Google Scholar)

punktacja MNiSW = 25; 100 wg zasad ewaluacji 2021

- 5) A. Gil, R. Modzelewska, **Sz. MOSKWA**, A. Siłuszyk, M. Siłuszyk, A. Wawrzyńczak, S. Zakrzewska, *Does time series analysis confirms the relationship between space weather effects and the failures of electrical grids in South Poland?*, Journal of Mathematics in Industry, vol. 9 iss. 1, s. 1–16, 2019 r.

IF - brak

Liczba cytowań = 10 (Scopus), 6 (WoS), 12 (Google Scholar)

punktacja MNiSW = 40 wg zasad ewaluacji 2021

- 6) A. Gil, R. Modzelewska, **Sz. MOSKWA**, A. Siłuszyk, M. Siłuszyk, A. Wawrzyńczak, M. Pozoga, S. Domijański, *Transmission lines in Poland and space weather effects*, Energies; ISSN 1996-1073, vol. 13 iss. 9 art. no. 2359, s. 1–13, 2020 r.

IF = 3,004

Liczba cytowań = 6 (Scopus), 5 (WoS), 5 (Google Scholar)

punktacja MNiSW = 140 wg zasad ewaluacji 2021

- 7) A. Gil, R. Modzelewska, **Sz. MOSKWA**, A. Siłuszyk, M. Siłuszyk, A. Wawrzyńczak, M. Pozoga, Ł. Tomasiak, *The solar event of 14–15 July 2012 and its geoeffectiveness*, Solar Physics, vol. 295 iss. 10, 2020 r.

IF = 2,671

Liczba cytowań = 5 (Scopus), 4 (WoS), 6 (Google Scholar)

punktacja MNiSW = 100 wg zasad ewaluacji 2021

- 8) A. Gil, M. Berendt-Marchel, R. Modzelewska, **Sz. MOSKWA**, A. Siłuszyk, M. Siłuszyk, Ł. Tomasiak, A. Wawrzaszek, A. Wawrzyńczak, *Evaluating the relationship between strong geomagnetic storms and electric grid failures in Poland using the geoelectric field as a GIC proxy*, Journal of Space Weather and Space Climate, ISSN 2115-7251, vol. 11, s. 1–12, 2021 r.

IF – 3,584

Liczba cytowań = 4 (Scopus), 3 (WoS), 5 (Google Scholar)

punktacja MNiSW = 140 wg zasad ewaluacji 2021

Cel naukowy prowadzonych prac badawczych

Energia elektryczna jest dzisiaj podstawowym medium wykorzystywanym praktycznie w każdym aspekcie funkcjonowania człowieka, bez którego funkcjonowanie cywilizacji na aktualnym poziomie rozwoju nie byłoby możliwe. Wobec czego niezawodność zasilania stała się jednym z głównych priorytetów bezpieczeństwa energetycznego. Dotyczy to zarówno krajowego bilansu energetycznego w zakresie podaży i popytu energii elektrycznej jak również funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. Zwykle analizuje się niezależnie niezawodność podsystemów, składających się na system elektroenergetyczny: wytwórczego, przesyłowego, dystrybucyjnego, a zatem niezawodność realizacji pojedynczej funkcji: wytwarzania, przesyłu, zasilania konkretnych odbiorców.

Biorąc pod uwagę strukturę systemu elektroenergetycznego, niezawodność zasilania odbiorców końcowych zależy głównie od niezawodności sieci dystrybucyjnej – większość przerw w zasilaniu odbiorców końcowych wynika z awarii systemów dystrybucyjnych¹. Biorąc pod uwagę wzrost wymagań odbiorców dotyczących ciągłości zasilania konieczne jest podnoszenie niezawodności już w trakcie procesu planowania, modernizacji oraz eksploatacji systemów dystrybucyjnych^{2,3}.

Ponadto jednym z kierunków rozwoju elektroenergetyki są tzw. inteligentne systemy wytwarzania, przesyłu i rozdziału energii elektrycznej popularnie nazywane Smart Grids^{2,3,4,5,6,7}. Głównym celem rozwoju i wdrażania tego typu rozwiązań jest integracja rozproszonych źródeł energii z systemem elektroenergetycznym, poprawa niezawodności i jakości energii oraz efektywności zaopatrzenia odbiorców w energię elektryczną. Powstające rozwiązania dla potrzeb tej technologii łączą możliwości funkcjonalne i sterowania systemu elektroenergetycznego oraz technologie informatyczne, które pozwalające na automatyzację i autonomizację pracy, np. w celu optymalizacji struktury sieci poprzez rekonfigurację układu z wykorzystaniem napowietrznych łączników samoczynnych.

Sieci rozdzielcze średniego napięcia pracują w konfiguracjach otwartych, pomimo iż w znacznej części są zbudowane jako zamknięte. Straty mocy i energii w tych sieciach w istotny sposób zależą od lokalizacji punktu stałego podziału sieci (rozcięcia). Dotychczasowa praktyka w zakresie optymalizacji lokalizacji punktów rozcięć sprowadza się do poszukiwania punktu rozcięcia, przy którym straty w analizowanym stanie pracy sieci są minimalne. Jednak ze

¹ H. L. Willis, *Power Distribution Planning Reference Book*, New York: Marcel Dekkar, Inc second ed., 2004

² EURELECTRIC *Views on Quality of Electricity Distribution Network Services*, Working Group on DISTRIBUTION, 7 December 2006, Ref: 2006-233-0012

³ EURELECTRIC *Active Distribution System Management A key tool for the smooth integration of distributed generation full discussion paper*, February 2013

⁴ Celli, G., Ghiani, E., Soma, G.G., Pilo, F., *Active distribution network reliability assessment with a pseudo sequential Monte Carlo method*, PowerTech, 2011 IEEE Trondheim, 19–23 June 2011, pp. 1–8

⁵ Keszunovic, M., *Smart Fault Location for Smart Grids*, IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 2, no. 1, March 2011, pp. 11–22

⁶ Peng Zhang, Wenyan Li, *Reliability-oriented distribution network reconfiguration*, Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), Gaithersburg, MD, 19–21 Jan. 2010, pp. 1–6

⁷ Amin Kargarian Marvasti, Yong Fu, Saber DorMohammadi, and Masoud Rais-Rohani, *Optimal Operation of Active Distribution Grids: A System of Systems Framework*, IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 5, no. 3, May 2014

względem na poniesienie niezawodności zasilania należy przeanalizować również inne kryteria konfiguracji układów sieciowych. Niewątpliwie największe korzyści oferują łączniki samoczynne tzw. reklozery, umożliwiające również automatyczne odłączenie uszkodzonego odcinka sieci, nie dopuszczając tym samym do wyłączenia tych fragmentów, które mogą funkcjonować prawidłowo⁸. Dodatkowym efektem instalacji reklozerów jest, więc skrócenie czasu i zmniejszenie kosztów lokalizacji awarii oraz istotna poprawa wskaźników niezawodności zarówno zasilania odbiorców, jak i wyprowadzenia mocy z lokalnych źródeł.

