

# Autoreferat

## 1. Imię i nazwisko.

Jarosław Michał Wiater

## 2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – nazwa, miejsce i rok uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej.

Doktor nauk technicznych: Białystok, 18 czerwca 2009 r.

Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny

Dyscyplina naukowa: Elektrotechnika

Tytuł rozprawy: *Analiza zagrożenia piorunowego systemów sterowania i nadzoru stacji elektroenergetycznych.*

Magister inżynier: Białystok, 3 lipca 2002 r.

Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny

Kierunek studiów: Elektrotechnika

Temat: *Sprzęt ochronny stosowany w eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych w świetle wymagań krajów Unii Europejskiej.*

## 3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.

Adiunkt od października 2009 roku do chwili obecnej

Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny

Asystent od października 2002 roku do września 2009 roku

Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny

**4. Wskazanie osiągnięcia\* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.).**

Podstawą wniosku habilitacyjnego jest osiągnięcie wynikające z art. 16 ust.2 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami) jest monografia pt.: „Analiza bezpieczeństwa podczas doziemnych wyładowań piorunowych” wydana przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Białostockiej w 2014 roku, ISSN 0867-096X (Rozprawy Naukowe nr 259).

**a) Tytuł osiągnięcia naukowego.**

Monografia: Analiza bezpieczeństwa podczas doziemnych wyładowań  
piorunowych

Autor: Jarosław Michał Wiater

Rok wydania: 2014

Nazwa wydawnictwa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej

Recenzenci wydawniczy: prof. dr hab. inż. Zbigniew Gacek  
dr hab. n. med. Paweł Krajewski

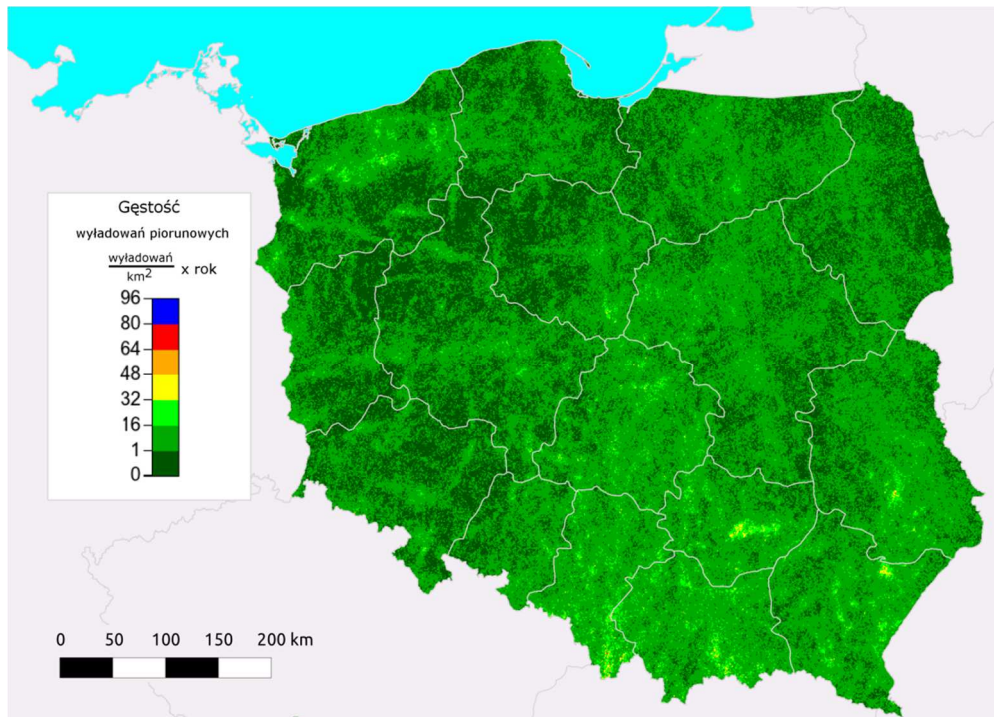
**b) Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania**

**Cel i ogólna charakterystyka pracy**

Wyładowania piorunowe w powszechnym odczuciu mają charakter nagły i niespodziewany. W dobie powszechnie dostępnych środków masowego przekazu informacje o porażeniu ludzi oraz szkodach materialnych wywołanych przez wyładowanie piorunowe są szeroko rozpowszechniane, co potęguje obawy o zdrowie i życie podczas burzy. Niestety, bardzo często przekazywane informacje nie są prawdziwe i zgodne z wiedzą naukową dotyczącą zagrożeń stwarzanych przez wyładowania piorunowe oraz szeroko pojętych aspektów medycznych. Nierzetelne informacje powodują okresowy i gwałtowny wzrost zainteresowania problematyką bezpieczeństwa podczas doziemnych wyładowań piorunowych, ze zwróceniem szczególnej uwagi na podanie warunków bezpiecznego zachowania się podczas burzy. Ze względu na charakter zachodzących zjawisk, sprawa nie zawsze jest jednak prosta i oczywista.

Wypadki związane z porażeniem prądem elektrycznym wywołanym wyładowaniem piorunowym mają miejsce podczas pracy, wypoczynku i wykonywania czynności dnia codziennego. Wiążą się one zawsze z określonymi stratami ekonomicznymi, ludzkimi i społecznymi, a także z pojawiającym się poczuciem strachu.

Prawdopodobieństwo zdarzenia niebezpiecznego związanego z doziemnym wyładowaniem piorunowym zależy od lokalizacji na obszarze kraju. Na rysunku 4.1 przedstawiono gęstość wyładowań piorunowych w roku 2010 na obszarze Polski.



Rys. 4.1 Roczna gęstość wyładowań piorunowych w Polsce w 2010 roku [101]

\*- odnośniki do pozycji literaturowych zawarte są w omawianej i dołączonej do wniosku monografii

Wynika stąd, że południowa część kraju jest bardziej narażona na wyładowania piorunowe niż północna. Dostępne statystyki wyraźnie pokazują, że liczba wypadków związanych z wyładowaniami piorunowymi kształtuje się w latach 2001-2006 na podobnym poziomie i nie obserwuje się tendencji spadkowej. Ma ona charakter po części losowy, związany z liczbą burz występujących w danym roku. W tabelach 4.1 i 4.2 zestawiono z kolei dane statystyczne dotyczące liczby osób, które zostały porażone prądem doziemnego wyładowania piorunowego.

Tab. 4.1. Zarejestrowane i oszacowane liczby ofiar porażen wskutek wyładowań piorunowych w Polsce w latach 2001 – 2006 wg. Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) i archiwum Gazety Wyborczej (GW) [7]

Rok	Porażenia śmiertelne		Szacunkowa liczba ofiar porażen, które przeżyły wg GUS	Ofiary, które przeżyły wg GW	Szacunkowa liczba wszystkich ofiar
	wg GUS	wg GW			
2001	17	11	17	36	53
2002	12	6	5	10	22
2003	10	5	4	8	18
2004	11	3	23	48	59
2005	7	4	8	17	24
2006	3	2	4	8	11
Suma	60	31	61	127	187
Średnia	10	5	10	21	31

Tab. 4.2. Liczba wszystkich osób porażonych prądem piorunowym w poszczególnych miesiącach w latach 2001 - 2006 (GW) [7]

Miesiąc	Ofiary śmiertelne		Ofiary porażen, które przeżyły		Razem	
	Liczba	%	Liczba	%	Liczba	%
Maj	1	3	5	7	6	7
Czerwiec	10	32	24	33	34	37
Lipiec	12	39	22	34	34	38
Sierpień	5	16	7	10	12	11
Wrzesień	3	10	3	5	6	7
Suma	30	100	61	100	92	100

Aby próbować rozwiązać problemy związane z bezpieczeństwem podczas doziemnych wyładowań piorunowych należy dysponować niezbędnymi informacjami, dotyczącymi:

- skutków rażenia ludzi krótkotrwałymi, jednokierunkowymi impulsami prądu,
- rozkładami napięć krokowych i dotykowych podczas bezpośrednich uderzeń pioruna w rozmaite budowle lub w ich bliskie sąsiedztwo,
- wiedzą na temat eliminowania lub przynajmniej zmniejszenia zagrożenia stwarzanego przez prąd piorunowy,
- wiedzą o zagadnieniach związanych z ochroną odgromową obiektów i obszarów, w których przebywają ludzie.

Dostępną literaturę poświęconą zagadnieniom związanym z bezpieczeństwem ludzi podczas wyładowań piorunowych można podzielić na kilka grup tematycznych.

Pierwsza, najbardziej liczna, odnosi się do szczegółowych opisów przypadków porażień w następstwie wyładowań piorunowych [17][22][27][29][35][38][40][48][49][54][68] [73]. Do drugiej grupy można zaliczyć publikacje naukowe poruszające szeroko rozumiany problem bezpieczeństwa podczas wyładowań piorunowych. Opisano w nich proste metody wyznaczania rozkładu potencjałów na powierzchni ziemi podczas przepływu prądów udarowych [20][57][61][74][78]. Metody te można wykorzystywać w obliczeniach o nieskomplikowanym ukształtowaniu, naturalnych i sztucznych systemów uziomowych biorących udział w rozplywie prądu piorunowego. Wyniki takich obliczeń znajdują się w wielu publikacjach, w których wykorzystując metodę elementów o parametrach skupionych wyznaczano wartości napięć rażeniowych podczas wyładowań piorunowych [2][18][24][25][37][64][72][75]. Przytoczone przykłady nie pozwalają na uogólnienie problemu, choćby tylko ze względu na konieczność wyznaczenia konkretnych wartości elementów biernych użytych w procesie modelowania.

