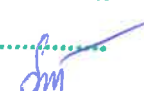


prof. dr hab. inż. Aleksandra Rakowska  
Politechnika Poznańska  
Instytut Elektroenergetyki  
ul. Piotrowo 3A  
60-965 Poznań  
aleksandra.rakowska@put.poznan.pl  
tel. kom 602 218 417

Poznań, 20.09.2023 r.

**S E K R E T A R I A T**  
Rady Dyscypliny AEEITK

Wpłynęło dnia **22. 09. 2023**  
Zarejestrowano pod nr .....  
Podpis ..... 

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej mgra inż. Konrada Franciszka Kochanowicza**  
**pt.: „Analiza możliwości wykorzystania pasów technologicznych**  
**elektroenergetycznych linii przesyłowych do rozbudowy sieci**  
**dystrybucyjnych”**

Recenzja została opracowana na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika Wydziału Elektrycznego Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie – Pana dra hab. inż. Ryszarda Srokę, prof. Uczelni. Wykonanie recenzji powierzyła mi Rada Dyscypliny podjętą uchwałą na posiedzeniu w dniu 6 lipca 2023 r.

**1. Ocena aktualności tematu oraz tezy i celu**

Realizacja transformacji energetycznej w naszym kraju wymaga rozbudowy i modernizacji sieci elektroenergetycznej na wszystkich poziomach napięć. Wymaga tego dynamicznie rozwijający się udział odnawialnych źródeł energii w sektorze wytwórczym, czyli rosnąca liczba nowych źródeł tzw. generacji rozporoszonej. Także powstające nowe obiekty przemysłowe wymagają budowy nowych linii elektroenergetycznych. Przedsiębiorstwa energetyczne, zajmujące się przesyłaniem i dystrybucją energii elektrycznej, mają obowiązek utrzymywania zdolności urządzeń oraz sieci do realizacji dostaw energii w sposób ciągły i niezawodny, przy zachowaniu obowiązujących wymagań jakościowych. Operatorzy systemów przesyłowych (OSP) i dystrybucyjnych (OSD) zapewniają ciągłość dostaw energii poprzez utrzymywanie odpowiedniej struktury i stanu sieci elektroenergetycznej.

Podejmując decyzję o budowie nowych linii inwestor musi uzyskać społeczne poparcie (lub chociażby akceptację) dla nowych inwestycji energetycznych. Inwestorzy budujący nowe lub modernizujący istniejące linie elektroenergetyczne stają przed dylematem: czy zastosować linię napowietrzną, czy kablową. Aspekt ekonomiczny ogrywa oczywiście bardzo ważną rolę przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych. I chociaż koszt budowy linii napowietrznej jest niższy niż koszt budowy równoważnej linii kablowej to wiadomo, że jako linie o większych długościach będą budowane zawsze linie napowietrzne. Może warto dodać, że obecnie linie SN



i 110 kV coraz częściej budowane są jako linie kablowe i są to nawet linie o znaczących długościach. Ale wiadomo także, że konieczność budowy nowych linii napowietrznych jest niezaprzeczalna – tym bardziej, że np. żywotność samych przewodów w liniach oceniona na podstawie danych statystycznych z całego świata, przedstawionych w Broszurze Technicznej CIGRE Nr 905/2023 r., to średni czas życia (nawet w trudnych warunkach eksploatacji) wynosi 30 lat, a maksymalny czas przekracza nawet w wielu przypadkach 70 lat... Ze wszystkich elementów linii szczególnie skupiono się na ocenie przewodów, bo z przedstawionych w tej publikacji analiz wynika, że koszt przewodów stanowi ok. 40% ogólnych kosztów budowy linii (łącznie z kosztem ich instalacji).