Nowoczesne układy zabezpieczeń są jednym z warunków budowy i eksploatacji sieci typu *Smart Grids*. Tradycyjne rozwiązania scentralizowane charakteryzują się pojedynczym układem automatyki zabezpieczeniowej, skutkującym wyłączeniem całej linii w przypadku wystąpienia zakłócenia oraz relatywnie długim czasem lokalizacji miejsca zakłócenia. W wyniku przeniesienia układów i urządzeń zabezpieczających w głąb sieci rozdzielczej średniego napięcia otrzyma się sieć wysoce zautomatyzowaną, samoczynnie dostosowującą się do różnorodnych warunków eksploatacji, szczególnie zakłóceń. Dzięki rozproszeniu urządzeń zabezpieczających i ich wzajemnym skoordynowaniu oraz sterowaniu, uzyskuje się znaczącą poprawę jakości i niezawodności zasilania.

Można wskazać wiele przyczyn awarii sieci energetycznych, wśród których najczęściej wymieniane są warunki atmosferyczne^{9,10}, wprost (wiatr, temperatura, opady, wyładowania atmosferyczne, itp.) lub pośrednio (połamane drzewa, szadź i lód, zwiększone zużycie energii ze względu na chłodzenie lub grzanie, zalania i podtopienia, itp.). Warunki pogodowe, a nawet promieniowanie kosmiczne są wskazywane w aspekcie przyczyn awarii systemowych (*balckout*)¹¹.

Ze względu na rozległość systemów dystrybucyjnych, dużą liczbę elementów składowych oraz złożoność struktur, ich ocena niezawodnościowa jest trudna, a jednocześnie bardzo istotna, ze względu na predykcję stanu zasilania i podjęcie ewentualnych koniecznych działań przez operatora w przypadku awarii. Opracowanie algorytmów do szybkiej i dokładnej oceny niezawodności jest zatem bardzo istotne. Obecnie dostępne metody analizy oceny niezawodności elektroenergetycznych systemów dystrybucyjnych można podzielić na dwie kategorie: podejść symulacyjnych i analizy technicznej.

Techniki oparte na zmianie rozgałęzień były stosowane do określenia optymalnej konfiguracji sieci, w której dany łącznik otwarty jest zamykany, a zamknięty jest otwierany w

⁸ W. Nowak, W. Bąchorek, S. Moskwa, R. Tarko, W. Szpyra, M. Benesz, A. Makuch, J. Łabno, P. Mazur, *Electricity distribution management Smart Grid system model*, Acta Energetica: electrical power engineering quarterly – 2012 R. 4 nr 2, s. 58–70

⁹ Caswell H.C., Forte V.J., Fraser J.C., Pahwa A., Short T., Thatcher M., Werner V.G., *Weather Normalization of Reliability Indices*, IEEE Transactions On Power Delivery, vol. 26, no. 2, pp. 1273-1279, 2011

¹⁰ Alvehag K., Söder L., A., *Reliability Model for Distribution Systems Incorporating Seasonal Variations in Severe Weather*, IEEE Transactions On Power Delivery, vol. 26, no. 2, pp 910- 919, 2011.

¹¹ Bolduc, L., *GIC observations and studies in the Hydro-Québec power system*, J. Atmos. Solar-Terr. Phys., vol. 64, no. 16, pp. 1793-1802, 2002

celu utrzymania struktury promieniowej sieci^{12,13}. Metody rekonfiguracji systemów dystrybucyjnych oparte na programowaniu liniowym¹⁴, wraz ze zmodyfikowaną metodą sympleksową, w celu znalezienia optymalnej konfiguracji łączników oraz metody bazujące na sztucznej inteligencji takie jak systemy rozmyte, algorytmy genetyczne, symulowane wyżarzanie, algorytmy mrówkowe i inne metody ewolucyjne, są coraz częściej wykorzystywane do rozwiązywania problemu rekonfiguracji systemu dystrybucyjnego^{15,16,17,18}.

Można wskazać dwie wyraźnie różne zalety metod metaheurystycznych takie jak ogólne możliwości wyszukiwania (w szczególności unikanie minimów lokalnych), a także lepszą obsługę wielu kryteriów i założeń, które nie zawsze są łatwe do sformułowania w konwencjonalnych metodach optymalizacji. Z drugiej strony, podstawową wadą algorytmów populacyjnych są ich wysokie koszty obliczeniowe, które mogą być ograniczeniem dla problemów złożonych.

Są również prace opisujące rozwiązania problemu niezawodności podczas rekonfiguracji sieci dystrybucyjnych^{19,20,21,22}. Większość z nich wykorzystuje metody obliczeniowe oparte na sztucznej inteligencji, w celu ustalenia optymalnej konfiguracji łączników, która zwiększy maksymalnie niezawodność systemu. Niektóre z powszechnie stosowanych wskaźników niezawodnościowych w tym podejściu to np. ENS, ECOST oraz SAIDI. Metody oceny niezawodności stosowane dotychczas w rozwiązywaniu problemu rekonfiguracji sieci dystrybucyjnych bazowały na kryterium $N-1$, gdzie wpływ awarii danego elementu na zasilanie lub odbiorców był określany ilościowo²³. W celu predykcji stanu systemu w przyszłości, trzeba

¹² A. B. Morton I. M. Y. Mareels, *An efficient brute-force solution to the network reconfiguration problem*, IEEE Trans. Power Delivery vol. 15, pp. 996–1000, 2000

¹³ M. A. Kashem, G. B. Jasmon, V. Ganapathy, *A new approach of distribution system reconfiguration for loss minimization*, Electric Power & Energy Systems, vol.22, pp. 269–276, 2000

¹⁴ K. Prasad, R. Ranjan, N. C. Sahoo, A. Chaturvedi, *Optimal reconfiguration of radial distribution systems using a fuzzy mutated genetic algorithm*, IEEE Trans. Power Delivery, vol. 20, no. 2, pp. 1211–1213, 2005

¹⁵ Y. J. Jeon, J. O. Kim, J. R. Shin, K. Y. Lee, *An efficient simulated annealing algorithm for network reconfiguration in large-scale distribution systems*, IEEE Trans. Power Delivery, vol. 17, no. 4, pp. 1070–1078, 2002

¹⁶ C. T. Su and C. S. Lee, *Network reconfiguration of distribution systems using improved mixed-integer hybrid differential evolution*, IEEE Trans. Power Delivery, vol. 18, no. 3, pp. 1022–1027, 2003

¹⁷ V. Parada, J. A. Ferland, M. Arias, K. Daniels, *Optimization of electrical distribution feeders using simulated annealing*, IEEE Trans. Power Delivery, vol. 19, no. 3, pp. 1135–1141, 2004