Trzecia grupa prac koncentruje się na modelowaniu ciała ludzkiego wykorzystywanym w celu przeprowadzenia analizy bezpieczeństwa podczas wyładowań piorunowych. Analizując informacje zawarte w literaturze można zauważyć dwie wyraźne tendencje w procesie modelowania. Pierwsza polega na tym, aby koncentrować się na modelu ciała ludzkiego stworzonym z elementów biernych o parametrach skupionych [68] [69]. Druga tendencja przejawia się w zastosowaniu tzw. voxel'i (w układzie trójwymiarowego odwzorowania ciała ludzkiego), które są odpowiednikiem pikseli w układzie dwuwymiarowym [37]. Pozwala to na wyznaczenie drogi rozplywu prądu piorunowego w ciele człowieka. Niestety, w metodzie tej nie uwzględniono przestrzennego systemu uziomowego (naturalnego i sztucznego), który stanowi najistotniejszy element funkcjonalny instalacji odgromowej, znajdującej się na drodze rozplywającego się prądu piorunowego.

Należy również wspomnieć o pracach prowadzonych pod kierownictwem prof. Z. Flisowskiego w latach 80-tych ubiegłego wieku [4][5][36], w których szczegółowo przeanalizowano przyczyny porażień śmiertelnych i prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia zagrażającego życiu. Na podstawie danych literaturowych próbowano określić poziomy napięć rażeniowych, przy których może wystąpić migotanie (fibrylacja) komór serca. Uzyskane wyniki są wykorzystywane w analizach wykonywanych w monografii Habilitanta.

Podsumowując można stwierdzić, że dostępna literatura na temat bezpieczeństwa podczas wyładowań piorunowych nie jest zbyt liczna, a kilkadziesiąt dostępnych pozycji nie wyczerpuje tematu. Widoczny jest brak opracowań bazujących na rzeczywistych wynikach pomiarów napięć rażeniowych spowodowanych rozplywem rzeczywistych prądów piorunowych, jak i prądów udarowych wytwarzanych przez generatory wysokiego napięcia. Brak jest również wyników obliczeń napięć rażeniowych na terenie obiektów użyteczności publicznej, przemysłowych itp.

Dotychczas nie opracowano skutecznych metod przeciwdziałania lub przynajmniej zmniejszenia skutków oddziaływania wyładowań piorunowych na organizm ludzki. Głównym zadaniem opracowanej monografii jest analiza bezpieczeństwa ludzi podczas doziemnych wyładowań piorunowych w różnych, możliwych do przewidzenia sytuacjach. Przedmiotem rozważań są między innymi metody ograniczania napięć rażeniowych. W tym zakresie monografia może być przydatna dla projektantów obiektów, które są szczególnie narażone na skutki bezpośredniego doziemnego oddziaływania wyładowania piorunowego - stacji elektroenergetycznych, obiektów radiokomunikacyjnych, stacji bazowych telefonii

komórkowej GSM oraz obiektów użyteczności publicznej, w których podczas burz mogą przebywać ludzie.

W celu zmniejszenia strat, niezbędne jest zastosowanie odpowiednich rozwiązań technicznych popartych odpowiednimi aktami normatywnymi, dzięki którym można będzie zmniejszyć liczbę zdarzeń katastrofalnych, a w większości przypadków ograniczyć ich skutki.

Obecnie stosownie do wymagań norm serii PN-EN 62305, zaleca się - aby dobierając odpowiednie rozwiązania urządzenia piorunochronnego zwracać uwagę na ochronę ludzi przed porażeniem na skutek wystąpienia napięć krokowych i dotykowych. W tym celu uziom odgromowy musi spełniać przytoczone w normie wymagania dotyczące minimalnych długości w zależności od przyjętego poziomu ochrony i rezystywności gruntu (uziom typu A), oraz średniego promienia obszaru objętego uziomem (typu B). Jeśli pojedynczy uziom otokowy nie zapewnia założonych wymagań lub też różnice potencjałów będą niebezpieczne dla osób przebywających w sąsiedztwie uziomu, należy zastosować dodatkowe uziomy otokowe umieszczane we wzajemnej odległości około 3 metrów. W miarę oddalania się od obrysu obiektu, otoki powinny być układane coraz głębiej w ziemi. Należy również zauważyć, że w normie PN-EN 62305-3:2011 [85] ograniczono się tylko do stwierdzenia, że przedstawione wielootokowe rozwiązania należy stosować wtedy, gdy poziom zagrożenia przekroczy wartości dopuszczalne. Problem tkwi w tym, że nie podano żadnych wartości dopuszczalnych (bezpiecznych). Między innymi ten problem Habilitant starał się rozwiązać.

Dodatkowo w normie PN-EN 62305-3:2011 [85] zaproponowano sprawdzenie kilku warunków, których spełnienie ogranicza zagrożenie piorunowe związane z napięciami krokowymi i dotykowymi do odpowiednich poziomów, bliżej w normie nie zdefiniowanych. Jeśli zalecane warunki nie są spełnione, należy zastosować proste rozwiązania zapewniające ochronę przed napięciami rażeniowymi, które zostały wywołane przez rozprzyskający się prąd wyładowania piorunowego. Habilitant w pracy poddał w wątpliwość zalecenia przytoczonej normy.

Najważniejszym oryginalnym osiągnięciem naukowym zaprezentowanym w pracy jest według autora opracowanie syntetycznych sposobów zmniejszenia ryzyka fibrylacji komór serca na skutek rozprzyskającego się prądu doziemnego wyładowania piorunowego. Jak wykazano w pracy sterowanie rozprzyskiem prądu i rozkładem potencjałów pozwala ekonomicznie uzasadnionym nakładem zmniejszyć poziomy napięć krokowych.

## **Zastosowane metody badawcze**

Podczas pracy naukowo-badawczej Habilitant prowadził zarówno badania terenowe, laboratoryjne jak i analizy teoretyczne. W prowadzonych pomiarach rzeczywistych napięć krokowych i dotykowych pojawiających się przy przepływie prądu udarowego wykorzystano generator prądów udarowych opracowany specjalnie do takich badań (przekonstruowany typowy generator prądowy). Przystosowując opisany generator do badań narażeń piorunowych wprowadzono następujące innowacje:

- w trakcie ładowania pojemności głównych  $C_0$  generator jest zasilany z sieci elektroenergetycznej, a po naładowaniu jest galwanicznie od niej odłączany,
- po odłączeniu zasilania możliwe jest wyzwolenie generatora,
- cały generator jest w pełni izolowany od ziemi (część wysoko- i nisko napięciowa).

Powyższe zmiany konstrukcyjne umożliwiły wykorzystanie generatora do badań w dowolnym miejscu, w którym może wystąpić wzrost potencjału wywołany przez

przeptywający prąd udarowy. Dzięki temu znalazł on zastosowanie w badaniach zagrożeń piorunowych m.in. pozwalał na wywołanie zjawisk wielkoprądowych w gruncie.

Do analiz teoretycznych prezentowanych w monografii wykorzystano specjalistyczny pakiet oprogramowania *CDEGS* pozwalające na prowadzenie obliczeń rozptyłów prądów i rozkładów potencjałów oraz natężeń pól elektrycznego i magnetycznego w trójwymiarowych strukturach opisanych za pomocą równań Maxwell'a. Dla potrzeb analiz teoretycznych opracowano trójwymiarowe modele analizowanych obiektów, opisując je szczegółowo w języku wewnętrznym programu *HIFREQ*. W tworzonych modelach uwzględniono sprzężenia galwaniczne, pojemnościowe i indukcyjne pomiędzy elementami, znajdującymi się zarówno na powierzchni ziemi, jak i pod ziemią. W analizowanych modelach występowały:

- stalowe konstrukcje nośne,
- zbrojenie fundamentów konstrukcji nośnych,
- uziomy kratowe i otokowe układane w ziemi na różnej głębokości,
- metalowe elementy wsporcze i nośne,
- zwody pionowe oraz przewody odprowadzające i uziemiające urządzenia piorunochronnego,
- elementy systemu wyrównywania potencjałów,
- rury systemu wodno-kanalizacyjnego,
- konary oraz różnorodne systemy korzeniowe drzew itp.

Przedmiotem rozważań Habilitanta nie było szczegółowe modelowanie procesu rozwoju wyładowania piorunowego. Pozwoliło to przyjąć założenie upraszczające polegające na pominięciu sprzężenia pomiędzy kanałem wyładowania a elementami analizowanych obiektów - ze względu na bliskość elementów z rozptywającym się prądem piorunowym w porównaniu z odległościami pomiędzy tymi obwodami a przyjętym do obliczeń kanałem w postaci zwodu pionowego o wysokości 22 m. Przeprowadzona analiza porównawcza wykazała, że ewentualna zmiana długości przyjętego kanału wyładowania piorunowego wpływa jedynie w ograniczonym stopniu na rozptyw prądów i rozkład napięć w analizowanym modelu. W najbardziej niekorzystnych przypadkach różnica wynosiła poniżej 10% przy zmianie długości kanału od 22 m do 1 km.

Istotne z punktu widzenia prowadzonych analiz metalowe elementy zastąpiono w tworzonych modelach wybranymi przewodami o zdefiniowanym zastępczym przekroju kołowym, rezystywności, przenikalności magnetycznej. Pominięto przy tym elementy stanowiące dla prądu elektrycznego przerwę. Podczas tworzenia modelu matematycznego pominięto faktyczny stan połączeń elementów tworzących system uziomowy. Należy bowiem uwzględnić, że w praktyce nie jest możliwe stwierdzenie rzeczywistego stanu układu we wszystkich punktach. W wyniku procesu modelowania powstała siatka krzywych, rozmieszczonych w przestrzeni - zgodnie z przyjętym projektem obiektu.