Jednakże coraz trudniej jest uzyskać społeczną akceptację na budowę linii napowietrznych wysokich napięć i nawet średnich napięć na terenie miast lub w ich pobliżu. Znane są sceny np. z warszawskich ulic z bardzo silnego sprzeciwu społecznego dla budowy nowej linii napowietrznej 400 kV. Aby przekonać społeczeństwo do budowy linii napowietrznych podejmowane są różne działania, np. do projektowania konstrukcji wsporczych linii napowietrznych zaprasza się również architektów i artystów. Nie zawsze jednak ich propozycje są wdrażane w systemie, np. słupy w postaci ludzkich sylwetek, podziwiane na całym świecie – wybrane w międzynarodowym konkursie ogłoszonym przez operatora sieci w Islandii, mimo bardzo wysokiej akceptacji społecznej nie zostały zrealizowane. Inną drogę obrał m.in. EdF, czyli francuski operator sieci elektroenergetycznej, zatrudniając artystkę nie tylko do upiększenia istniejącej infrastruktury energetycznej, ale także do opracowania nowych konstrukcji wsporczych. Jeszcze inną metodę zdobycia zgody mieszkańców na budowę nowej linii zastosowano przy kilku inwestycjach w Wielkiej Brytanii i Irlandii – poddając ocenie społecznej kilka zaproponowanych rozwiązań konstrukcji wsporczych/słupów, oczekując dokonania w ramach ankietyzacji wyboru „optymalnego” rozwiązania. Włączając społeczeństwo w akcję wyboru proponowanej konstrukcji słupa czasami uzyskuje się zdecydowanie wyższy stopień akceptacji dla nowej inwestycji energetycznej. Jednakże nie jest możliwe zbyt częste powtarzanie tego typu postępowania, dlatego uzyskanie społecznej akceptacji dla kolejnych inwestycji elektroenergetycznych staje się coraz trudniejsze. Innym przykładem może być rozwiązanie dość kosztowne, gdy nie ma zgody społecznej na budowę nowej linii elektroenergetycznej to wykorzystuje się „korytarz” linii już istniejącej i, po pewnych zmianach samych konstrukcji wsporczych, linia AC staje się linią DC o zdecydowanie większej zdolności przesyłowej. Protesty przeciwko budowaniu linii napowietrznych mają swoje źródło nie tylko w odczuciach estetycznych, czyli nieakceptowaniu widoku linii w najbliższym otoczeniu miejsca zamieszkania, ale przede wszystkim ze względu na (wyolbrzymione często), spodziewane zagrożenie oddziaływania pola elektrycznego

i magnetycznego wokół linii. Inwestorzy doświadczają również coraz większych trudności z uzyskaniem terenów pod budowę nowych linii elektroenergetycznych. Ale, jak wynika m.in. z komunikatów PSE – coraz częściej podejmuje się także decyzje przebudowy istniejących już linii napowietrznych 220 kV na linie 400 kV, co pozwala na znaczące zwiększenie zdolności przesyłowej linii, przy równoczesnym uniknięciu protestów społecznych przeciwko wyznaczaniu nowej trasy/pasa technologicznego dla linii przesyłowej.

Uwzględniając powyższe uważam, że podjęty przez Doktoranta **temat rozprawy „Analiza możliwości wykorzystania technologicznych elektroenergetycznych linii przesyłowych do rozbudowy sieci dystrybucyjnych” jest aktualny i bardzo ważny ze względu na jego znaczenie poznawcze i praktyczne.** Wskazanie możliwości i ograniczeń zastosowania takich rozwiązań przy budowie nowych linii napowietrznych byłoby i jest ogromnym ułatwieniem w procesie koniecznego rozwoju sieci elektroenergetycznej.

## 2. Teza i zakres rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa obejmuje 106 stron, plus 9 stron spisu literatury. Praca składa się z siedmiu rozdziałów i rozdziału ósmego, stanowiącego podsumowanie całości. Spis literatury to powołanie na 114 pozycji – w tym odnalazłam 3 pozycje, których współautorem jest Doktorant [48, 49, 106]. Dodatkowo w rozprawie zawarte zostało streszczenie w języku polskim i angielskim oraz wykaz ważniejszych oznaczeń.

