

prof. dr hab. inż. Adam Grzech
Instytut Informatyki Technicznej
Politechnika Wroclawska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

Wrocław, 20 kwietnia 2015 roku

Ocena osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej dr inż. Piotra Zwierzykowskiego.

Ocena osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej dr inż. Piotra Zwierzykowskiego została przygotowana w odpowiedzi na pismo Dziekana Wydziału Elektroniki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej, prof. dr hab. inż. Krzysztofa Wesołowskiego z dnia 25 marca 2015 roku.

Ocena została przygotowana na podstawie dokumentacji przewodu habilitacyjnego dr inż. Piotra Zwierzykowskiego, w tym monografii pt. *Modelowanie mechanizmów zarządzania ruchem w wielousługowych sieciach komórkowych*, kopii 10 wybranych publikacji Habilitanta z lat 2002 – 2014 oraz autoreferatu.

Recenzja została opracowana zgodnie z zaleceniami zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

1. Informacje o Habilitancie

Dr inż. Piotr Zwierzykowski jest absolwentem Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej - studia wyższe magisterskie na kierunku Elektronika i Telekomunikacja w zakresie urządzeń komutacyjnych ukończył w 1995 roku.

Habilitant uzyskał stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie telekomunikacja (w zakresie sieci telekomunikacyjne) w 2002 roku na podstawie rozprawy doktorskiej pt. *Badania obciążalności ruchowej systemów z komutacją rozgałęźną w sieciach z integracją usług*. Stopień doktora nauk technicznych został nadany Habilitantowi przez Radę Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej.

Dr inż. Piotr Zwierzykowski rozpoczął pracę zawodową w 1994 roku na stanowisku laboranta, a następnie kontynuował na stanowisku starszego referenta technicznego w Instytucie Elektroniki i Telekomunikacji na Wydziale Elektrycznym Politechniki Poznańskiej. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora w 2002 roku pracował na stanowiskach asystenta i adiunkta w Instytucie Elektroniki i Telekomunikacji na Wydziale Elektrycznym Politechniki Poznańskiej (od 2006 roku w Katedrze Sieci Telekomunikacyjnych i Komputerowych na Wydziale Elektroniki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej). Od 2014 roku pracuje na stanowisku wykładowcy w Katedrze Sieci Telekomunikacyjnych i Komputerowych na Wydziale Elektroniki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej.

2. Osiągnięcie naukowe

Przedmiotem oceny jest monografia autorstwa dr inż. Piotra Zwierzykowskiego pt. *Modelowanie mechanizmów zarządzania ruchem w wielousługowych sieciach komórkowych* wydana przez Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej w serii *Rozprawy* (nr 522) w Poznaniu w 2014 roku.

W monografii prezentowane są wyniki badań dotyczących modeli analitycznych i symulacyjnych systemów wielousługowych (wielousługowych sieci komórkowych), w których implementowane są różne, następujące mechanizmy zarządzania ruchem (sterowania

dostępem do sieci): priorytetowania klas ruchu, kompresji bezprogowej, jednokierunkowej i dwukierunkowej kompresji progowej oraz wielokrotnej histerezy. Opracowane modele wielousługowych sieci komórkowych z różnymi algorytmami zarządzania ruchem zostały wykorzystane do wyznaczania podstawowych charakterystyk jakościowych (prawdopodobieństwo blokady) oraz weryfikacji (metodami symulacyjnymi) ich dokładności.

2.1. Zawartość rozprawy

Treści rozprawy są uzasadnione bardzo dobrą znajomością literatury przedmiotu, stanu sztuki w zakresie analitycznego i symulacyjnego modelowania sieci wielousługowych, analizy wielousługowych sieci komórkowych oraz używanych technologii i praktycznych realizacji sieci komórkowych.

Zawartość merytoryczna monografii dotyczy metod konstrukcji modeli analitycznych wielousługowych systemów komórkowych, w których uwzględniane są mechanizmy zarządzania ruchem w interfejsach sieci dostępowych oraz możliwości obsługi heterogenicznego ruchu teleinformatycznego o różnych właściwościach i wymaganiach w zakresie jakości usług.