Elementy składowe przyjętych modeli obiektów mają postać sieci galwanicznie połączonych z sobą cylindrycznych przewodów, których średnice są zwykle dużo mniejsze od ich długości. Dodatkowo, wymiary poprzeczne takich konstrukcji można traktować jako dużo mniejsze od najkrótszej długości fali odpowiadającej widmu impulsu elektromagnetycznego wyładowania piorunowego. Właściwości te wykorzystano do opisu zjawisk elektromagnetycznych zachodzących podczas wyładowań piorunowych w strukturach, które można uważać za cienkoprzewodowe.

## Osiągnięte wyniki badań i ich wykorzystanie

W umiarkowanej strefie klimatycznej praca na otwartym terenie, spacery oraz cała szeroko rozumiana turystyka szczególnie górską przy burzowej pogodzie stwarza realne niebezpieczeństwo porażenia na skutek wyładowania piorunowego. Sama obserwacja zjawiska będąc w jego bliskiej odległości w wielu osobach budzi lęk i przerażenie. Obawy potęgują również media, które każdy przypadek porażenia szeroko nagłaśniają. Warto jest jednak wiedzieć jak ustrzec się przed skutkami oddziaływania rozprzyskującego się prądu doziemnego wyładowania piorunowego, jak im przeciwdziałać oraz jak prawidłowo dobrać środki ochrony, aby ograniczyć możliwość porażenia i uniknąć najbardziej niebezpiecznego zjawiska, jakim jest migotanie komór serca.

Powszechnie znane są proste zalecenia dotyczące bezpiecznego zachowania się podczas burzy, nie mniej jednak nie są one wystarczające. Do nich należy zaliczyć następujące:

- unikanie przebywania na terenach otwartych, na wodzie oraz w wodzie podczas burzy,
- jak najszybsze przejście do budynku lub samochodu,
- unikanie stania pod drzewem lub skałą.

W omawianej monografii, wykorzystując wyniki obliczeń oraz badań laboratoryjnych i terenowych, starano się przedstawić szczegółowe informacje na temat bezpieczeństwa podczas wyładowań piorunowych oraz przeanalizować zalecane środki ochrony przed napięciami krokowymi i dotykowymi mając na uwadze, iż nawet w normie PN-EN 62305-3:2011 [85] zapisano, że nie zawsze będą one skuteczne. Przeprowadzono obliczenia rozkładów napięć rażeniowych w pobliżu wolnostojącego masztu, słupa linii przesyłowej WN, stacji elektroenergetycznej oraz przekaźnikowej GSM, typowego budynku i różnego rodzaju drzew.

Zestawiając uzyskane wyniki obliczeń i mając na uwadze bezpieczeństwo ludzi podczas wyładowań piorunowych należy zdaniem Habilitanta przestrzegać dodatkowych zestawionych poniżej zaleceń:

- Bezpiecznym miejscem w parku jest metalowa ławka, na której wskazane jest usiąść w takiej pozycji, aby nie dotykać nogami ziemi. Wówczas dana osoba w przypadku wyładowania piorunowego znajdzie się na wysokim potencjale. Spowoduje to, że nie zostanie narażona na niebezpieczne wartości napięć krokowych i dotykowych. Metalowe ławki mogą służyć więc jako element ochrony przed napięciami rażeniowymi podczas burzy.
- Podczas burzy należy znajdować się w odległości co najmniej 50 metrów od wysokich elementów architektonicznych (np.: maszty flagowe, drzewa).
- Bezpieczna odległość między pływającym człowiekiem a punktem doziemnego wyładowania piorunowego wynosi 30 metrów.
- Akweny wodne powinny być wyposażone w urządzenia ograniczające strefę, w której może mieć miejsce porażenie na skutek wyładowania piorunowego. Obliczenia wykazały, iż prosta boja wyposażona w mały system uziomowy zmniejsza około 3 krotnie obszar rażenia.

Szczegółowe wyniki badań terenowych i obliczeń numerycznych oraz opracowane wnioski przedstawiono w poszczególnych rozdziałach monografii. Poniżej zestawiono



szczegółowe spostrzeżenia, które można wykorzystać zdaniem Habilitanta w celu poprawy bezpieczeństwa osób podczas doziemnych wyładowań piorunowych. Część z nich powinna być przytoczona w normach lub aktach prawnych.

- Przeprowadzona analiza rozkładów napięć krokowych i dotykowych wykazała, że każde odstępstwo od kąta prostego przy układaniu uziomu powoduje zwiększenie wartości szczytowych napięć rażeniowych. Dla kąta  $45^\circ$  obszar rażenia jest 3,5 krotnie większy niż dla przeciwległego rozwartego kąta układu uziomowego.
- Zaobserwowano bardzo wyraźne zmniejszanie się napięć krokowych na terenie nie obejmowanym przez uziom obiektu.
- Napięcia krokowe przestają być niebezpieczne już po około 100  $\mu$ s od początku przepływu prądu dla pierwszego wyładowania głównego, nie mniej jednak ilość wyładowań następnych zwiększa w sposób znaczący ryzyko fibrylacji komór sercowych.
- Zjawisko repolaryzacji komórek w mięśniu sercowym w połączeniu z zmianą biegunowości rzeczywistych przebiegów napięć rażeniowych może powodować większe ryzyko fibrylacji komór sercowych.
- Wartości napięć rażeniowych zależą od rezystywności gruntu, obszaru zajmowanego przez system uziomowy obiektu, wartości szczytowej i kształtu prądu piorunowego.
- Miejsca w których przekroczone są dopuszczalne poziomy napięć krokowych pokrywają się z trasą ułożenia bednarek stanowiących system uziomowy.
- Wartości napięć krokowych zależą znacząco od struktury geometrycznej układu uziomowego.
- W przypadku urządzeń piorunochronnych na typowych obiektach budowlanych poziomy dopuszczalnych napięć krokowych są zawsze przekraczane w przypadku zastosowania uziomu składającego się z jednego otoku.
- Wzmocnienie uziomu o jeden dodatkowy otok zmniejsza wartości napięć krokowych, wówczas poziomy dopuszczalne nie zostaną przekroczone. Dokładając dodatkowe otoki można zmniejszyć 8-9 krotnie wartości napięć krokowych.
- Wierzchnia warstwa asfaltu zwiększa wartości napięć krokowych, a nie jak sugerują normy z serii PN-EN 62305 likwiduje zagrożenie. Założenie przyjęte w normach jest prawdziwe przy poziomach napięć krokowych nie przekraczających wytrzymałości udarowej warstwy izolacyjnej np. obuwia.
- Podczas badań laboratoryjnych obserwowano wyładowania ślizgowe po powierzchni asfaltu. Zjawisko to zwiększa obszar, w którym wystąpić może zjawisko fibrylacji komór sercowych. Fakt ten potwierdzają również zdjęcia zniszczeń dostępne w literaturze.
- Warstwa półprzewodząca odpowiadająca mokrej powierzchni zmniejsza wartości napięć krokowych.
- Zestawiając wyniki obliczeń z krzywymi granicznymi migotania komór serca można wywnioskować, że dla wszystkich rozpatrywanych obiektów po dotknięciu metalowego elementu budynku przekracza się próg migotania komór serca.
- Sterowanie rozkładem potencjału systemu uziomowego pozwala zmniejszyć wielokrotnie ryzyko wystąpienia rażeniowego napięcia krokowego.
- W wyniku przepływu prądu udarowego przez elementy metalowe następuje erozja termiczna metalu, z którego został on wykonany. Obserwuje się znaczne iskrzenie na stykach poszczególnych sekcji konstrukcji metalowych podczas przepływu prądów udarowych o znacznych wartościach. Efekty „audio-wizualne” mogą potęgować uczucie zagrożenia wśród ludzi. Powyższe winno być ujęte w normach z serii PN-EN 62305.

- Stosowanie rur izolowanych zgodnie z zaleceniami normy PN-EN 62305 jako środka do ochrony przed porażeniem podczas doziemnych wyładowań piorunowych jest nieskuteczne ze względu na obserwowane zjawiska wyładowań ślizgowych po powierzchni rur.

Przeprowadzona analiza zjawisk występujących podczas bezpośredniego wyładowania piorunowego ma bardzo złożony charakter. Jest to związane m.in. z nieliniowością i niesymetrią obiektów. Podjęte badania należy kontynuować w kierunku poszukiwania bardziej dokładnych, mniej pracochłonnych i czasochłonnych metod określania poziomu bezpieczeństwa podczas wyładowań piorunowych. Ich wyniki mogłyby znaleźć zastosowanie w projektowaniu nowych obiektów, znacznie bardziej nowoczesnych niż obecnie użytkowane i bardziej bezpiecznych.

Normy z zakresu ochrony odgromowej obiektów budowlanych w świetle przedstawionych analiz wymagają znaczących modyfikacji. Podniosą one poziom bezpieczeństwa ludzi podczas doziemnych wyładowań piorunowych.