Teza naukowa została sprecyzowana w rozdziale 1.1 na stronie 11 pracy i brzmi:

*„Intensyfikacja rozbudowy elektroenergetycznych sieci dystrybucyjnych – wynikająca z procesu transformacji energetycznej – możliwa jest przez wykorzystanie do tego celu pasów technologicznych elektroenergetycznych linii przesyłowych”.*

W rozprawie również sformułowano następujący cel rozprawy: *określenie głównych czynników i warunków determinujących możliwość bezpiecznej budowy oraz niezawodnej eksploatacji napowietrznych linii dystrybucyjnych w pasach technologicznych linii przesyłowych.*

Dla udowodnienia tezy oraz realizacji wymienionego celu Autor wyniki pracy naukowej przedstawił w 7 rozdziałach, a w rozdziale 8 zawarł podsumowanie swoich badań. We wstępie, czyli w rozdziale pierwszym, wskazał dlaczego temat jest ważny i aktualny, podał tezę i cel rozprawy oraz skrótowo opisał jej zakres. Drugi rozdział Doktorant poświęcił problemom oddziaływania pól elektromagnetycznych w otoczeniu linii elektroenergetycznych w oparciu o literaturę tematyczną, ale także pokazując wyniki własnych badań. Warto dodać, że przegląd wiedzy na temat oddziaływania pól elektromagnetycznych przeprowadzono z uwzględnieniem

nie tylko współczesnych publikacji, ale także i pierwszych prac dotyczących tego tematu (z roku 1903, 1921 itd.).

W rozdziale trzecim omówiono aspekty normatywne dotyczące rozpatrywanej lokalizacji linii 110 kV i średnich napięć w pasie linii przesyłowych. Doktorant przedstawił także wyniki analizy możliwości lokalizacji tych linii w świetle wymagań normatywnych, z uwzględnieniem stref zabronionych i dopuszczalnych w odległości linii 400 kV od linii 110 kV oraz 15 kV. Z kolei rozdział czwarty poświęcono opracowanemu modelowi opartemu o metodę ładunków skumulowanych pól elektrycznych, którą wykorzystano do określenia warunków koniecznych do lokalizacji linii dystrybucyjnej w zbliżeniu do linii 400 kV. Oczywiście ocena oddziaływania pól elektrycznych wokół linii napowietrznej nie jest wystarczająca aby ocenić możliwości budowy linii dystrybucyjnej w pasie linii przesyłowej. Dlatego w rozdziale piątym, wykorzystując opracowane, autorskie modele matematyczne, zaprezentowano wyniki badania skutków napięciowych i prądowych pojemnościowego oraz magnetycznego oddziaływania linii przesyłowych na linie dystrybucyjne, zlokalizowane w pasie technologicznym linii 400 kV lub w jego pobliżu. Natomiast w rozdziale szóstym Doktorant opisał wyniki badań wpływu linii 400 kV na budowane w ich pasie technologicznym linie dystrybucyjne (110 kV i 15 kV). Również ocenę wpływu linii przesyłowej na wartości napięć i prądów indukowanych w liniach dystrybucyjnych przedstawiono w rozdziale siódmym, lecz w tym przypadku badania dotyczyły linii dystrybucyjnych eksploatowanych. Ostatni, ósmy rozdział zawiera podsumowanie uzyskanych wyników badań i analiz.