Uzasadnieniem dla potrzeby opracowywania nowych modeli wielousługowych sieci komórkowych - których dotyczy monografia - jest to, że na efektywność ruchową sieci istotny wpływ ma interfejs radiowy oraz jego pojemność. Zauważalny - w praktycznych realizacjach sieci komórkowych - wpływ interfejsu radiowego na efektywność ruchową sieci wymaga użycia odpowiednich mechanizmów zarządzania ruchem, w tym mechanizmów zarządzania ruchem uwzględniających ograniczenia pojemności interfejsu radiowego powodowane zjawiskiem tzw. miękkiej pojemności. Szacowanie wpływu różnych, możliwych do użycia mechanizmów zarządzania ruchem na efektywność ruchową sieci wymaga dysponowania modelami (w tym analitycznymi), które uwzględniają pojemność interfejsu radiowego i mechanizmy zarządzania ruchem.

Celem monografii jest prezentacja opracowanych modeli analitycznych wielousługowych sieci komórkowych, uwzględniających ograniczoną pojemność interfejsów radiowych i różne mechanizmy zarządzania ruchem (zarządzania dostępem do zasobów sieci) oraz wyników szacowania dokładności opracowanych modeli analitycznych. W przypadku wszystkich modeli analitycznych, prezentowanych w monografii, przywoływane są wybrane technologie i rozwiązania właściwe dla kolejnych generacji sieci komórkowych (2G, 3G i 4G), które mogą być uwzględnione w proponowanych modelach analitycznych.

Monografia składa się ze wstępu, ośmiu rozdziałów merytorycznych, podsumowania i bibliografii.

We wstępie pracy podano uzasadnienie potrzeby opracowywania nowych modeli analitycznych wielousługowych sieci komórkowych wymuszanych zarówno przez zmieniające się i nowe technologie sieciowe, jak i przez wzrastające wymagania użytkowników dotyczące dostarczania i różnicowania jakości usług. W podsumowaniu wstępu przedstawiono cel monografii i streszczono zawartość monografii.

W rozdziale drugim (*Zarządzanie ruchem w interfejsach sieci komórkowych*) opisano podstawowe mechanizmy zarządzania ruchem (algorytmy sterowania dostępem), stosowane w wielousługowych sieciach komórkowych wykorzystujących koncepcje: rezerwacji przepływności, kompresji przepływności, ograniczania dostępu do zasobów oraz połączeń rozgałęźnych. W komentarzu do rozdziału drugiego podano przykładowe zastosowania wybranych mechanizmów zarządzania ruchem w sieciach komórkowych 2G i 3G oraz krótką dyskusję dotyczącą mechanizmów zarządzania ruchem w sieciach 4G.

Rozdział trzeci (*Podstawy modelowania systemów wielousługowych*) zawiera podstawowe informacje dotyczące sposobów opisu zasobów i usług systemów wielousługowych oraz modelowania analitycznego systemów wielousługowych i podstawowych modeli analitycznych systemów wielousługowych dla najprostszycy strumieni zgłoszeń i strumieni obsługi (modele Erlanga, Engseta i Pascala).

W rozdziale czwartym (*Systemy z priorytetami*) przedstawiono modele systemów obsługi z priorytetami, w tym priorytetami dla wszystkich i dla wybranych klas ruchu z wypieraniem

równomiernym i wypieraniem kolejnościowym. W końcowej części rozdziału przedstawiono przykładowe, ilościowe porównanie analitycznych i symulacyjnych zależności prawdopodobieństwa blokady w funkcji oferowanego ruchu, z których wynika że opracowane modele analityczne są dokładne.

W rozdziale piątym (*Systemy z kompresją bezprogową*) przedstawiono modele wielousługowej sieci komórkowej, w której do zarządzania ruchem wykorzystywana jest kompresja bezprogowa (równomierna lub nierównomierna), tzn. ilość zasobów przydzielanych do obsługi zgłoszeń zależy od obciążenia systemu. W rozdziale tym przedstawiono także wyniki ilościowego porównania podstawowych charakterystyk systemu (prawdopodobieństwo blokady i średnią wartość ruchu obsługiwanego w funkcji ruchu oferowanego) uzyskiwanych z wykorzystaniem opracowanych modeli analitycznych i symulacji. Z przykładowego porównania wynika, że opracowane modele analityczne są dokładne.