## Syntetyczne podsumowanie osiągnięć

Na osiągnięcia Habilitanta składają się następujące efekty:

1. Przeprowadzenie obliczeń i analiza otrzymanych rozkładów napięć krokowych na powierzchni ziemi i napięć dotykowych w najbliższym otoczeniu dla różnorodnych obiektów podczas doziemnego wyładowania piorunowego. Dotychczas nie prowadzono tak szczegółowych obliczeń uwzględniających trójwymiarową specyfikację obiektów w przestrzeni.
2. Weryfikacja terenowa opracowanego modelu matematycznego analizowanych obiektów z wykorzystaniem zmodyfikowanego przez Habilitanta generatora udarowego wysokiego napięcia - pomiary rzeczywistych wartości napięć krokowych i dotykowych w pobliżu obiektu przemysłowego i drzewa z uwzględnieniem zjawisk wielkopiędowych.
3. Zastosowanie opracowanego i zweryfikowanego modelu matematycznego umożliwiło wyznaczenie progu fibrylacji komórek sercowych podczas doziemnych wyładowań piorunowych (dla wybranych obiektów) oraz obszaru, w którym skutki wyładowań mogą być katastrofalne.
4. Przeprowadzono ocenę zagrożenia bezpieczeństwa związanego z rozpryskującym się prądem doziemnego wyładowania piorunowego :
  - w pobliżu wolnostojących masztów,
  - pod drzewami,
  - w wodzie,
  - w sąsiedztwie stacji bazowej GSM,
  - na terenie stacji elektroenergetycznej WN,
  - w sąsiedztwie elektroenergetycznych linii przesyłowych WN,
  - w pobliżu urządzenia piorunochronnego obiektu budowlanego.
5. Wykazano nieskuteczność proponowanych przez normy z serii PN-EN 62305 rozwiązań ochrony przed napięciem dotykowym i krokowym.
6. Opracowano metody redukcji napięć krokowych i dotykowych z uwzględnieniem aspektu ekonomicznego.
7. Zaproponowano metodę szacowania jakości systemu uziomowego z zastosowaniem współczynnika rażenia napięciem krokowym dla analizowanego obszaru.
8. Opracowano algorytm wyznaczania optymalnego sposobu redukcji napięć krokowych.
9. Opracowano projekt boi odgromowej wielokrotnie zmniejszającej poziom napięć rażeniowych podczas przebywania w wodzie.
10. Wykazano istnienie pośredniego zagrożenia bezpieczeństwa podczas wyładowań piorunowych powstającego na skutek awarii systemów sterowania i nadzoru.
11. Opracowano szczegółowe wytyczne mające na celu zwiększenie poziomu bezpieczeństwa podczas doziemnych wyładowań piorunowych, które mogą w przyszłości nadawać się do wprowadzenia do prac komisji normalizacyjnych.

### **c) Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych**

Prowadzone prace naukowo-badawcze po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych skupiały się przede wszystkim na tematyce związanej z bezpieczeństwem podczas wyładowań piorunowych.

Drugi zakres zainteresowań Habilitanta koncentrował się na obliczeniach numerycznych. W 2012 roku ukazała się nakładem Domu Wydawniczego MEDIUM kolejna monografia autorstwa Habilitanta pt.: „Komputerowe obliczenia w elektrotechnice” (ISBN 978-83-929689-9-3). W związku z szybkim rozwojem urządzeń stosowanych w energetyce zawodowej narastają potrzeby poznania i stosowania uniwersalnych oraz szybkich metod obliczeń układów prądu stałego i zmiennego.

Ze względu na łatwość odbioru publikację można też potraktować jako podręcznik wprowadzający elektryków w temat obliczeń komputerowych. Nie mniej jednak opracowane modele poszczególnych elementów składowych systemu elektroenergetycznego stanowią autorskie opracowanie o charakterze naukowym.

W monografii starano się w sposób kompleksowy przedstawić komputerowe metody prowadzenia obliczeń w elektrotechnice z wykorzystaniem programu ATP-EMTP (z ang. Alternative Transients Program – alternatywny program do obliczeń stanów przejściowych) służącego do analizy obwodów w dziedzinie czasu. Pośród innych publikacji poruszających problem komputerowych obliczeń w elektrotechnice daje się zauważyć brak pozycji przedstawiających metody analizy na konkretnych przykładach stosowanych w codziennej praktyce inżyniera elektryka. Starano się wypełnić w pewnym stopniu powstałą lukę.

W monografii przedstawiono opracowane modele najczęściej stosowanych elementów i urządzeń wchodzących w skład systemu elektroenergetycznego. Zaprezentowane rozważania zostały opatrzone stosownym wstępem teoretycznym, niezbędnym do zrozumienia procesu modelowania - tworzenia komputerowego odwzorowania analizowanego problemu.

W rozdziałach począwszy od pierwszego do trzeciego omówiono szczegółowo proces modelowania podstawowych elementów systemu elektroenergetycznego takich jak: linie przesyłowe (napowietrzne i kablowe), transformatory, elementy TACS, ATP oraz LIB, silniki asynchroniczne 3-fazowe, wyłączniki różnicowo-prądowe, żarowe źródła światła, źródła napięć i prądów o dowolnym kształcie, różnego rodzaju modele obciążenia, układy ograniczające przepięcia, systemy uziomowe.

Rozdział trzeci rozpoczyna drugą część monografii poświęconą modelowaniu konkretnych układów tworzących system elektroenergetyczny. Opisano w nim metodę obliczenia spadków i strat napięcia w sieciach elektroenergetycznych składających się z linii przesyłowych o parametrach skupionych i rozłożonych z wykorzystaniem właśnie programu ATP-EMTP. W dalszej części pracy prowadzono obliczenia rozptywu mocy w przykładowym wycinku systemu elektroenergetycznego. Zajęto się też przepięciami w systemie elektroenergetycznym. Omówiono szczegółowo sposób analizy numerycznej rozptyłów prądów i propagacji przepięć w sieciach elektroenergetycznych podczas doziemnych

wyładowań piorunowych. Bazując na wiedzy z poprzednich rozdziałów modelowano również układy energoelektroniczne. Dalszej części monografii powiązano dotychczas przedstawioną wiedzę i przeanalizowano typowe układy automatyki zabezpieczeniowej stosowanej w systemach elektroenergetycznych. Nie pominięto również analizy w dziedzinie częstotliwości prostych układów energetycznych. Zaprezentowano algorytm szybkiej transformaty Fouriera zaimplementowany do poziomu ATP-EMTP.

W ostatniej części opisano najczęściej popełniane podczas modelowania błędy. Przedstawiono również metody ich korekcji. Całość pozycji monograficznej uzupełnia dodatek w postaci płyty CD-ROM (kopia na serwerze WWW wydawnictwa MEDIUM), który zawiera wszystkie opisane przykłady modelowania, tak aby umożliwić każdemu czytelnikowi powtórzenie prowadzonych w pracy rozważań.

Szczegółowa lista problemów i zagadnień opisanych w monografii:

- Obwody prądu zmiennego.
- Układ 3-fazowy niesymetryczny .
- Podstawowe elementy systemu elektroenergetycznego – linie przesyłowe .
- Linie przesyłowe – parametry skupione.
- Linie przesyłowe – parametry rozłożone.
- Linia kablowa – własny model.
- Linia napowietrzna – własny model.
- Podstawowe elementy systemu elektroenergetycznego – transformatory.
- Transformator idealny.
- Transformator z nasycającym się rdzeniem.
- Spadki, straty napięcia oraz rozptył mocy w sieciach elektroenergetycznych.
- Przepięcia w systemie elektroenergetycznym.
- Łączniki elektroenergetyczne.
- Operacje łączeniowe.
- Zwarcia.
- Przepięcia atmosferyczne w sieciach elektroenergetycznych.
- Warystory.
- Iskiernikowe ograniczniki przepięć.
- Półprzewodnikowe diody zabezpieczające.
- Źródła udarowe.
- Silniki asynchroniczne 3-fazowy.
- Elementy TACS.
- Wyłącznik nadmiarowo-prądowy.
- Selektowność działania zabezpieczeń .
- Wyłącznik różnicowo-prądowy.
- Źródło napięcia/prądu o dowolnym kształcie.
- Wielofazowe źródło napięcia/prądu o dowolnym kształcie.
- Układy energoelektroniczne.
- Prostowniki 1-fazowe.
- Prostowniki 3-fazowe.

- Falownik 1-fazowy.
- Automatyka zabezpieczeniowa systemów elektroenergetycznych.
- Zabezpieczenia nadprądowe.
- Zabezpieczenia nadnapięciowe.
- Zabezpieczenia różnicowoprądowe.
- Zabezpieczenia porównawczofazowe.
- Zabezpieczenia odległościowe.
- Analiza układów w dziedzinie częstotliwości.
- Widmo napięcia i prądu.
- Źródło napięcia/prądu typu HFS.
- Obliczenia w trybie FREQUENCY SCAN.
- Szybka transformata Fouriera.
- Żarowe źródła światła.
- Nieliniowy model lampy żarowej.
- Częstotliwościowe sterowanie silników indukcyjnych.
- Soft-Start z wykorzystaniem 3-fazowego falownika.
- Układy ograniczające przepięcia.
- Trójstopniowy układ ochrony przepięciowej w EMTP.
- Oscylacje numeryczne.

Omawiana monografia zawiera zbiór kilkudziesięciu autorskich modeli elementów i urządzeń opracowanych w czasie kilku lat prowadzenia obliczeń z wykorzystaniem ATP-EMTP dla potrzeb prac naukowo-badawczych. Poprawność obliczeń wykonywanych przez pakiet ATP był już wielokrotnie weryfikowany w praktyce z dobrym efektem. Opracowana pozycja jest tylko wstępem do szeroko pojętej dziedziny komputerowych obliczeń w elektrotechnice i może stanowić punkt wyjścia dla innych osób chcących prowadzić różnorodne analizy.

Z obserwacji Habilitanta wynika, że publikacja jest bardzo często wykorzystywana przez studentów, doktorantów i pracowników naukowych politechnik, wyższych szkół inżynierskich - na wydziałach elektrycznych, automatyki i pokrewnych. Świadczą o tym licznie spływające pytania dotyczące napotkanych problemów obliczeniowych.

Habilitant dzięki udziałowi w projekcie "Rozbudowa i modernizacja infrastruktury naukowo-badawczej Politechniki Białostockiej": projekt nr POPW.01.03.00-20-019/12 w ramach Programu Operacyjnego Rozwój Polski Wschodniej 2007-2013, Osi priorytetowej I Nowoczesna gospodarka, Działania I.3 Wspieranie Innowacji; Umowa nr POPW.01.03.00-20-019/12-00 z dnia 30.10.2012 przy wydatnej pomocy Św. Prof. dr hab. inż. Andrzeja Witolda Sowy doprowadził do zakupu generatora prądów piorunowych GUP 250/8  $I_n=100$  kA, 10/350  $\mu$ s. Dzięki temu unikatowemu generatorowi było możliwe prowadzenie badań laboratoryjnych wytrzymałości udarowej elementów i układów elektrycznych/elektronicznych podczas przepływu prądu odwzorowującego prąd piorunowy pierwszego wyładowania głównego.