### **3. Ocena merytoryczna**

W mojej opinii szczególnie wartościowa jest część rozprawy zawarta w rozdziałach 4 - 7, w których Doktorant przedstawia i analizuje uzyskane przez siebie wyniki oryginalnych badań. W rozdziale 4 opisano wyniki analizy możliwości wykorzystania pasa technologicznej linii przesyłowej przez linię dystrybucyjną wykorzystując metodę badań skumulowanych pól elektrycznych, oceniając oddziaływanie natężenia pola elektrycznego na tę linię. Rozważano 4 warianty lokalizacji linii 110 kV i 15 kV w pasie linii 400 kV. Uzyskane wyniki przedstawione w postaci nomogramów pozwalają na wstępne ustalenie wyznaczenia odległości między analizowanymi liniami oraz także na dobór odpowiedniego układu przewodów fazowych w linii dystrybucyjnej. Jednak, jak sam Doktorant podkreślił, analiza oddziaływania jedynie pola elektrycznego nie pozwala na dokonanie wyboru określonego rozwiązania, gdyż konieczne jest uwzględnienie wzajemnego oddziaływania magnetycznego linii. Dlatego w rozdziale 5 rozprawy zajęto się analizą wzajemnych oddziaływań linii przesyłowych na znajdujące się w sąsiedztwie linie dystrybucyjne. Doktorant zastosował w swych badaniach matematyczne modele uproszczone i zaawansowane do oceny oddziaływania linii – rozpatrując oddziaływanie magnetyczne i pojemnościowe, skutkujące generacją napięć i prądów

indukowanych w linii dystrybucyjnej dla różnych konfiguracji linii. Celem tych badań było określenie wartości napięć dotykowych i prądów rażenia dla różnych wariantów wzajemnego usytuowania obu linii. Wyznaczono m.in. zależność napięć dotykowych oraz prądów rażeniowych dla różnych długości zbliżenia obu linii i różnej liczby przewodów we wiązce linii przesyłowej oraz napięć dotykowych dla zmiennej wysokości zawieszenia przewodów. Szczególnie ważne wnioski ze swych badań uzyskał Doktorant stosując model zaawansowany do oceny jednoczesnego oddziaływania pojemnościowego i magnetycznego. W tych analizach wykorzystano program symulacyjny *ElectroMagnetic Transient* (EMTP-ATP) stosując procedury *Line Constans*. Dodatkowo wykorzystując automatyczne tworzenie modelu zbliżenia obu linii w środowisku matematycznym MATLAB – Doktorant osiągnął rozszerzenie możliwości obliczeniowych. W obliczeniach uwzględniono m.in. rozmieszczenie przewodów, parametry geometryczne i materiałowe przewodów, a także rezystywność gruntu i rezystancje uziemień. Modele te wykorzystano do badań napięć dotykowych oraz prądów rażeniowych w czasie budowy (Rozdział 6) i podczas eksploatacji linii dystrybucyjnej (Rozdział 7) zlokalizowanej w pobliżu linii najwyższych napięć. W rozprawie opisano zagrożenia występujące podczas budowy linii w pobliżu linii już istniejącej, szczególnie gdy przewody linii dystrybucyjnej montowane są na odcinku zbliżenia tej linii do linii przesyłowej. Mogą wówczas wystąpić zjawiska prowadzące do porażenia osób wykonujących te prace – i to nie tylko w przypadku popełnienia przez monterę jakiegoś błędu. Podkreślono, że szczególnie narażenie to jest możliwe przy budowie łańcuchów odciągowych oraz demontażu rolek montażowych z łańcuchów przelotowych i umieszczanie w tym miejscu uchwytów dla przewodów. Opracowano model budowy sekcji odciągowej linii dystrybucyjnej przy zbliżeniu do linii 400 kV w celu zbadania napięcia dotykowego i oceny wartości prądów rażeniowych w zależności od długości rozwieszanej sekcji linii oraz dla różnych odległości pomiędzy osiami linii. I co ważne, analizowano to dla różnych obciążeń linii 400 kV, ale także dla stanu zwarcia jednofazowego – w różnych przewodów fazowych tej linii. Wyznaczono również wartości napięć dotykowych i prądów rażeniowych na początku, na końcu rozwieszanego przewodu, w przypadku nieuziemionych i uziemionych elementów montażowych (bęben, hamownik, wciągarka) dla różnych wariantów prowadzonego rozwieszania przewodów budowanej linii. Ciekawe wyniki Doktorant uzyskał również wyznaczając rozkład napięć dotykowych i prądów rażeniowych wzdłuż rozwieszanych przewodów sekcji odciągowej przy normalnym stanie pracy linii przesyłowej oraz w stanie zwarcia jednofazowego w rozdzielni 400 kV. Kolejne obliczenia dotyczyły rozkładu wartości prądów rażeniowych na początku rozwieszanego przewodu dla różnych miejsc wystąpienia zwarcia i wariantów rozwieszania przewodów a także w przypadku obustronnego uziemienia końców przewodów – rozkład wartości prądów