¹⁸ H. Salazar, R. Gallego, R. Romero, *Artificial neural networks and clustering techniques applied in the reconfiguration of distribution systems*, IEEE Trans. Power Delivery, vol. 21, no. 3, pp. 1735–1742, 2006

¹⁹ Chao-Shun Chen, Chia-Hung Lin, Hui-Jen Chuang, Chung-Sheng Li, Ming-Yang Huang, Chia-Wen Huang, *Optimal placement of line switches for distribution automation systems using immune algorithm*, IEEE Trans. Power Systems, vol. 21, no. 3, pp. 1209–1217, 2006

²⁰ Moradi, A., Fotuhi-Firuzabad, M., *Optimal switch placement in distribution systems using trinary particle swarm optimization algorithm*, IEEE Trans. Power delivery, vol. 23, no. 1, pp. 271–279, 2008

²¹ H. Falaghi, M. R. Haghifam, Chanan Singh, *Ant colony optimization-based method for placement of sectionalizing switches in distribution networks using a fuzzy multi objective approach*, IEEE Trans. Power Delivery, vol. 24, no. 1, pp. 268–276, Jan. 2009

²² C. Gallardo, L. G. Santander, J. E. Pezoa, *Greedy reconfiguration algorithm for medium-voltage distribution networks*, IEEE Trans. Power Delivery, vol. 24, no. 1, pp. 328–337, Jan. 2009

²³ W. Li, P. Wang, Z. Li, Y. Liu, *Reliability evaluation of complex radial distribution systems considering restoration sequence and network constraints*, IEEE Trans. Power Delivery, vol. 19, no. 2, pp. 753–758, 2004

opierać się na probabilistycznym opisie różnych zdarzeń awaryjnych²⁴. Kryterium *N-1* nie uwzględnia innych prawdopodobieństw różnych zdarzeń, które mogą wystąpić. Ponadto, nie bierze pod uwagę czynników takich jak ryzyko związane z różnymi stanami i czasem obsługi systemu, starzeniem się sprzętu oraz wzrostu obciążeń eksploatacyjnych.

Podsumowując, dotychczasowe metody analizy i optymalizacji elektroenergetycznych sieci dystrybucyjnych są albo zbyt uproszczone albo zbyt kosztowne obliczeniowo; ponadto, nie uwzględniają wielokryterialnej natury problemu. Istnieje pilna potrzeba rozwoju efektywnych obliczeniowo, bardziej dokładnych i zautomatyzowanych metod analizy, modelowania i optymalizacji elektroenergetycznych sieci dystrybucyjnych obejmujących różne aspekty dotyczące niezawodności sieci, jakości zasilania jak również potrzeb odbiorców końcowych. Takie metody byłyby istotne dla redukcji kosztów i poprawy jakości projektowania i obsługi sieci dystrybucyjnych.

Biorąc pod uwagę powyższe, opracowałem założenia, które były podstawą dalszych prac:

- większość modeli dostępnych w literaturze jest oparta na arbitralnych założeniach lub bardzo ograniczonych danych pochodzących z sieci rzeczywistej w związku z czym istnieje możliwość i potrzeba opracowania precyzyjnych modeli matematycznych elektroenergetycznych sieci dystrybucyjnych, uwzględniających różne kryteria projektowe oraz bazujących na rzeczywistych danych archiwalnych dotyczących czynników takich jak awarie czy koszty obsługi;
- kompleksowe modelowanie sieci dystrybucyjnych obejmujące trzy ważne aspekty:
 - (i) budowę nowych sieci i optymalizację istniejących;
 - (ii) ocenę niezawodności na podstawie danych historycznych;
 - (iii) wsparcie procesu decyzyjnego w zakresie zarządzania bieżącego siecią, bazujące na opracowanych modelach;
- możliwe jest opracowanie wielokryterialnych modeli sieci dystrybucyjnych uwzględniających wszystkie aspekty wymienione powyżej;
- dzięki metodom opartym na modelach optymalizacyjnych o zmiennej rozdzielczości oraz modelach zastępczych istnieje możliwość opracowania efektywnych obliczeniowo metod optymalizacji dla jedno- i wielokryterialnej dla sieci dystrybucyjnych;
- istnieje możliwość uwzględniania zmian warunków atmosferycznych w strategii eksploatacyjnej sieci dystrybucyjnych.

Przedstawiony cykl publikacji powiązany tematycznie zawiera wyniki badań prowadzonych w latach 2016-2020 dotyczących możliwości poprawy *niezawodność zasilania i optymalizacji struktur elektroenergetycznych sieci dystrybucyjnych*, w aspekcie zminimalizowania oddziaływania awarii na odbiorców końcowych, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu warunków atmosferycznych.

²⁴ "Risk A, Version 2.0c." Manitoba HVDC research centre Inc., Manitoba, Canada, October 2002

Wybrane artykuły są efektem prowadzonych badań:

- w zespole realizującym projekt badawczy NCN nr 2014/15/B/ST8/02315 pod tym tytułem „Optymalizacja struktur elektroenergetycznych sieci dystrybucyjnych w kontekście zwiększenia niezawodności zasilania”, którego byłem inicjatorem i głównym pomysłodawcą;
- we współpracy międzynarodowej z Reykjavik University, Department: Engineering Optimization & Modeling Center w zakresie algorytmów optymalizacyjnych wykorzystywanych w badaniach;
- we współpracy krajowej z Uniwersytetem Przyrodniczo-Humanistycznym w Siedlcach, Instytut Matematyki w zakresie analiz statystycznych wpływu promieniowania kosmicznego na awaryjność sieci dystrybucyjnych;
- realizacji prac koncepcyjnych wraz Wydziałem Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH, Katedra Systemów Energetycznych i Urządzeń Ochrony Środowiska w aspekcie pracy konstrukcji mechanicznych linii napowietrznych sieci dystrybucyjnych oraz systemów monitoringu ich stanu.

Głównym celem przeprowadzonych badań było opracowanie modeli i algorytmów postępowania, które pozwoliłyby na minimalizację skutków awarii już na etapie projektowania układów sieciowych, a także w trakcie ich eksploatacji. Przyjęte założenia przedstawiłem i przedyskutowałem w trakcie wizyt w Reykjavik University, w kontekście opracowania i wykorzystania do tego algorytmów optymalizacyjnych. Ponadto dzięki współpracy z Uniwersytetem Przyrodniczo-Humanistycznym w Siedlcach uzyskałem możliwość przeanalizowania zgromadzonych danych pod kątem przyczyn awarii spowodowanych promieniowaniem kosmicznym.

W efekcie przeprowadzonych przeze mnie badań, których wyniki zostały zaprezentowane we wskazanym cyklu publikacji naukowych. Część wyników prowadzonych prac prezentowałem również na konferencjach międzynarodowych:

- International Scientific Conference on Electric Power Engineering,
- International Conference on Signals and Electronic Systems.

Ze względu na wymogi formalne publikacji tych nie wskazałem jako osiągnięcia naukowe, natomiast merytorycznie są one elementem prowadzonych badań i prac naukowych.