Należy również zauważyć, iż kluczowe w analizie zagrożenia piorunowego są również informacje niezbędne do matematycznego odwzorowania impedancji udarowych przyłączy zasilania analizowanych urządzeń. Impedancja urządzeń powszechnego użytku mierzona w

warunkach statycznych zdecydowanie się różni od impedancji tego samego urządzenia przy wymuszeniu w postaci udaru napięciowo-prądowego. Jeszcze inne wyniki otrzymuje się w momencie, gdy urządzenie normalnie pracuje. Duża szybkość narastania prądów piorunowych powoduje wzrost wartości impedancji, co w dalszej kolejności przekłada się na wzrost poziomu przepięć występujących na przyłączach zasilających w analizowanych urządzeniach. Habilitant wykorzystując wysokonapięciowy generator udarów napięciowo-prądowych sprzężony poprzez specjalistyczne cęgi prądowe z siecią elektroenergetyczną wyznaczał impedancję udarową urządzeń. Pozwoliło to bardziej precyzyjnie modelować układy w programie ATP-EMTP.

Dalsze swoje prace naukowo-badawcze Habilitant prowadził badając przyczyny uszkodzeń elektronicznych liczników energii elektrycznej instalowanych przez spółki dystrybucyjne. Informacje, które zebrano podczas rozmów z producentami jednoznacznie wskazywały na konieczność prowadzenia takich badań mając na uwadze 12 mln liczników, które w niedalekiej przyszłości będą zainstalowane w Polsce. W tym celu wybudowano w laboratorium wycinek linii napowietrznej niskiego napięcia o długości 8 metrów ( $4 \times AL\ 50\ mm^2$ ). Linię zasilono z izolowanego od ziemi źródła zasilania 1-f 230 V podłączonego za pośrednictwem transformatora separującego do linii napowietrznej. Na końcu linii zainstalowano przyłączy kablowe oraz elektroniczny licznik energii elektrycznej. Przeprowadzone badania wykazały liczne błędy konstrukcyjne stopni wejściowych liczników, brak koordynacji energetycznej pomiędzy ogranicznikami przepięć stosowanymi na liniach napowietrznych a warystorami stosowanymi w licznikach.

Habilitant podczas swojej pracy starał się rozwijać w sposób kompleksowy zagadnienia związane z zagrożeniem występującym podczas doziemnych wyładowań piorunowych.

W chwili obecnej analiza ryzyka strat piorunowych w głównej mierze opiera się na normie PN-EN 62305-2:2010 [85]. Ryzyko definiowane jest jako wartość prawdopodobnych średnich rocznych strat (istot żywych i dóbr) powstałych wskutek oddziaływania pioruna, w stosunku do całkowitej wartości istot żywych i dóbr w obiekcie poddawanym ochronie. Przytoczone w normie wytyczne mają charakter przybliżony – a priori. Zgodnie z koncepcją przedstawioną w niej ryzyko dla danego przypadku szkody lub straty jest sumą odpowiednich komponentów, z których każdy może być wyznaczony za pomocą prostych zależności. Na tej podstawie podejmowana jest decyzja czy stosować środki ochrony odgromowej czy nie. Nie uwzględnia się w ogóle możliwych scenariuszy zdarzeń dla potrzeb analizy ryzyka. Dodatkowo należy zauważyć, iż przytoczona normatywnie metoda nie jest spójna z wytycznymi PN-IEC 60300-9-2 w zakresie metod i sposobów szacowania ryzyka. W normie PN-EN 62305-2:2010 [85] przyjęto, iż zawsze dochodzi do uszkodzenia, co nawet tylko w świetle doświadczeń życiowych nie jest słuszne. Brakuje w dotychczasowym podejściu odniesienia do możliwych scenariuszy zdarzeń nie zawsze o charakterze katastrofalnym.

Inne dostępne pozycje literaturowe są w głównej mierze wariacjami na temat normy PN-EN 62305-2:2010 [85]. Są aplikacjami wytycznych normy do konkretnych przypadków. Spotykane są inne metody szacowania ryzyka dla konkretnych typów obiektów, ale nie możliwe jest porównanie do przytaczanej normy ze względu na wycinkowy charakter tych

metod. Brakuje jednej kompleksowej metody szacowania ryzyka z wykorzystaniem scenariuszy zdarzeń.

W publikacji nr 3 (lista publikacji w bazie JCR) Habilitant zaprezentował nową metodę szacowania ryzyka strat powodowanych przez wyładowania piorunowe opierającą się na drzewie zdarzeń i drzewie błędów. Dzięki tej metodzie będzie możliwe uwzględnienie możliwych scenariuszy powstawania strat katastrofalnych i niekatastrofalnych, schematu funkcjonalnego analizowanego obiektu, poziomu ważności poszczególnych elementów schematu funkcjonalnego w zakresie niezbędnym do przeanalizowania innych nie występujących dotychczas katastrofalnych sekwencji zdarzeń oraz zdarzeń uznawanych za mało ważne.

Prowadząc swoją pracę naukową Habilitant zbudował prototypowy układ rejestratora i analizatora przepięć cechującego się bardzo krótkim czasem detekcji wartości szczytowej przepięcia i stosunkowo dużą w porównaniu do dostępnych na rynku częstotliwością próbkowania sygnału – publikacja nr 10 (lista publikacji w bazie JCR). Nieznaczna docelowa cena jednostkowa budowanego rejestratora pozwala na wykorzystanie opracowanego rejestratora w wielu obiektach do obserwacji przepięć występujących w torach sygnałowych podczas bezpośrednich, naturalnych wyładowań piorunowych w te obiekty. Większa liczba rejestratorów pozwoli na zwiększenie prawdopodobieństwa rejestracji rzeczywistych zdarzeń. Usuwa to główny problem ograniczający obszar stosowania bezpośredniej metody pomiarowej nie tylko do obszarów o bardzo dużej aktywności burzowej. Pozwoli to w przyszłości na oszacowanie rzeczywistego poziomu zagrożenia piorunowego systemów kontrolno-pomiarowych i wyznaczenia faktycznego ryzyka uszkodzenia sprzętu elektronicznego. Główną zaletą proponowanego układu jest możliwość prowadzenia obserwacji w czasie rzeczywistym. Na podstawie dedykowanego algorytmu kompresji danych pomiarowych możliwe jest odtworzenie kształtu przebiegu bez konieczności zapamiętywania wielu tysięcy punktów pomiarowych. Przekłada się to na czas pracy układu bez konieczności odczytu danych pomiarowych, wymiany baterii. Zaproponowane urządzenie stanowi logiczne uzupełnienie podjętego zagadnienia dotyczącego nowej metody analizy ryzyka strat piorunowych.

Podczas pracy naukowej Habilitant podjął współpracę z Komendą Główną Straży Pożarnej w Warszawie. Na podstawie danych uzyskanych z Komendy Głównej Straży Pożarnej opracowano mapę przedstawiającą w formie graficznej miejsca występowania pożarów spowodowanych przez wyładowania piorunowe w 2010 roku w Polsce. Podział i rozróżnienie przyczyn powstania pożarów w każdym przypadku był oceniany przez strażaków bezpośrednio w miejscu zdarzenia (interwencji) poprzez wypełnienie karty statystycznej, która następnie była przekazywana do centrali w Warszawie. Habilitant opracował metodę półautomatycznego zestawiania danych z kart statystycznych do postaci graficznego rozkładu. Powyższe opracowanie daje unikatową możliwość bardziej celowego prowadzenia działalności prewencyjnej na wybranych obszarach kraju.

Wykorzystując zaplecze laboratoryjne Habilitant prowadził liczne pomiary poligonowe mające na celu określenie zarówno bezpieczeństwa podczas wyładowań piorunowych, jak i poziomu zagrożenia piorunowego urządzeń elektrycznych i elektronicznych. Podczas badań wykorzystywano generatory wysokonapięciowe specjalnie



do tego celu konstruowane. Badano między innymi zagrożenie piorunowe sieci LAN, koordynację energetyczną ograniczników przepięć i wiele innych urządzeń, elementów i systemów.

**d) Wykaz innych (nie wchodzących w skład osiągnięcia wymienionego w pkt. 4a) opublikowanych prac naukowych oraz wskaźniki dokonań naukowych**

**Monografie w języku polskim.**

1. Wiater J.: Komputerowe obliczenia w elektrotechnice. Dom Wydawniczy MEDIUM, Warszawa 2012, str. 126.

**Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR).**

1. Wiater J.: Electric shock hazard limitation in water during lightning strike. Przegląd Elektrotechniczny, R.88, nr 8 (2012), s. 52-53.
2. Wiater J.: Step voltage nearby tree for surge current excitation, Przegląd Elektrotechniczny, R.88, nr 9b (2012), s. 280-281.
3. Wiater J.: Nowe podejście do analizy ryzyka oraz oceny uszkodzeń powodowanych przez wyładowania piorunowe, Przegląd Elektrotechniczny, R.88, nr 2 (2012), s. 76-78.
4. Wiater J.: Overvoltages at LAN network during high voltage surge excitation : [ref.], 22nd International Conference : Electromagnetic disturbances : EMD'2012, s. 130-132.
5. Wiater J.: Electric system and electronic device common surge impedance for surge excitation : [ref.], 22nd International Conference : Electromagnetic disturbances : EMD'2012, s. 133-141
6. Sowa A., Markowska R., Wiater J.: Measurements of surge currents and potentials in a radio base station for estimation of lightning threat; Elektronika ir Elektrotechnika, 2011, nr 1; pp. 93-98. IMPACT FACTOR (Elektronika Ir Elektrotechnika, 2011) = 0,913. (pkt. MNiSW = 2 pkt)

Mój udział polegał na zaplanowaniu i przeprowadzeniu symulacyjnych badań terenowych rozkładów napięć na terenie stacji bazowej telefonii komórkowej, przygotowaniu części wyników badań dotyczącej rozkładu napięć oraz na sprawdzeniu tekstu manuskryptu pod względem merytorycznym i technicznym. Jako współautor publikacji oceniam swój wkład w jej powstanie na 30%.