razeniowych wzdłuż całego rozwieszanego przewodu. Wykazano, że podczas budowy linii dystrybucyjnej w pasie linii 400 kV osoba pracująca przy instalowaniu przewodów w linii dystrybucyjnej może być narażona na porażenie w wyniku pojawienia się napięć dotykowych i prądów razeniowych o bardzo dużych wartościach. Świadczą o tym zebrane wyniki, przedstawione na rys. 6.11. Jak Autor rozprawy wskazuje, aby zapobiec możliwości powstania tych zagrożeń należałoby stosować prace budowlane linii dystrybucyjnej w technologii prac pod napięciem lub przy wyłączonej czasowo linii przesyłowej. Ten drugi wariant jest jednak raczej mało prawdopodobny, ze względu na bardzo ograniczone możliwości wyłączania linii przesyłowych. Kolejna część rozprawy dotyczy oceny wpływu linii przesyłowych na napięcia i prądy indukowane w eksploatowanych liniach dystrybucyjnych. Ważność tego problemu jest szczególnie ważna ze względu na zwrócenie uwagi na fakt, że należy zapewnić odpowiednie warunki bezpieczeństwa podczas różnorodnych pracach dla różnych stanów linii dystrybucyjnej będącej w pasie technologicznym linii przesyłowej. Takie „sąsiedztwo” ma także znaczący wpływ na jakość energii elektrycznej na całej długości zbliżenia obu linii. Doktorant w programie EMTP-ATP opracował modele dostosowane do badań elektromagnetycznego oddziaływania linii przesyłowej na parametry jakości energii elektrycznej w liniach dystrybucyjnych. Oceniano wartości napięć fazowych w różnych fazach linii 110 kV dla różnych długości odcinka zbliżenia oraz dla różnych odległości między osiami obu linii i przy różnych obciążeniach obu linii. Ocenie poddano także wpływ linii przesyłowej na linię 15 kV. Otrzymane wyniki badań potwierdziły niestety, że żadne linie 15 kV nie powinny być budowane w pasie linii przesyłowej ze względu na silny wpływ oddziaływania linii 400 kV na taką linię dystrybucyjną. Doktorant w badaniu i analizie zagrożeń porażeniowych osób wykonujących prace eksploatacyjne na linii dystrybucyjnej 110 kV wykazał wysoki poziom tego zagrożenia, zarówno podczas standardowej pracy linii 400 kV i zwarć jednofazowych. Największe wartości prądów razeniowych w linii dystrybucyjnej zestawiono na rysunku 7.14.

W podsumowaniu (Rozdział 8) zebrano bardzo przydatne wnioski z przeprowadzonych analiz matematycznych i na podstawie badań o szerokim zakresie dla różnych wariantów oraz z uwzględnieniem całego szeregu czynników.

Wysoko oceniam poziom naukowy rozprawy oraz ważność uzyskanych wskazówek praktycznych dla projektantów linii, dla zespołów nadzorujących i wykonujących prace podczas budowy linii dystrybucyjnych oraz prowadzących eksploatację tych linii znajdujących się w pasie technologicznym linii przesyłowych.

#### 4. Uwagi dyskusyjne i szczegółowe

Uwagi dyskusyjne i szczegółowe przedstawiono poniżej.