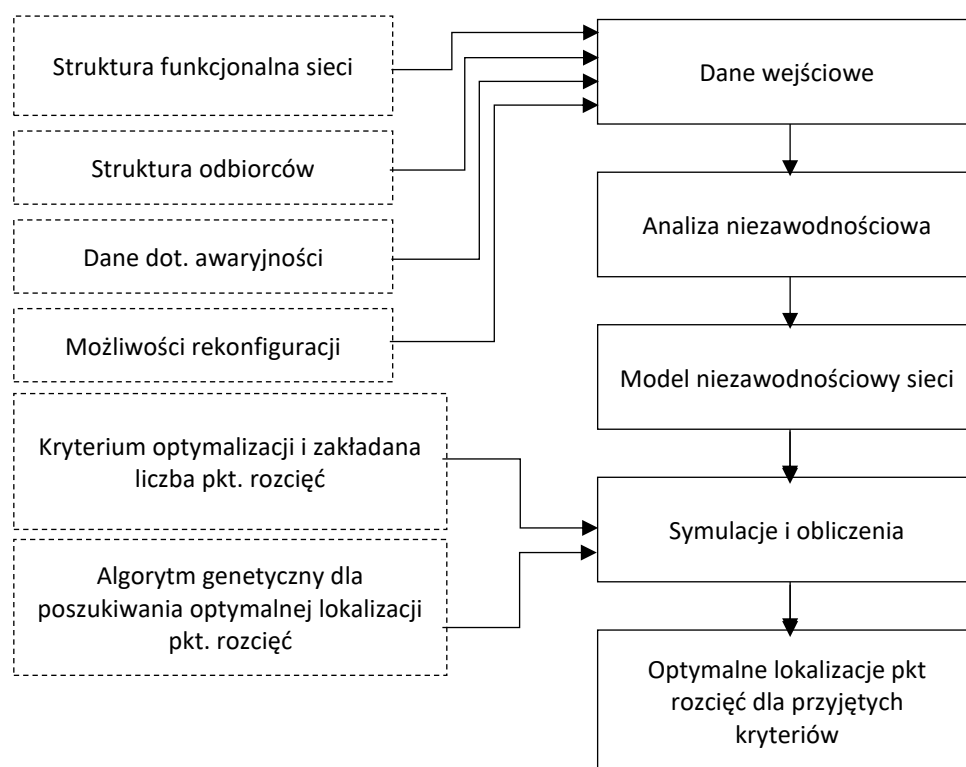
Jako wkład dla rozwoju dyscypliny naukowej automatyka, elektronika i elektrotechnika mogę wymienić:

- wskazałem możliwości opracowania algorytmów optymalizacyjnych jedno- i wielokryterialnych pozwalających na poprawy niezawodności zasilania [1, 2];
- opracowałem założenia i modele matematyczne dla tych algorytmów optymalizacyjnych [1, 2];
- dzięki podjętej współpracy międzynarodowej, na podstawie opracowanych przeze mnie założeń, powstały bardzo efektywne obliczeniowo algorytmy optymalizacyjne [1, 2];

- prowadzone badania były w oparciu o algorytmy bazujące na rzeczywistych danych, a więc ich wynik nie są tylko teoretyczne i potwierdzają przyjęte tezy badawcze [1-8];
- badania na obiektach rzeczywistych pokazały, że nawet przy wykorzystaniu już istniejącej struktury sieciowej, poprzez rekonfigurację można ograniczyć awaryjność sieci ze względu na warunki pogodowe [2-8];
- dzięki współpracy krajowej z Instytutem Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, na podstawie analizy zebranych danych udało się potwierdzić wpływ promieniowania kosmicznego na awaryjność struktury sieciowej w Polsce [7, 8].

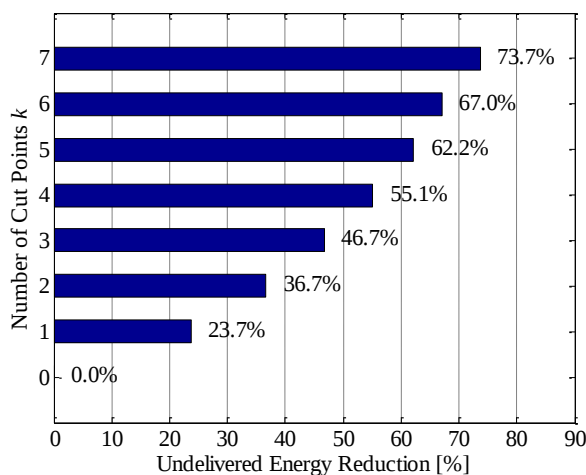
Pierwszym etapem prac było pozyskanie danych rzeczywistych od operatora systemu dystrybucyjnego (firma TAURON Dystrybucja S.A.). Dane te dotyczyły rzeczywistej sieci dystrybucyjnej w zakresie jej struktury, schematu funkcjonalnego, struktury odbiorców oraz awaryjności poszczególnych elementów w latach 2010-2014. Na podstawie tych danych, zgodnie z przyjętym algorytmem metodyki badań (Rys. 1) oraz opracowanych przez mnie założeń teoretycznych dotyczących kryteriów rekonfiguracji struktury sieciowej poprzez optymalną lokalizację w niej punktów rozcięć zostały rozpoczęte prace nad algorytmem optymalizacyjnym.

Problem optymalizacji elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej pod kątem redukcji kosztów związanych z niedostarczoną energią z powodu awarii. Optymalizacja konfiguracji struktury sieciowej realizowana jest poprzez alokację w niej punktów rozcięć, które mogą ograniczyć skutki awarii sieci poprzez automatyczną izolację odcinka sieci, w którym nastąpiła awaria. Symulacje przeprowadzono z wykorzystaniem optymalizacyjnych algorytmów ewolucyjnych opracowanych w Reykjavik University. Jako funkcję celu w tych analizach przyjęto ilość niedostarczonej energii do odbiorców końcowych.



Rys. 1. Algorytm metodyki badań.

Przyjęty do obliczeń model obejmował sieć w strukturze promieniowej, jednostronnie zasilanej z 55 węzłami odbiorczymi oraz rozdzielczymi. Na podstawie otrzymanych wyników można wnioskować, że wprowadzenie 7 punktów rozcięć w tej sieci może ograniczyć ilość energii niedostarczonej aż o ponad 73% (Rys.2), dzięki zmniejszeniu liczby odbiorców końcowych pozbawionych zasilania.