W rozdziale szóstym (*Systemy z jednokierunkową kompresją progową*) przedstawiono modele systemów wielousługowych z progami (z pojedynczym progiem i z wieloma progami), tzn. systemów w których zasady obsługi zgłoszeń zmieniają się wraz z przekroczeniem wyróżnionego (wyróżnionych) stanu granicznego systemu - przekroczenie założonego progu powoduje (co do zasady) przydział mniejszej ilości zasobów, a tym samym powoduje zmniejszenie prawdopodobieństwa blokady w porównaniu z systemem bez mechanizmu progowego. W omawianym rozdziale przedstawiono wyniki ilościowego porównania wyników uzyskanych z użyciem opracowanego modelu analitycznego i w eksperymencie symulacyjnym, które to porównanie wskazuje na dużą dokładność opracowanych modeli analitycznych.

Rozdział siódmy (*Systemy z dwukierunkową kompresją progową*) dotyczy systemów, w których do zarządzania ruchem wykorzystywany jest dwukierunkowe mechanizmy progowe (z histerezą). W rozdziale tym omówiono koncepcję modelowania, przedstawiono modele analityczne i wskazano na dokładność otrzymanych modeli analitycznych poprzez porównanie wyników otrzymanych z użyciem modeli analitycznych i eksperymentów symulacyjnych. Wartościowym fragmentem tego rozdziału jest część, w której porównano stabilność pracy systemów z mechanizmami jednokierunkowej kompresji progowej i dwukierunkowej kompresji progowej.

W rozdziale ósmym (*Modelowanie połączeń rozgałęźnych*) przedstawiono modele obsługi połączeń rozgałęźnych w sieci komórkowej, przykładowe scenariusze zestawiania połączeń rozgałęźnych oraz model sieci komórkowej z różnymi mechanizmami sterowania dostępem i połączeniami rozgałęźnymi. Na potrzeby wykazania dokładności opracowanego modelu porównano wyniki użycia modelu analitycznego i wyniki badań symulacyjnych dotyczące zależności prawdopodobieństwa blokady w funkcji oferowanego ruchu dla systemu bez mechanizmów zarządzania ruchem i dla systemu z dwoma różnymi mechanizmami zarządzania ruchem (mechanizm kompresji progowej i mechanizm rezerwacji przepływności).

W podsumowaniu przedstawiono krótkie omówienie oryginalności wyników prac naukowo-badawczych prezentowanych w monografii oraz wskazano na możliwość kontynuacji badań relacjonowanych w monografii, w tym dotyczących obsługi zgłoszeń w sieciach heterogenicznych oraz obsługi zgłoszeń z priorytetami. W podsumowaniu zwrócona uwagę na istotny z punktu widzenia oceny wartości monografii fakt, że część modeli prezentowanych w monografii zostało wykorzystanych do modelowania sieci UMTS (*Universal Mobile Telecommunications Systems*), wyznaczania charakterystyk ruchowych systemów HSDPA/HSUPA (*High Speed Downlink Packet Access/High Speed Uplink Packet Access*) oraz w narzędziach optymalizacyjnych sieci 2G/3G realizowanych (przez zespół z udziałem Autora monografii) w latach 2005 – 2011 dla operatora sieci komórkowej PTC (*Polska Telefonii Cyfrowa*).

Treści, dotyczące modeli analitycznych i szacowania ich dokładności poprzez porównanie z wynikami badań symulacyjnych, prezentowane są według jednego, czytelnego schematu. Przyjęty sposób prezentacji pozwala na jednoznaczną ocenę oryginalności uzyskanych i przedstawianych wyników badań naukowych.