1. Pokazane na rysunku 2.1 obrazy pola elektrycznego i pola magnetycznego skomentowano jako badania własne – czyli będące efektem badań Doktoranta. Bym sugerowała, aby przy pierwszym użyciu w opisie tego rysunku zdefiniować *wysokość h*.
2. Na str. 29 zaprezentowano słup linii 110 kV z umieszczeniem wszystkich przewodów fazowych po jednej stronie konstrukcji wsporczej (w wariacie konfiguracji W1 i W2). Czym się kierowano przyjmując tego typu konstrukcję do prowadzonych badań i analiz?
3. Obawa przed oddziaływaniem linii napowietrznych na środowisko najczęściej dotyczy obecności pola elektromagnetycznego – czy w stosunku do określanych dawniej (np. w 1998 r. [39] i 2010 [40]) i przyjmowanych dopuszczalnych „bezpiecznych” poziomów tego działania – obecne przepisy są łagodniejsze czy bardziej surowe? Czy można wskazać przykład/przykłady większej „liberalizacji” dopuszczalnych poziomów dla określonych warunków?
4. Do oceny wartości natężenia pola elektrycznego zastosowano opracowane modele oparte o metodę ładunków skumulowanych pól elektrycznych. Czy podejmowano próby dokonania pomiaru rzeczywistej wartości natężenia pola elektrycznego dla jakiś określonych warunków potwierdzających wartości uzyskane z analizy opartej na przyjętych modelach?
5. Czy rozpatrywano, aby w dalszych pracach naukowych podjąć próbę określenia, na jakiej odległości i długości linii 400 kV możliwa jest „równoległa” lokalizacja linii 110 kV i linii 15 kV poza pasem technologicznym – przy zapewnieniu braku zagrożeń dla osób wykonujących jakiegokolwiek prace na liniach dystrybucyjnych, niezależne od stanu/warunków pracy linii przesyłowej? Gdyby był Pan projektantem takiej linii – czy na podstawie dotychczasowych badań byłoby możliwe sformułowanie ogólnych wskazań dotyczących tych odległości? Pytanie oczywiście dotyczy budowy nowych linii, innym rozwiązaniem to przykłady wielu eksploatowanych już od lat linii wielonapięciowych na jednej konstrukcji wsporczej (np. linia Ostrów-Plewiska 2x400 kV + 220 kV+110 kV i Pasikurowice-Wrocław 400 kV+3x 110 kV).

Zauważyłam pewne drobne błędy edycyjne – z nich kilka przedstawiam poniżej:

- wydaje się, że mimo wszystko w opisie do rysunku 2.1 warto zdefiniować *wysokość h*;
- str. 22, 2 wiersz od dołu: „braknie” – może *będzie brakowało* lub *nie będzie*;
- czy rysunek 2.3 (str.18) jest stworzony wg danych z [37]?

- str.28, wiersz nad rys.3.6 – ...na rysunkach 3.6 oraz ~~rysunku~~ 3.7 ...;
- str. 33 – wspomina się pierwszą wersję dokumentu, może warto dodać: (druga wersja, rok 1982 powołanie [24]);
- str.30, nad Tabelą 3.2 – warto dodać.....zgodnie z najnowszą normą [x] dla typowych.....;
- bibliografia, pozycja [68] – Nowacki a nie Nowicki.

Powyższe uwagi edycyjne w żadnym stopniu nie umniejszają mojej bardzo pozytywnej oceny rozprawy doktorskiej, a zostały sformułowane jedynie w celu, aby je uwzględnić przy ewentualnym publikowaniu elementów rozprawy.