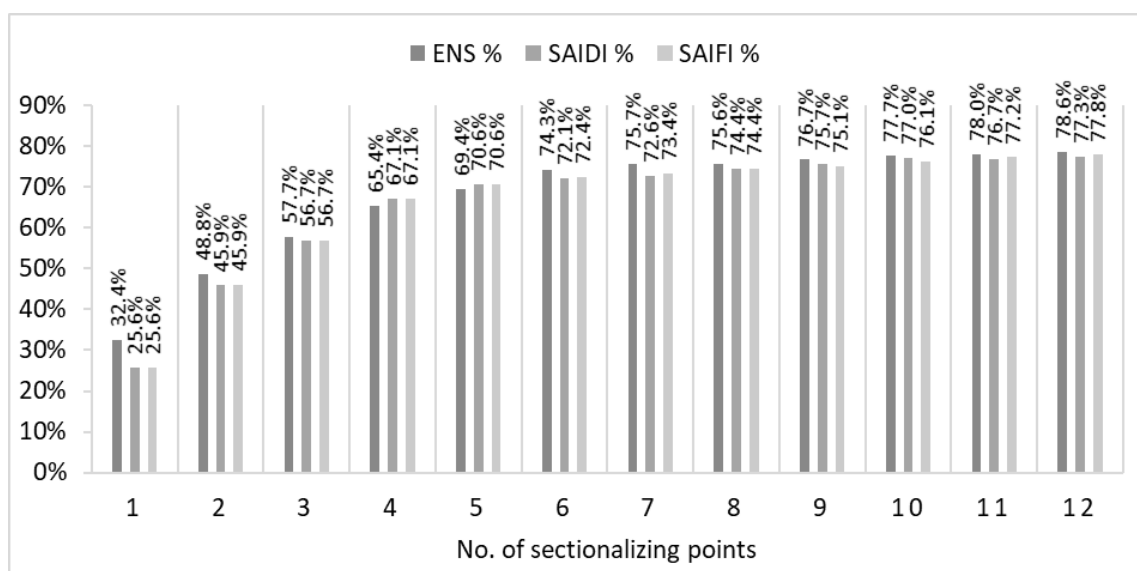
Rys. 2. Ograniczenie ilości niedostarczonej energii w zależności od liczny punktów rozcięć, przy ich optymalnej alokacji²⁵.

Opracowany i wykorzystany do obliczeń algorytm ewolucyjny został zweryfikowany za pomocą niezależnego benchmarking'u, który wykazał, że zapewnia on wiarygodne wyniki przy niskich kosztach obliczeniowych. Dlatego też istnieje znaczny potencjał w wykorzystaniu algorytmów ewolucyjnych do poszukiwania optymalnych alokacji punktów rozcięć dla tego typu sieci. Możliwe jest również rozszerzenie analizy do optymalizacji wielokryterialnej. Wyniki tych prac zostały zaprezentowane na międzynarodowej konferencji²⁵

Dalsze badania optymalizacji jednokryterialnej dla alokacji punktów rozcięć dla większego sieci z 47 węzłami obciążenia i 44 węzłami rozdzielczymi wykazały natomiast, że liczba punktów rozcięcia może również stanowić element poprawy funkcjonowania sieci (Rys. 3) w aspekcie zmniejszenia wartości wskaźników systemowego czasu trwania przerwy długiej w dostawach energii elektryczne (SAIDI), wskaźnika przeciętnej systemowej częstości przerwy długich (SAIFI) oraz energii niedostarczonej (ENS) [1].

Dodatkowym wynikiem przeprowadzonych symulacji było wykazanie, że zwiększanie liczby punktów rozcięć jest efektywne ograniczone. W analizowanym przypadku, lokalizacja w układzie sieciowym, więcej niż 5 punktów rozcięć nie poprawia znacząco wartości przyjętych wskaźników jako kryterium optymalizacyjne.

²⁵ Sz. MOSKWA, Z. Galias, S. Kozieł, *Minimization of power supply-interruption-related costs in power distribution grids using evolutionary methods*, International Conference on Signals and Electronic Systems, September 5–7, 2016 r., Kraków, Poland



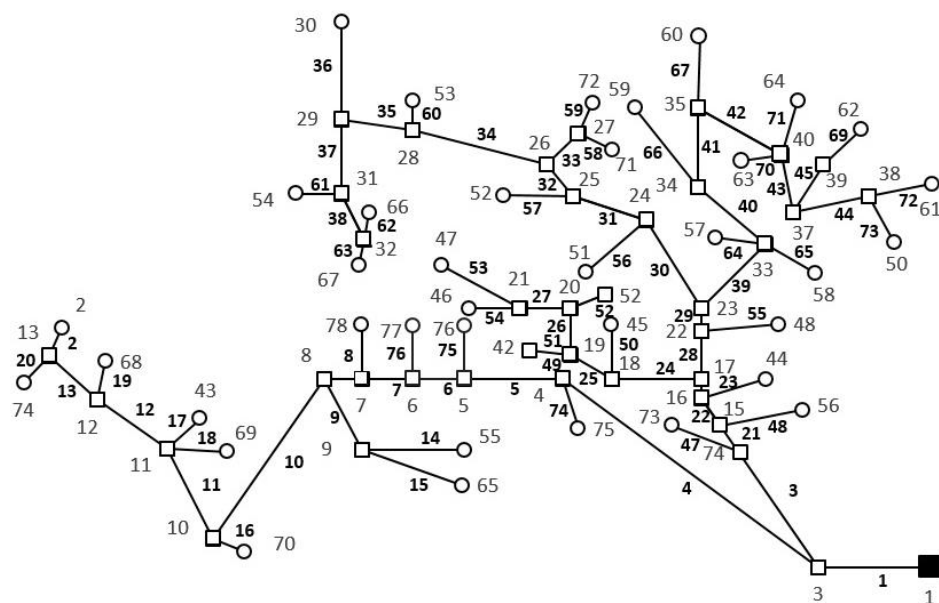
Rys. 3. Względna zmiana wskaźników ENS, SAIDI, SAIFI w zależności od liczby punktów rozcięć sieci przy ich optymalnej alokacji [1].

Uwzględniając wymogi jakości energii dotyczące funkcjonowania sieci elektroenergetycznych, podjąłem prace dotyczące rekonfiguracji sieci w kontekście redukcji strat mocy i poprawy poziomu napięcia, przy wykorzystaniu algorytmu optymalizacyjnego. Wyniki te potwierdziły możliwość wykorzystania opracowanych algorytmów również w tym zakresie. Przyjęte założenia do rekonfiguracji sieci zakładały zachowanie promieniowej konfiguracji sieci. Do obliczeń wykorzystano teoretycznych modele sieci IEEE 33- i 69-bus ze względu na dane dotyczące poziomu napięć w poszczególnych węzłach. Wyniki prac zostały zaprezentowane podczas International Scientific Conference on Electric Power Engineering w Brnie²⁶.

Kolejnym etapem prowadzonych przeze mnie prac była optymalizacja wielokryterialna dla alokacji punktów rozcięć w sieci promieniowej w celu minimalizacji wartości wskaźników SAIDI, SAIFI, ENS. Do symulacji wykorzystano opracowany model sieci z 76 węzłami, której graf przedstawiony jest na rys. 3 opracowany na podstawie rzeczywistej struktury sieciowej i danych przekazanych przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego. Wyniki prac były prezentowane i dyskutowane na konferencji międzynarodowej²⁷.