2.2. Uwagi do monografii

1. W końcowym akapicie podrozdziału 2.1 napisano, że ... *modele heurystyczne opracowywane są w centrach badawczo-rozwojowych producentów urządzeń sieci komórkowych, a modele analityczne stanowią przedmiot prac naukowo-badawczych*. Jakie - w świetle tego stwierdzenia - znaczenie ma opracowywanie modeli analitycznych, w tym modeli prezentowanych w monografii? Czy i w jakim zakresie nowe modele analityczne stymulują opracowywanie nowych modeli heurystycznych?
2. We monografii (we wstępie) brak jest jednoznacznej definicji tytułowej *wielousługowej sieci komórkowej*. Brak takiej definicji powoduje, że na podstawie treści monografii trudno jest ocenić czy i w jakim zakresie modele analityczne systemów wielousługowych (modele *muli-rate*), opracowane dla sieci z integracją usług, mogą być użyte do modelowania wielousługowych sieci komórkowych.
3. W rozdziale trzecim przedstawiono m.in. podstawowe modele analityczne systemów wielousługowych, tzn. modele w których strumienie zgłoszeń i strumienie obsługi są strumieniami najprostszymi oraz wskazano na możliwość ich zastosowania do modelowania ruchu w wielousługowych sieci komórkowych. Model takie mają zastosowanie pod warunkiem, że - przywołując publikacje z lat 1981 i 1992 - ruch na poziomie zgłoszeń może być traktowany jako *poissonowski*. Czy założenie o *poissonowskim* charakterze ruchu we współczesnych wielousługowych sieciach komórkowych zostało zweryfikowane?
4. Przedstawione w rozdziale czwartym zależności prawdopodobieństwa blokady (dla trzech klas zgłoszeń) w funkcji ruchu oferowanego mają charakter ilustracyjny i są skądinąd oczywiste. Wydaje się, że użycie prawdopodobieństwa blokady dla wyróżnionych klas zgłoszeń jako jedyne go wskaźnika jakości usług świadczonych przez wielousługową sieć komórkową z priorytetami nie w pełni odzwierciedla właściwości omawianego mechanizmu zarządzania ruchem. Zasadne byłoby wskazanie na możliwości sterowania priorytetami dla potrzeb uzyskiwania zakładanej jakości obsługi całkowitego ruchu i jego wyróżnianych klas.
5. W ostatnim akapicie podrozdziału 5.3.2 znajduje się stwierdzenie - *Rezultaty obliczeń analitycznych charakteryzują się dużą dokładnością, potwierdzającą możliwość zastosowania proponowanego modelu w praktyce inżynierskiej*. Stwierdzenie to upoważnia do pytania o to, czy na podstawie opisanego w pracy, ilustracyjnego przykładu można wnioskować o dokładności modelu analitycznego i czy dokładność modelu rozstrzyga o przydatności modelu w praktyce inżynierskiej (patrz uwaga 1).
6. W rozdziale szóstym omawiane są modele analityczne systemów, w których zarządzanie dostępem polega na tym, że przekroczenie założonego poziomu zajętości zasobów skutkuje przydzielaniem mniejszej ilości zasobów nowo przyjmowanym zgłoszeniom. Zastosowanie takiego mechanizmu zarządzania ruchem z jednej strony zmniejsza prawdopodobieństwo blokady, a z drugiej obniża jakość obsługi zgłoszeń. Czy i jak należałoby zmodyfikować opracowane modele analityczne, aby możliwa była optymalizacja wskaźnika jakości uwzględniającego zarówno prawdopodobieństwo blokady, jak i degradację jakości obsługi zgłoszeń po przekroczeniu progowej wartości obciążenia systemu?
7. W rozdziale siódmym przedstawiono porównanie stabilności pracy systemów z mechanizmami jednokierunkowej kompresji progowej i dwukierunkowej kompresji progowej. Porównanie to jest jak najbardziej uzasadnione, ale nie dotyczy wskaźników jakości, które są konsekwentnie używane w całej monografii, tzn. prawdopodobieństwa blokady. W szczególności byłoby interesujące poznać wyniki porównania wpływu tych dwóch wspomnianych mechanizmów (jednokierunkowej i dwukierunkowej kompresji progowej) na syntetyczny wskaźnik jakości opisujący dostępność usług i jakość obsługi zgłoszeń.
8. Z treści poszczególnych rozdziałów monografii można wnioskować, że Autora bardziej interesuje sama możliwość modelowania sieci komórkowej z różnymi,

znanymi mechanizmami zarządzania ruchem (sterowania dostępem), niż konsekwencje użycia poszczególnych mechanizmów zarządzania ruchem. Ocena systemów z różnymi mechanizmami zarządzania ruchem poprzez pryzmat prawdopodobieństwa blokady jest oceną fragmentaryczną bowiem odnosi się tylko do liczby zgłoszeń przyjmowanych (lub odrzucanych) do obsługi.

2.3. Ocena osiągnięcia naukowego

Organizacja monografii i prezentacja treści są podporządkowane spójnej i czytelnej koncepcji, zgodnie z którą przedstawiane są kolejne - uzasadniane praktycznie stosowanymi rozwiązaniami w sieciach różnych generacji - modele analityczne wielousługowej sieci komórkowej w różnymi mechanizmami zarządzania ruchem oraz ilościowe porównania dokładności opracowanych modeli analitycznych.