Przeprowadzone przez Doktoranta badania potwierdziły zrealizowanie postawionej w rozprawie tezy i wskazały na wysoką zasadność podjętej tematyki oraz kierunków badań. Zrealizowane badania wymagały od Doktoranta szerokiej i gruntownej wiedzy z zakresu prowadzenia pracy naukowej. Mgr inż. Konrad Kochanowicz wykazał się szerokim zasobem wiedzy z zakresu przedmiotu rozprawy, a także wykazał się znajomością i umiejętnością praktycznego wykorzystania nowoczesnych metod symulacyjnych oraz tworzenia modeli matematycznych i wykonywania szerokiego wachlarza analiz. Udowodnił także, że potrafi poprawnie rozwiązywać problemy naukowe i logicznie przedstawiać wyniki swoich badań. Doktorant analizował szereg opracowanych przez siebie modeli odwzorowujących sytuację wskazaną w tezie rozprawy. Zajmował się nie tylko samą odległością linii dystrybucyjnej od linii przesyłowej, ale rozpatrywał także wiele innych czynników wpływających na mogące wystąpić zagrożenia w warunkach rzeczywistych podczas normalnej pracy tych linii, podczas budowy linii, a także w przypadku różnych miejsc i rodzajów wystąpienia zwarcia w linii przesyłowej. Doktorant uwzględnił w swoich analizach między innymi wartości rezystancji uziemienia stanowisk słupowych, rezystywność gleby, konfigurację poszczególnych pręseł oraz poziom napięcia fazowego w linii. Rozpatrywanie aż tylu zagadnień podnosi jeszcze bardziej wartość przeprowadzonych badań przedstawionych w rozprawie.

Należy podkreślić, że można potraktować zaproponowane przez Doktoranta metody analizy skutków wzajemnego oddziaływania linii przesyłowej i dystrybucyjnej jako metody uniwersalne do wykorzystania do oceny tych skutków dla linii o innych konfiguracjach oraz o innych parametrach.

*AKL*



## 5. Wniosek końcowy

Uważam, że cel rozprawy pt. „*Analiza możliwości wykorzystania pasów technologicznych elektroenergetycznych linii przesyłowych do rozbudowy sieci dystrybucyjnych*” został w pełni osiągnięty, a w trakcie realizacji pracy mgr inż. Konrad Kochanowicz wykazał się zasobem wiedzy w wymaganym zakresie. Doktorant w pełni potwierdził umiejętność samodzielnego rozwiązywania problemów i udowodnił, że ma niezbędne kwalifikacje do prowadzenia badań oraz analiz naukowych, a zagadnienia naukowe będące tematem rozprawy zrealizował w sposób oryginalny oraz przedstawił w sposób logiczny i jasny. Wnioski z przeprowadzonych analiz są szczególnie ciekawe i przydatne także z punktu widzenia możliwości zastosowania w praktyce.

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska jest kompletna i nie wymaga żadnych zmian ani uzupełnień. Potwierdzam także, że rozprawa spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim, a zawarte w obowiązujących przepisach – w szczególności w art. 13 Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2004 r. (Dz. U. nr 65, poz. 595 wraz z późniejszymi zmianami).

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska potwierdza umiejętność rozwiązywania problemów naukowych oraz opanowanie przez Autora wiedzy w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne (wg Rozporządzenia MNiSW z 2018 r.) i w związku z powyższym **stawiam wniosek o dopuszczenie mgra inż. Konrada Franciszka Kochanowicza do publicznej obrony rozprawy doktorskiej w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.**

Osiągnięciem naukowym mgra inż. Konrada Kochanowicza jest opracowanie oryginalnej metody wstępnego oszacowania granic obszarów wartości różnych parametrów linii w celu ustalenia warunków zbliżenia analizowanej linii dystrybucyjnej do przesyłowej przy pomocy autorskich nomogramów oraz opracowanie szeregu modeli wykorzystanych do przeprowadzonych w rozprawie analiz, a także współautorstwo dwóch publikacji z listy JCR (związanych tematycznie z rozprawą) upoważnia mnie o **wnioskowanie o wyróżnienie** recenzowanej rozprawy doktorskiej. Doktorant jest współautorem i głównym autorem pozycji „*Ograniczanie zasięgu oddziaływania pól elektromagnetycznych wytwarzanych przez elektroenergetyczne linie przesyłowe*” (Przegląd Elektrotechniczny nr 10/2022) – zaprezentowanej osobiście na XV Ogólnopolskim Sympozjum Inżynieria Wysokich Napięć w Będlewie w 2022 r. Jest także współautorem pozycji „*Reduction of Environmental Impact of Electrical Field Generated by High Voltage Power Transmission Lines*” (Energies 2021, 14, 6388).