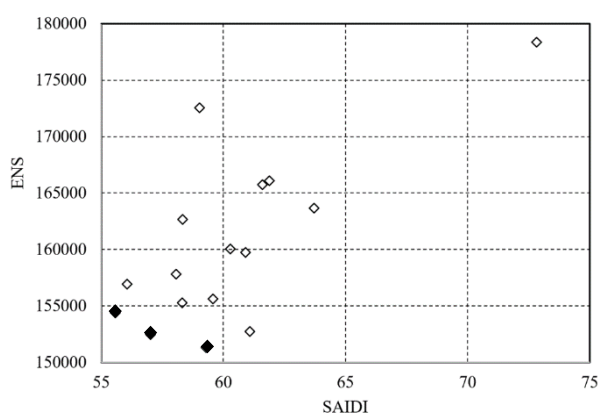
²⁶ S. Kozieł, A. Landeros Rojas, Sz. MOSKWA, *Power loss reduction through distribution network reconfiguration using feasibility-preserving simulated annealing*, International Scientific Conference on Electric Power Engineering, May 16-18, 2018, Brno, Czech Republic

²⁷ Sz. MOSKWA, S. Kozieł, M. Siłuszzyk, Z. Galias, *Multiobjective optimization for switch allocation in radial power distribution grids*, International Conference on Signals and Electronic Systems, September 10-12, 2018 r., Kraków, Poland

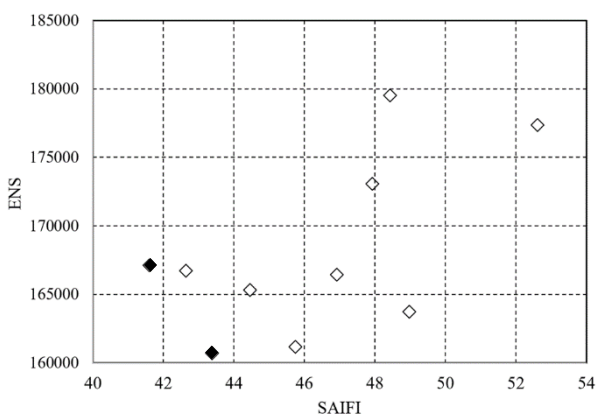


Rys.3. Graf analizowanego obszaru sieciowego o strukturze promieniowej zasilanej jednostronnie.

Opracowany algorytm ewolucyjny, generuje wyniki w postaci frontu Pareto. Podstawowy mechanizm tworzący front Pareto opiera się na wyborze rozwiązań niezdominowanych. Zastosowano mechanizm współdzielenia sprawności, który pozwala ograniczyć grupowanie rozwiązań wokół jednego kryterium poprzez eliminowanie rozwiązań znajdujących się w pobliżu innych wyników. Algorytm zawiera również ograniczenia krzyżowania rozwiązań, które są od siebie bardzo oddalone (których wynik może oddalać się od frontu Pareto) nawet jeśli oba krzyżowane rozwiązania są optymalne w sensie Pareto.



a)



b)

Rys. 3. Wyniki obliczeń – front Pareto dla alokacji optymalnej 10 punktów rozcięć dla kryteriów²⁷: (a) SAIDI i ENS; b) SAIFI i ENS.

Wyniki optymalizacji wielokryterialnej (tabela 1) wykazały, że nie ma jednoznacznych rozwiązań optymalnych z punktu widzenia relacji ENS/SAIDI lub ENS/SAIFI przy poszukiwaniu optymalnego rozmieszczenia punktów rozcięć. Dlatego rozwiązania prezentowane w postaci frontu Pareto dają operatorowi systemu możliwość wyboru najbardziej odpowiedniej lokalizacji punktów rozcięć, które spełniają dodatkowo oczekiwania dotyczące kryteriów niezawodności oraz strategii inwestycyjnej firmy. Możliwe jest też dalsze rozwijanie opracowanej metody do analiz o wyższym poziomie złożoności.

Tabela 1. Optymalna alokacja punktów rozcięć.

ENS (MWh)	SAIDI	SAIFI	Lokalizacja
157.085	-	41.95	4, 11, 22, 23, 24, 29, 30, 31, 39, 42
167.124	-	41.61	5, 22, 23, 24, 30, 32, 35, 40, 42, 46
151.293	59.29	-	3, 4, 5, 23, 24, 27, 30, 39, 40, 45
158.486	54.75	-	5, 8, 22, 23, 24, 29, 30, 34, 39, 42

W trakcie prac badawczych dokonano również analizy awaryjności i możliwości poprawy niezawodności zasilania w aspekcie występowania różnych warunków pogodowych [2]. Oceniono skuteczność proponowanego w literaturze modelu pogodowego do analizy wskaźników niezawodnościowych.

Otrzymane wyniki wykazały, że uwzględnienie warunków pogody przy poszukiwaniu optymalnych alokacji punktów rozcięć nie ma wpływu na wartości wskaźnika SAIFI, jeśli zachowana jest wartość średnia współczynnika awaryjności dla każdego elementu sieci. W przypadku wskaźnika SAIDI różnice w wartości wskaźnika dla analizowanych modeli wynosiła do 3%.

Wykorzystanie modelu pogodowego do wyznaczania wskaźników SAIDI i SAIFI może być uzasadnione w przypadku występowania obszaru, gdzie awaryjność w warunkach niekorzystnych lub bardzo niekorzystnych jest zdecydowanie większa niż w przypadku pozostałej części sieci i nie jest to uwidocznione w przypadku uśrednienia wszystkich awarii.

Oprócz badań teoretycznych, uczestniczyłem w pracach rozwojowych dla operatora systemu dystrybucyjnego mających na celu ograniczenie awarii spowodowanych szadzią i oblodzeniem linii napowietrznych. Prace dotyczyły analizy dotychczasowych awarii spowodowanych nadmiernym oblodzeniem i szadzią na liniach napowietrznych 30 kV. W trakcie prac przeanalizowano przekazane dane oraz przeprowadzono badania na obiekcie rzeczywistym mające na celu potwierdzić założenia teoretyczne dot. możliwości ograniczenia awarii poprzez odpowiednie obciążenie linii i zmianę konfiguracji sieci. W zakresie rekonfiguracji sieci również wykorzystano analizę poprawy niezawodności zasilania na podstawie wartości wskaźników SAIDI. Otrzymane wyniki wykazały, że w zadanym już układzie z wykorzystaniem istniejącego punktu rozcięcia, czasowa rekonfiguracja sieci oraz jej dociążenie może ograniczyć wartość tego wskaźnika o ponad 67%, w analizowanym obszarze.