7. Sowa A., Markowska R., Wiater J.: Electric and Magnetic Field at the HV Substation during Lightning Strike; *Elektronika i Elektrotechnika*, 2010, nr 10; pp. 79-82. IMPACT FACTOR (*Elektronika i Elektrotechnika*, 2010) = 0,659. (pkt. MNiSW = 2 pkt)

Mój udział polegał na zaplanowaniu badań, zbieraniu piśmiennictwa, wyborze metodyki badań, przeprowadzeniu badań terenowych i obliczeń numerycznych, pisaniu pracy, graficznym przedstawieniu wyników. Jako współautor publikacji oceniam swój wkład w jej powstanie na 50%.

8. Wiater J.: Influence of different lightning sources models on current distribution in the HV substation; *Przegląd Elektrotechniczny*; R.86, nr 3 (2010) pp. 94-95. IMPACT FACTOR (*Przegląd Elektrotechniczny*, 2010) = 0,242. (pkt. MNiSW = 13 pkt)
9. Wiater J.: Remote earth localization for lightning surge condition on the high voltage substation; *Przegląd Elektrotechniczny*; R.86, nr 3 (2010) pp. 96-97. IMPACT FACTOR (*Przegląd Elektrotechniczny*, 2010) = 0,242. (pkt. MNiSW = 13 pkt)
10. Wiater J.: Analizator i rejestrator przepięć atmosferycznych w torach sygnałowych. *Przegląd Elektrotechniczny*; R.84, nr 11b (2010); pp. 97-98. IMPACT FACTOR (*Przegląd Elektrotechniczny*, 2010) = 0,242. (pkt. MNiSW = 13 pkt)
11. Markowska R., Sowa A., Wiater J.: Symulacyjne badania zagrożeń piorunowych systemów elektronicznych : [ref.]; *Przegląd Elektrotechniczny*; R.86, nr 3 (2010) pp. 146-149. IMPACT FACTOR (*Przegląd Elektrotechniczny*, 2010) = 0,242. (pkt. MNiSW = 4,333 pkt).

Mój udział polegał na wykonaniu symulacyjnych badań terenowych i obliczeń numerycznych rozkładu napięć na terenie stacji elektroenergetycznej 110/15 kV oraz opracowaniu otrzymanych wyników. Dodatkowo moim udziałem było sprawdzenie tekstu manuskryptu pod względem merytorycznym i technicznym. Jako współautor publikacji oceniam swój wkład w jej powstanie na 30%.

12. Wiater J.: Minimalizacja zagrożenia piorunowego przyłączy sygnałowych systemów sterowania i nadzoru stacji elektroenergetycznej 110/15 kV : [ref.]; *Przegląd Elektrotechniczny*; R.86, nr 3 (2010) pp. 172-175. IMPACT FACTOR (*Przegląd Elektrotechniczny*, 2010) = 0,242. (pkt. MNiSW = 13 pkt).

#### **Publikacje naukowe nie znajdujące się w bazie Journal Citation Reports (JCR).**

1. Wiater J.: Kurs praktycznego wykorzystania programu ATP - EMTP. Część 22. Najczęstsze błędy. *ElektroInfo*, 2009 nr 6, str. 84-86. (pkt. MNiSW = 6 pkt)
2. Markowska R., Wiater J.: Combined current-potential measuring method for analysis of lightning threat in structures exposed to direct strikes : [ref.]; *Electromagnetic disturbances : EMD'2009 : 19th International Conference*, Białystok, Poland, September 23-25, 2009; pp. 166-169.

Mój udział polegał na rejestrowaniu wyników pomiarów, graficznym przedstawieniu wyników w postaci przebiegów i korekcie pracy przed złożeniem do druku. Jako współautor publikacji oceniam swój wkład w jej powstanie na 40%.

3. Wiater J., Sowa A.: Route of control wires optimalization with respect to LPS system in the HV substation during direct lightning strike. X International Symposium on Lightning Protection, 9<sup>th</sup>-13<sup>th</sup> November, 2009 Curitiba, Brazil.

Mój udział polegał na zaplanowaniu badań, zbieraniu piśmiennictwa, przeprowadzeniu pomiarów i obliczeń, pisaniu pracy, interpretacji wyników. Jako współautor publikacji oceniam swój wkład w jej powstanie na 80%.

4. Markowska R., Sowa A., Wiater J.: Badania zagrożenia piorunowego wybranych układów elektronicznych systemów kontrolno-pomiarowych ; Pomiar, Automatyka, Kontrola; Vol.56, nr 2 (2010) pp. 107-110 (pkt. MNiSW = 2 pkt).

Mój udział polegał na wykonaniu symulacyjnych badań terenowych i obliczeń numerycznych rozkładu napięć na terenie stacji elektroenergetycznej 110/15 kV oraz opracowaniu otrzymanych wyników. Dodatkowo moim udziałem było sprawdzenie tekstu manuskryptu pod względem merytorycznym i technicznym. Jako współautor publikacji oceniam swój wkład w jej powstanie na 25%.

5. Woliński K., Wiater J.: Zagrożenie piorunowe układów elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej; Wiadomości Elektrotechniczne, R.78, nr 6 (2010) pp. 24-27 (pkt. MNiSW = 3 pkt).

Mój udział polegał na zaplanowaniu badań, zbieraniu piśmiennictwa, przeprowadzeniu pomiarów i obliczeń, pisaniu pracy, interpretacji wyników. Jako współautor publikacji oceniam swój wkład w jej powstanie na 80%.

6. Wiater J.: Electric and magnetic field nearby electronic devices at HV substation during lightning strike : [ref.]; Electromagnetic disturbances : EMD'2010: 20th International Conference, Vilnius, September 22-24, 2010; pp. 147-150
7. Wiater J.: Wave theory adaptation for lightning voltage surge propagation. International Conference on Grounding and Earthing & 4<sup>th</sup> International Conference on Lightning Physics and Effects - GROUND 2010 & 4<sup>th</sup> LPE, Salvador – Brazil, November 2010.
8. Wiater J.: Step voltage during direct lightning strike to tree : [ref.] 30th International Conference on Lightning Protection : ICLP 2010, Cagliari, September 13-17, 2010
9. Sowa A., Markowska R., Wiater J.: Current-potential measuring method for estimation of threat related to lightning strike to a radio base station : [ref.]; Electromagnetic disturbances : EMD'2010 : 20th International Conference, Vilnius, September 22-24, 2010; pp. 141-146.

Mój udział polegał rejestrowaniu wyników pomiarów, graficznym przedstawienia wyników w postaci przebiegów i korekcie pracy przed złożeniem do druku. Jako współautor publikacji oceniam swój wkład w jej powstanie na 30%.

10. Sowa A., Markowska R., Wiater J.: The influence of earthing systems on lightning current distribution in conductive elements of large halls : [ref.]; 30th International Conference on Lightning Protection : ICLP 2010, Cagliari, September 13-17, 2010.

Moim udziałem było sprawdzenie tekstu manuskryptu pod względem merytorycznym i technicznym. Jako współautor publikacji oceniam swój wkład w jej powstanie na 20%.

11. Sowa A., Markowska R., Wiater J.: Measurements of surge currents and potentials in a radio base station : [ref.] 30th International Conference on Lightning Protection : ICLP 2010, Cagliari, September 13-17, 2010.

Mój udział polegał na zaplanowaniu i przeprowadzeniu symulacyjnych badań terenowych rozkładów napięć na terenie stacji bazowej telefonii komórkowej, przygotowaniu części wyników badań dotyczącej rozkładu napięć oraz na sprawdzeniu tekstu manuskryptu pod względem merytorycznym i technicznym. Jako współautor publikacji oceniam swój wkład w jej powstanie na 30%.

12. Wiater J.: Metoda zdalnego prowadzenia pomiarów zagrożenia piorunowego w trybie wyczekującym. Wiadomości Elektrotechniczne, R.79, nr 7 (2011), pp. 15-17. (pkt. MNiSW = 6 pkt)
13. Wiater J.: Metody analizy ryzyka oraz oceny uszkodzeń powodowanych przez wyładowania piorunowe. Wiadomości Elektrotechniczne, R.79, nr 8 (2011), pp. 9-12. (pkt. MNiSW = 6 pkt)
14. Wiater J.: Nowe podejście do analizy ryzyka oraz do oceny uszkodzeń powodowanych przez wyładowania piorunowe. Kompatybilność elektromagnetyczna w elektronice i elektrotechnice : EMC 2011 : VII Krajowe Sympozjum, Łódź, 20-21.10.2011, pp. 87-89.
15. Wiater J.: Impedancja uderowa urządzeń powszechnego użytku, Wiadomości Elektrotechniczne, R.80, nr 4 (2012), s. 34-36 (pkt. MNiSW = 6 pkt)
16. Wiater J.: Pomiary napięć rażeniowych z wykorzystaniem generatora wysokiego napięcia izolowanego od ziemi, Energetyka, 2012, nr 10, s. 613-616 (pkt. MNiSW = 6 pkt)
17. Wiater J.: Overvoltages at LAN network during high voltage surge excitation : [ref.], 22nd International Conference : Electromagnetic disturbances : EMD'2012, s. 130-132
18. Wiater J.: Minimalizacja zagrożenia porażeniem prądem elektrycznym w wodzie podczas wyładowań piorunowych, Przegląd Elektrotechniczny, R.88, nr 8 (2012), s. 52-53. (pkt. MNiSW = 13 pkt)
19. Wiater J.: Pożary spowodowane wyładowaniami piorunowymi, Wiadomości Elektrotechniczne, R.80, nr 6 (2012), s. 17-18 (pkt. MNiSW = 6 pkt).
20. Wiater J.: Skutki rażenia człowieka prądem wyładowania piorunowego. Cz.1. ElektroInfo, 2013 nr 12, str. 50-51. (pkt. MNiSW = 5 pkt)
21. Wiater J.: Zagrożenia pożarowe powodowane przez doziemne wyładowania piorunowe i ich neutralizacja. ElektroInfo, 2014 nr 4, s. 48-51 (pkt. MNiSW = 5 pkt)