Jako metoda ograniczenia skutków obciążenia mechanicznego magistrali linii napowietrznej 30 kV lodem i/lub szadzią, zaproponowane zostało prewencyjne podgrzewanie linii. Założenia teoretyczne zostały zweryfikowane przez badania terenowe przeprowadzone z wykorzystaniem termowizji dla oceny pracy badanej linii dla stanu typowego oraz zwiększonego obciążenia prądowego [3, 4]. Prace te były prowadzone we współpracy z pracownikami Katedry Systemów Energetycznych i Urzędzeń Ochrony Środowiska Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH, którzy zaproponowali rozwiązanie systemowe pozwalające na wcześniejsze wykrycie procesu narastania lodu i szadzi niebezpiecznego dla wytrzymałości mechanicznej linii.

Biorąc pod uwagę otrzymane wyniki analiz związanych z przyczyną awarii i ewentualnego uwzględnienia ich w poprawie ciągłości zasilania, ostatnim etapem moich prac było przeanalizowanie zebranych danych przy współpracy z naukowcami z Instytutu Matematyki Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach pod kątem wpływu promieniowania kosmicznego na awaryjność sieci dystrybucyjnych.

Różne zjawiska zachodzące na Słońcu prowadzą do przekształcenia słonecznej energii magnetycznej w zjawiska pogodowe w przestrzeni kosmicznej, które mogą wpływać na Ziemię na wiele sposobów, w zależności od poziomu aktywności słonecznej. Podczas maksimum słonecznego występują zjawiska przejściowe, jak np. rozbłyski słoneczne i koronalne wyrzuty masy są bardzo częste i prowadzą do zwiększenia i prowadzą do wzrostu emisji, przyspieszania i transportu słonecznych cząstek energetycznych. Interakcje zjawisk wywołanych przez Słońce z ziemskim polem magnetycznym mogą prowadzić do burzy geomagnetycznej. Przeprowadzone badania potwierdziły możliwy wpływ ekstremalnych kosmicznych zjawisk pogodowych na infrastrukturę przesyłową energii elektrycznej również w Polsce. Prądy indukowane geomagnetycznie (GIC) są zjawiskiem inicjowanym przez interakcję pomiędzy pogodą kosmiczną a ziemskim polem magnetycznym. GIC może powodować awarie transformatorów poprzez wielokrotne nagrzewanie izolacji transformatora.

Porównując zebrane przeze mnie dane dotyczące awaryjności sieci dystrybucyjnych z danymi dotyczącymi promieniowania kosmicznego, którymi dysponował zespół z Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, dokonano analizy pod kątem wpływu wyżej opisanych zjawisk. Wynikiem przeprowadzonych analiz statystycznych jest potwierdzenie wpływu GIC, które były generowane przez silne zjawiska pochodzenia słonecznego i spowodowały zmiany strukturalne w wewnętrznej heliosferze, a w konsekwencji w geosferze, na pracę sieci elektroenergetycznych w południowej Polsce [5-8] – porównując łączną liczbę awarii sieci elektroenergetycznych w okresie minimum słonecznego (2010) i w okolicach maksimum słonecznego (styczeń-lipiec 2014) ilość awarii jest dwukrotnie większa w pierwszych siedmiu miesiącach 2014 roku niż w 2010 roku. Może to być traktowane jako wskaźnik zależności od fazy cyklu słonecznego. Wzrost nałożonej uśrednionej liczby awarii sieci elektroenergetycznych pojawia się około jeden dzień po wystąpieniu szybkiego Halo CME.

Podsumowanie

Przedstawione metody analizy wykraczają poza dotychczas dostępne metody modelowania sieci, a zatem mogą mieć bezpośredni i znaczący wpływ na stan wiedzy w dziedzinie elektrotechniki i zarządzania siecią elektroenergetyczną. Dzięki podjętej współpracy, opracowane algorytmy optymalizacyjne przyczynią się również do rozwoju tych dziedzin inżynierii, które wykorzystują projektowanie wspomagane komputerowo, modelowanie i optymalizację złożonych struktur, nie tylko w zakresie projektowania sieci, ale także systemów zarządzania wspomagane komputerowo. Opracowane w trakcie prac metody mogą być wykorzystane do rozwiązywania problemów w różnych dziedzinach, na przykład, symulacji pracy urządzeń i jej oceny w kontekście różnych czynników, rozwoju strategii obsługi urządzeń, przewidywania ich stanu technicznego, bieżącej analizy niezawodności złożonych systemów technicznych.

Opracowane rozwiązania teoretyczne i prezentowane wyniki pozwalają zakładać, że istnieje możliwość ich wykorzystania przy projektowaniu i modernizacji sieci elektroenergetycznych w aspekcie lokalizacji punktów rozcięć a także automatycznej rekonfiguracji sieci w przypadku awarii. Znajomość zależności pomiędzy zjawiskami pogodowymi i atmosferycznymi a awaryjnością elementów sieciowych, a także wykorzystując fakt wcześniejszej informacji o zjawiskach inicjujących awarie, daje możliwość opracowania systemu predykcji awarii i minimalizacji ich skutków.

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

W latach 2009-2011 współpraca z Instytutem Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie, jako ekspert niezależny w obszarze elektromaszynowym, m.in. przy projektach w zakresie opracowania i wdrożenia zintegrowanego systemu ewidencji, kontroli i oceny pracy maszyn i urządzeń dla KGHM SA oraz JSW SA. Opracowane rozwiązania zostały wdrożone w w/w zakładach.

Od 2011 roku współpraca z Reykjavik University, Department: Engineering Optimization & Modeling Center, Reykjavik, Islandia – 4 wizyty studyjne w latach 2011 (2 tygodnie), 2013 (1 tydzień), 2015 (1 tydzień), 2016 (2 tygodnie). Współpraca z uczelnią rozpoczęta w 2011 r., która zaowocowała m.in. podpisaniem porozumienia o współpracy pomiędzy AGH i Reykjavik University. Kolejne wizyty studyjne rozpoczęły prace nad wspólnym obszarem badawczym. Współpraca obejmowała badania nad wykorzystaniem algorytmów optymalizacyjnych dla poprawy funkcjonowania sieci elektroenergetycznych. Efektem współpracy jest realizacja badań naukowych, które zaowocowały m.in. 5 publikacjami naukowymi, które są wykazane w cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych stanowiących osiągnięcie naukowe wnioskodawcy.

Od 2018 roku współpraca z Uniwersytetem Przyrodniczo-Humanistycznym w Siedlcach, Instytut Matematyki, w ramach prac nad wpływem promieniowania kosmicznego na awaryjność elektroenergetycznej struktury sieciowej. Współpraca zaowocowała wysoko punktowanymi 6 artykułami w czasopismach naukowych i na konferencjach międzynarodowych. Publikacje są częścią cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych stanowiących osiągnięcie naukowe wnioskodawcy.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.

Osiągnięcia dydaktyczne:

Nagrody Rektorskie:

- Indywidualna Rektorska Nagroda Dydaktyczna II stopnia w 2006 r. za opracowanie programu nowego przedmiotu.
- Zespołowa Rektorska Nagroda Dydaktyczna II stopnia w 2007 r. za stworzenie nowego laboratorium urządzeń elektrycznych.