22. Wiater J.: Zniszczenia elektronicznych liczników energii elektrycznej powstałe w wyniku niewłaściwego doboru ograniczników przepięć. Wiadomości Elektrotechniczne R. 83, nr 2 (2015), s. 23-25 (pkt. MNiSW = 5 pkt)
23. Wiater J.: Problem standardów ograniczników przepięć na rynku polskim. Przegląd Elektrotechniczny, R. 91, nr 4 (2015), s.149-152 (pkt. MNiSW = 10 pkt)
24. Wiater J.: Ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa stacji paliw. ElektroInfo, 2015 nr 4, s. 24-27 (pkt. MNiSW = 5 pkt)
25. Wiater J.: Uszkodzenia elektronicznych liczników energii elektrycznej w wyniku niewłaściwego doboru ograniczników przepięć. Informacje o Normach i Przepisach Elektrycznych / Stowarzyszenie Elektryków Polskich (INPE), R. 21, nr 188 (2015), s. 34-40
26. Wiater J.: Zagrożenia bezpieczeństwa powodowane stosowaniem ograniczników przepięć "B+C". ElektroInfo, 2015 nr 5, s. 66-69 (pkt. MNiSW = 5 pkt)
27. Wiater J.: Lightning induced ventricular fibrillation risk for tourists. Electromagnetic Disturbances : EMD'2015 : 23rd International Conference, Białystok, 9-11.09.2015, s. 169-175.
28. Wiater J.: Stany przejściowe w infrastrukturze wykorzystującej odnawialne źródła energii. Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, nr 45/2015, s. 63-66.
29. Wiater J.: Lightning Induced Ventricular Fibrillation risk during wandering. Przegląd Elektrotechniczny, R. 92, nr 2 (2016), s.106-111 (pkt. MNiSW = 14 pkt).
30. Wiater J.: Stany nieustalone w hybrydowej elektrowni wykorzystującej odnawialne źródło energii. Wiadomości Elektrotechniczne R. 84, nr 1 (2016), s. 14-17 (pkt. MNiSW = 6 pkt).

Łączny dorobek (od początku zatrudnienia na Wydziale Elektrycznym Politechniki Białostockiej) składa się 146 publikacji, w tym:

Monografie	:	2
Publikacje w czasopismach	:	65
Publikacje na konferencjach naukowo-technicznych	:	79

**e) Sumaryczny *impact factor* publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodny z rokiem opublikowania.**

Liczba publikacji w bazie JCR	:	41
Sumaryczny IF według JCR zgodny z rokiem opublikowania	:	2,782
Liczba punktów wg. MNiSW po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych	:	236,33

**f) Liczba cytowani publikacji według bazy Web of Science (WoS).**

Wszystkich cytowań	:	28
Bez autocytowań	:	13
Cytowanych publikacji	:	13
Cytowanych publikacji bez autocytowań	:	9
Średnia cytowań na publikację	:	0,70

**g) Indeks Hirscha opublikowanych publikacji według bazy Web Of Science (WoS).**

h-index	:	3
---------	---	---

**h) Udział w projektach badawczych.**

Kierownik pracy:

- „Analiza ryzyka strat piorunowych w obiektach przemysłowych” (W/WE/17/2011) finansowanego ze środków służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich w Politechnice Białostockiej.

Podwykonawca w projektach badawczych:

- Realizacja mobilnego stanowiska do pomiaru zakłóceń w hybrydowym systemie wytwórczym energii elektrycznej (uczestnictwo w realizacji programu "Poprawa efektywności energetycznej infrastruktury Politechniki Białostockiej z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii", oś priorytetowa: V Rozwój infrastruktury ochrony środowiska, działanie 5.2, umowa RPO.II.432.4.21.2102)
- Analiza oddziaływania piorunowych impulsów elektromagnetycznych na rozbudowane systemy kontrolno-pomiarowe. W/WE/8/06
- Oddziaływanie wyładowań piorunowych na urządzenia systemów informatycznych i telekomunikacyjnych. W/WE/3/03
- Analiza zakłóceń w urządzeniach oraz w systemach elektrycznych i elektronicznych. S/WE/1/05
- Impulsowe narażenia elektromagnetyczne systemów telekomunikacyjnych i informatycznych i zakłócenia procesów pomiarowych w elektronicznej aparaturze pomiarowej. S/WE/2/00

**i) Nagrody z działalności naukowej.**

- Nagroda Rektora Politechniki Białostockiej, indywidualna III stopnia za rozwój naukowy (14 października 2009 roku)

- Nagroda Rektora Politechniki Białostockiej, zespołowa II stopnia za wyróżniającą się działalność naukową i dydaktyczną (październik 2010 roku)
- Nagroda Rektora Politechniki Białostockiej, zespołowa III stopnia za wyróżniającą się działalność naukową i dydaktyczną (październik 2011 roku)
- Nagroda Rektora Politechniki Białostockiej, zespołowa III stopnia za wyróżniającą się działalność naukową, organizacyjną i dydaktyczną (październik 2012 roku)
- Nagroda Rektora Politechniki Białostockiej, zespołowa III stopnia za wyróżniającą się działalność naukową i dydaktyczną (październik 2013 roku)
- Nagroda Rektora Politechniki Białostockiej, zespołowa III stopnia za wyróżniającą się działalność naukową i dydaktyczną (październik 2014 roku)
- Nagroda Rektora Politechniki Białostockiej, zespołowa III stopnia za wyróżniającą się działalność naukową i dydaktyczną (październik 2015 roku)

**j) Wygłoszone referaty na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych.**

1. „Stany przejściowe w infrastrukturze wykorzystującej odnawialne źródła energii”. Gdańskie Dni Elektryki '2015, 6 listopada 2015 r., Gdańsk.
2. „Brak standardów ochrony odgromowej źródłem zagrożenia bezpieczeństwa infrastruktury – udokumentowane przypadki”. Krajowa Izba Gospodarcza Elektroniki i Telekomunikacji, VII Forum Gospodarcze TIME - „Cyfrowy rozwój infrastruktury i przemysłu”. 9 marca 2015 r., Warszawa.
3. „Standardy ograniczników przepięć a bezpieczeństwo pociągów dużych prędkości”. IV Ogólnopolskie Forum Bezpieczeństwa Funkcjonalnego. Urząd Dozoru Technicznego, 26-27 luty 2015 r., Ożarów Mazowiecki.
4. „Problem standardów ograniczników przeciwprzepięciowych na rynku polskim”. II Kongres Elektryki Polskiej pod Honorowym Patronatem Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej Bronisława Komorowskiego. 1-2 grudnia 2014 r., Warszawa.
5. „Uszkodzenia elektronicznych liczników energii elektrycznej w wyniku niewłaściwego doboru ograniczników przepięć”. Gdańskie Dni Elektryki'2014, 14 listopada 2014 r., Gdańsk.
6. „Electric system and electronic device common surge impedance for surge excitation”. Electromagnetic disturbances : EMD'2012 : 22nd International Conference, Vilnius, 20-21.09.2012.
7. „Overvoltages at LAN network during high voltage surge excitation”. Electromagnetic disturbances : EMD'2012 : 22nd International Conference, Vilnius, 20-21.09.2012.

8. „Nowe podejście do analizy ryzyka oraz do oceny uszkodzeń powodowanych przez wyładowania piorunowe”. Kompatybilność elektromagnetyczna w elektronice i elektrotechnice : EMC 2011 : VII Krajowe Sympozjum, Łódź, 20-21.10.2011.
9. „Impedancja udarowa urządzeń powszechnego użytku”. Kompatybilność elektromagnetyczna w elektronice i elektrotechnice : EMC 2011 : VII Krajowe Sympozjum, Łódź, 20-21.10.2011.
10. „Step voltage nearby tree for surge current excitation”. Electromagnetic disturbances : EMD'2011 : 21th International Conference, Białystok, 28-30.09.2011.
11. „Electric shock hazard limitation in water during lightning strike”. Electromagnetic disturbances : EMD'2011 : 21th International Conference, Białystok, 28-30.09.2011.
12. „Electric and magnetic field nearby electronic devices at HV substation during lightning strike”. Electromagnetic disturbances : EMD'2010 : 20th International Conference, Vilnius, September 22-24, 2010.
13. „Minimalizacja zagrożenia piorunowego przyłączy sygnałowych systemów sterowania i nadzoru stacji elektroenergetycznej 110/15 kV”. Kompatybilność elektromagnetyczna w elektrotechnice i elektronice : EMC'2009 : VI Krajowe Sympozjum, Łódź, 8-9.10.2009 r.
14. „Remote earth localization for lightning surge condition on the high voltage substation”. Electromagnetic disturbances : EMD'2009 : 19th International Conference, Białystok, September 23-25, 2009.
15. „Influence of different lightning source models on current distribution in the HV substation”. Electromagnetic disturbances : EMD'2009 : 19th International Conference, Białystok, September 23-25, 2009.