Opracowanie programu nowych przedmiotów dla kierunku elektrotechnika i energetyka:

- Niezawodność zasilania energią elektryczną – kierunek: elektrotechnika, studia stacjonarne I stopnia, przedmiot obowiązkowy.
- Niezawodność zasilania energią elektryczną – kierunek: elektrotechnika, studia niestacjonarne I stopnia, przedmiot obowiązkowy.
- Energetyka rozproszona i odnawialne źródła energii – kierunek: elektrotechnika, studia stacjonarne II stopnia, przedmiot obieralny.
- Energetyka rozproszona i odnawialne źródła energii – kierunek: elektrotechnika, studia niestacjonarne II stopnia, przedmiot obieralny.
- Technika oświetleniowa – kierunek: elektrotechnika, studia stacjonarne II stopnia, przedmiot obieralny.
- Technika oświetleniowa – kierunek: elektrotechnika, studia niestacjonarne II stopnia, przedmiot obieralny.
- Distributed generation and renewable energy sources – kierunek: elektrotechnika, studia stacjonarne II stopnia, przedmiot obieralny.
- Jakość dostawy energii elektrycznej – kierunek: energetyka, studia stacjonarne II stopnia, przedmiot obieralny.

W latach 2008-2012 opiekuna praktyk studenckich dla kierunku elektrotechnika moduł A.

Promotorstwo 99 prac dyplomowych:

- Prace inżynierskie – kierunek elektrotechnika:
17 (st. stacjonarne), 20 (st. niestacjonarne),
- Prace magisterskie: – kierunek elektrotechnika:
14 (st. stacjonarne), 35 (st. niestacjonarne),
– kierunek energetyka:
3 (st. stacjonarne).
- Prace magisterskie (studia jednolite): – kierunek elektrotechnika:
8 (st. stacjonarne),
– kierunek energetyka:
2 (st. stacjonarne).

Promotor pomocniczy rozpraw doktorskich:

- Temat: Adaptacyjny system oświetlenia pomieszczeń w inteligentnym budynku biurowym, w kontekście personalizacji warunków oświetlenia, praca złożona – praca obroniona 28 czerwca 2021 r.; doktorant: mgr inż. Mirosław Dechnik; promotor: dr hab. Inż. Robert Stala, prof. uczelni.

Opiekun pomocniczy rozpraw doktorskich:

- Obszary badawczy: Badanie potencjalnych interakcji bezpieczeństwa funkcjonalnego z cyberbezpieczeństwem w projektach motoryzacyjnych
– doktorat wdrożeniowy; studia doktorskie rozpoczęte w roku akademickim 2020/21;
doktorant: mgr inż. Piotr Mydłowski,
opiekun naukowy: dr hab. inż. Paweł Skruch, prof. uczelni.
- Obszary badawczy: Systemowa analiza bezpieczeństwa układów sterowania w pojazdach o wysokim stopniu automatyzacji jazdy
– doktorat wdrożeniowy; studia doktorskie rozpoczęte w roku akademickim 2020/21;
doktorant: mgr inż. Piotr Piątek,
opiekun naukowy: dr hab. inż. Paweł Skruch, prog. Uczelni.

Kształcenie dzieci i młodzieży:

- współorganizator i przewodniczący Rady Programowej Akademii AGH Junior,
- wykładowca Uniwersytetu Dzieci.
- wykładowca Tarnowskiej Akademii Młodych.

Tematyka zajęć:

- Jak to działa? – czyli elektryczne tajemnice sprzętu AGD.
- Kolorowa energia elektryczna... żarówka na wiatr?
- Niewidzialna siła w domu.

Działania popularyzujące naukę:

Od 2009 coroczny udział w organizacji i prezentacji laboratoriów Katedry Elektrotechniki i Elektroenergetyki AGH w ramach Nocy Naukowców.

Od 2018 r. członek Rady Ekspertów programu TOP CDR – Digitally Responsible Company, która promuje cyfrową odpowiedzialność biznesu w aspekcie wdrażania rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji.

Działalność organizacyjna:**Nagrody Rektorskie:**

- Zespołowa Nagroda Rektorska I stopnia za osiągnięcia organizacyjne – 2014 r.
- Zespołowa Nagroda Rektorska I stopnia za osiągnięcia organizacyjne – 2017 r.

Pełnione funkcje:

- Członek Zespołu Zarządzającego oraz przewodniczący Zespołu ds. Kształcenia w projekcie Inicjatywa Doskonałości Uczelnia Badawcza AGH.
- Prodziekan ds. Studenckich i Ogólnych Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH w kadencji 2012-2016, 2016-2020.
- Sekretarz Uczelnianej Komisji Rekrutacyjnej w kadencji 2008-2012.

- Zastępca Przewodniczącego Uczelnianej Komisji Rekrutacyjnej w latach 2012-2018.
- Członek Senatu AGH w kadencji 2012-2016.
- Członek Senackiej Komisji ds. Kształcenia i Spraw Studenckich w kadencji 2012-2016.
- Członek Rady Wydziału w kadencji 2012-2016.
- Zastępca Przewodniczącego Koła SEP nr 16 w Krakowie w latach 2014-2016.

Udział w organizacji konferencji, seminariów krajowych i międzynarodowych (ICLP, EUI) jako członek komitetów organizacyjnych.

Udział w delegacji uczelni polskich w Chinach, dzięki której podpisano porozumienie o współpracy pomiędzy AGH i kilkoma uniwersytetami chińskimi – Tianjin University of Technology, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin Polytechnic University, Taizhou University.

Odznaczenia i wyróżnienia za osiągnięciach dydaktyczne, organizacyjne oraz popularyzujące naukę:

- Srebrna Odznaka Honorowa SEP (2010 r.),
- Srebrna Odznaka Honorowa NOT (2013 r.),
- Medal Komisji Edukacji Narodowej (2014 r.),
- Złota Odznaka Honorowa SEP (2015 r.),
- Wyróżnienie INTEGRALIA 2016 za działanie na rzecz studentów z niepełnosprawnościami (2016 r.),
- Medal im. St. Bieleńskiego SEP (2018 r.),
- Odznaczenie „Honoris Gratia” Prezydenta Miasta Krakowa (2019 r.).

7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej.

Doświadczenie zawodowe w przemyśle:

01.06.2019 – 30.11.2019 zatrudnienie na stanowisku Functional Safety Manager
w Centrum Technicznym Aptiv w Krakowie

01.12.2008 – obecnie własna działalność gospodarcza FUD EDISON:

- działalność w zakresie inżynierii i związane z nią doradztwo techniczne;
- projektowanie instalacji elektroenergetycznych;
- szkolenia specjalistyczne;
- audyty i certyfikacja energetyczna budynków.

.....
(podpis wnioskodawcy)