## **Dorobek dydaktyczny i popularyzatorski**

### **a) Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych i krajowych**

- Współorganizator i współprowadzący cyklu szkoleń przygotowujących specjalistów z dziedziny ochrony odgromowej w ramach programu Unii Europejskiej pt. „Kapitał Ludzki 2007-2013” finansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego (EFS) w ramach umowy UDA – POKL.04.01.01-00-143/09-00 „Podniesienie potencjału uczelni wyższych jako czynnik rozwoju gospodarki opartej na wiedzy” – „Wiemy więcej”.
- Udział w projekcie „Badanie skuteczności aktywnych i pasywnych metod poprawy efektywności energetycznej infrastruktury z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii” finansowanym na podstawie umowy nr UDA-RPPD.01.01.00-00-20-015/12-00 z dnia 04.06.2014 r.
- Nadzór nad projektem z ramienia Politechniki Białostockiej pn. „Białostocki Park Naukowo-Technologiczny – Laboratorium Badania Kompatybilności Elektromagnetycznej” współfinansowany z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Rozwój Polski Wschodniej 2007-2013, Oś Priorytetowa i Nowoczesna Gospodarka Działanie I.3 Wspieranie innowacji. BPN-T-271.9.2013.
- Prowadzenie szkoleń w ramach programu LPQI Leonardo Power Quality Initiative „Jakość energii elektrycznej” współorganizowanego przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich SEP – Oddział Kraków, Polskie Centrum Promocji Miedzi i Politechnikę Białostocką w 2005 roku.

### **b) Udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych**

- Gdańskie Dni Elektryki'2015, Gdańsk, 6 listopada 2015 r.
- Electromagnetic disturbances : EMD'2015 : 23th International Conference, Białystok, September 9-11, 2015 r.
- IV Ogólnopolskie Forum Bezpieczeństwa Funkcjonalnego, Urząd Dozoru Technicznego, Ożarów Mazowiecki, 26-27 luty 2015 r.
- Gdańskie Dni Elektryki'2014, Gdańsk, 14 Listopada 2014 r.
- Electromagnetic disturbances : EMD'2012 : 22nd International Conference, Vilnius, 20-21.09.2012

- Kompatybilność elektromagnetyczna w elektronice i elektrotechnice : EMC 2011 : VII Krajowe Sympozjum, Łódź, 20-21.10.2011
- Electromagnetic disturbances : EMD'2011 : 21th International Conference, Białystok, 28-30.09.2011
- Electromagnetic disturbances : EMD'2010 : 20th International Conference, Vilnius, September 22-24, 2010
- Kompatybilność elektromagnetyczna w elektrotechnice i elektronice : EMC'2009 : VI Krajowe Sympozjum, Łódź, 8-9.10.2009 r.
- Electromagnetic disturbances : EMD'2009 : 19th International Conference, Białystok, September 23-25, 2009
- Nowoczesne urządzenia zasilające w energetyce : XII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna , Kazimierz Dolny, 18-20.03.2009

#### **c) Otrzymane nagrody i wyróżnienia**

- Verba Docent, ENERGETAB 2009, Bielsko-Biała, 16 września 2009 roku.

#### **d) Udział w konsorcjach i sieciach badawczych**

"EMC-LabNet – Polska Sieć Laboratoriów EMC

Przedsięwzięcie zostało zakwalifikowane przez MNiSW do Polskiej Mapy Drogowej Infrastruktury Badawczej, w strategicznym obszarze badań 6. Rozwój zaawansowanych materiałów i technologii. Koordynator - Politechnika Wrocławska".

Mój udział w pracach konsorcjum polegał na przygotowanie koncepcji prowadzonych badań w ramach Politechniki Białostockiej, sporządzeniu dokumentacji potrzebnej do przejścia etapu 1 i 2 stosownie do wymagań MNiSW.

Beneficjenci: Politechnika Wrocławska, Politechnika Rzeszowska, Wojskowa Akademia Techniczna, Politechnika Białostocka.

#### **e) Projekty realizowane przy współpracy z przedsiębiorcami**

- podwykonawca projektu nr WND-RPPD.01.01.00-20-009/13 pt. "Badania przemysłowe w zakresie innowacyjnych technologii w systemach ochrony odgromowej i ochrony przed przepięciami prowadzące do opracowania nowych produktów",
- podwykonawca projektu pt. "Rozszerzenie ochrony patentowej na innowacyjny wysokonapięciowy transformator toroidalny" w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007-2013, działanie 5.4 Zarządzanie własnością intelektualną, poddziałanie 5.4.1 Wsparcie na uzyskanie ochrony własności przemysłowej.

**f) Członkostwo w organizacjach i towarzystwach naukowych**

- Polski Komitet Ochrony Odgromowej (PKOO) przy Stowarzyszeniu Elektryków Polskich (od 2007 roku).

**g) Osiągnięcia dydaktyczne w zakresie popularyzacji nauki i sztuki**

- Piknik Europejski - 1 maja 2014 roku na Rynku Kościuszki w Białymstoku.  
Rok: 2014 - prezentacja zjawisk wysokonapięciowych w ramach stoiska Politechniki Białostockiej.
- Dni Otwarte Funduszy Europejskich - Laboratorium Techniki Wysokich Napięć (7 maja 2014) - oprowadzanie wycieczek odwiedzających laboratorium.

**h) Opieka naukowa nad studentami**

- w latach 2009-2016 promotor 4 prac magisterskich i 5 inżynierskich.
- w latach 2009-2014 opiekun praktyk studenckich realizowanych w laboratorium Techniki Wysokich Napięć – łącznie 9 osób
- w latach 2013-2015 opieka nad studentami w ramach programu Erasmus oraz prowadzenie wykładów z przedmiotu „High Voltage Technology” (w języku kongresowym).

**i) Opieka naukowa nad doktorantami**

Pełnienie funkcji promotora pomocniczego we wszczętym przewodzie doktorskim Uchwałą Rady Wydziału Elektrycznego Politechniki Białostockiej nr 92/2013 z dnia 17 maja 2012 roku.

Tomasz Kuczyński, Wydział Elektryczny

Rozprawa doktorska pt.:

„Modelowanie i analiza numeryczna narażeń piorunowych przyłączy zasilania urządzeń w obiektach budowlanych”.

Moja rola w trakcie realizacji pracy przez mgr inż. Tomasza Kuczyńskiego polegała na pomocy w planowaniu i koordynacji eksperymentalnej części rozprawy doktorskiej, pomocy w modelowaniu przy pomocy ATP/EMTP oraz w bezpośrednim nadzorze nad wszelkimi pracami prowadzonymi w laboratorium Techniki Wysokich Napięć stosownie do posiadanych uprawnień SEP (do pracy pod wysokim napięciem). Promotorem w przewodzie jest dr hab. inż. Karol Aniserowicz, prof. nzw. w PB.

**j) Ekspertyzy na zamówienie władz publicznych, samorządu terytorialnego i przedsiębiorców**

- 1) Badanie wytrzymałości udarowej ogranicznika przepięć AHOKU – rok 2016.
- 2) Badanie napięcia przebicia i rezystancji skrośnej izolatorów wykonanych z materiału FR-4 – rok 2015.
- 3) Wyniki badań wytrzymałości elektrycznej i rezystancji izolacji rur osłonowych – rok 2015.
- 4) Badań wytrzymałości napięciowej kabla zasilającego niskiego napięcia Melodika – rok 2015.
- 5) Poligonowe badanie poziomów napięć rażeniowych dla uziomu EASY i DO-EL – rok 2015.
- 6) Badanie ograniczników przepięć (tory sygnałowe) - rok 2014.
- 7) Badanie kabli wysokiego napięcia wykorzystywanych do odprowadzania prądu piorunowego – rok 2014-15.
- 8) Analiza skutków przepływu prądu udarowego przez liniowe ograniczniki przepięć w napowietrznej sieci przesyłowej niskiego napięcia - rok 2014.
- 9) Pomiary jakości energii elektrycznej dużego zakładu przemysłowego przy napięciu do 30 kV - rok 2014.
- 10) Sprawdzenie odporności udarowej elementów systemu ochrony odgromowej - rok 2014-15.
- 11) Badanie rur osłonowych RSO wykonanych z PVC - rok 2012.
- 12) Badanie odporności mierników natężenia dźwięku na wyładowania ESD - rok 2012.
- 13) Badanie odporności przepięciowej lampy oświetlenia przeszkodowego typu MSL - rok 2010.
- 14) Badanie odporności udarowej ograniczników przepięć z wykorzystaniem generatora prądów udarowych o kształcie  $8/20\mu s$  i wartościach szczytowych od 2,5 do 20kA - rok 2009.

**k) Udział w zespołach eksperckich**

- ekspert ds. kompatybilności elektromagnetycznej w ramach projektu pn. „Białostocki Park Naukowo-Technologiczny” współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Rozwój Polski Wschodniej 2007-2013, Oś Priorytetowa I Nowoczesna Gospodarka Działanie I.3 Wspieranie innowacji BPN-T-271.9.2013,

**l) Recenzowanie publikacji**

- Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej Nr xx/2016. ISSN 1425-5766 – 1 artykuł w 2016 roku.
- Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej Nr 44/2015. ISSN 1425-5766 – 1 artykuł w 2015 roku.

- Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej Nr 38/2014, ISSN 1425-5766 – 2 artykuły w 2014 roku.
- Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej Nr 33/2013, ISSN 1425-5766 – 2 artykuły w 2013 roku.

#### **m) Prowadzenie zajęć dydaktycznych**

##### Wykłady:

- Technika Wysokich Napięć,
- High Voltage Technology (w ramach programu wymiany studentów Erasmus).

##### Zajęcia laboratoryjne:

- Technika Wysokich Napięć,
- Zakłócenia w systemie elektroenergetycznym,
- Kompatybilność elektromagnetyczna,
- Programowanie mikroprocesorów jednoukładowych.

*Janusz Orter*