Wybrane i prezentowane konsekwentnie treści, porządkowane według mechanizmów zarządzania ruchem w wielousługowych sieciach komórkowych (systemach ze stratami) powodują że monografia stanowi spójną całość, adresującą większość zagadnień, istotnych dla oceny wpływu mechanizmów zarządzania ruchem na jakość obsługi zgłoszeń mierzoną prawdopodobieństwem blokady. Omawiane w rozprawie zagadnienia są mocno osadzone w realiach współczesnych sieci komórkowych, w których uzyskanie (lub utrzymanie) efektywności ruchowej wymaga użycia odpowiednich mechanizmów zarządzania ruchem, w tym mechanizmów zarządzania ruchem uwzględniających ograniczenia pojemności interfejsu radiowego i wymaganego poziomu jakości obsługi zgłoszeń. Przedstawiane w monografii wyniki badań zostały uzyskane z wykorzystaniem uzasadnionej i poprawnej metodyki badań.

Deklarowany cel monografii został uzyskany - w monografii przedstawiono (w sposób uporządkowany i systematyczny) spójne podejście do modelowania wielousługowych sieci komórkowych z różnymi mechanizmami zarządzania ruchem (sterowania dostępem) oraz wykazano dokładność opracowanych modeli analitycznych. Na uwagę zasługuje fakt, że niektóre z opracowanych i przedstawionych w monografii modeli zostały wykorzystane przez Autora (wraz z zespołem) w narzędziach optymalizacyjnych dla operatora sieci komórkowej (Polska Telefonia Cyfrowa). Fakt wykorzystania tych modeli w narzędziach optymalizacyjnych sieci 2G/3G dla operatora sieci komórkowej potwierdza przydatność i praktyczne znaczenie modeli analitycznych prezentowanych w monografii.

Do najważniejszych wyników naukowo-badawczych, przedstawionych w opiniowanej monografii zaliczam:

- zaproponowanie, uzasadnienie i opracowanie spójnej metodyki modelowania i analizy wielousługowych sieci komórkowych z różnymi mechanizmami zarządzania ruchem,
- opracowanie modeli analitycznych wielousługowych sieci komórkowych, w których do sterowania dostępem wykorzystano następujące mechanizmy:
 - priorytetyzacji wszystkich klas ruchu;
 - priorytetyzacji wybranych klas ruchu;
 - kompresji bezprogowej,
 - jednokierunkowej kompresji progowej;
 - dwukierunkowej kompresji progowej;
 - wielokrotnej histerezy,
- opracowanie metody wyznaczania wybranych charakterystyk obsługi zgłoszeń w wielousługowych sieciach komórkowych z połączeniami rozgałęzonymi i różnymi mechanizmami sterowania dostępem,
- opracowanie symulatorów analizowanych wielousługowych sieci komórkowych i mechanizmów zarządzania ruchem,
- przeprowadzenie analizy przykładowych wielousługowych sieci komórkowych z różnymi mechanizmami zarządzania ruchem w celu wykazania dokładności opracowanych modeli analitycznych.

Jakość i oryginalność wyników badań zamieszczonych w monografii polega na tym, że - wykorzystując znane modele zgłoszeń i znane mechanizmy sterowania dostępem - Autor proponuje i stosuje jednolite podejście do modelowania wielousługowych sieci komórkowych uzyskując dużą dokładność modeli analitycznych. Metodyka zaproponowana i użyta do przygotowania wyników prezentowanych w monografii może być z powodzeniem użyta do modelowania i analizy systemów o innych - niż omawiane w rozprawie - właściwościach, a tym do modelowania systemów przywoływanych przez Autora w podsumowaniu monografii.

Mankamentem monografii - nie wpływającym na wysoką ocenę jej treści merytorycznych - jest to, że Autor koncentruje się na przedstawianiu kolejnych modeli wielousługowej sieci komórkowej (z różnymi algorytmami sterowania dostępem) i praktycznie nie porównuje konsekwencji użycia różnych mechanizmów sterowania dostępem na jakość obsługi zgłoszeń. Ponadto w omawianych modelach jedynym kryterium jakości jest prawdopodobieństwo odrzucenia zgłoszeń, które jest wprawdzie podstawowym wskaźnikiem jakości systemów z odrzuceniami (ze stratami), ale nie zawsze w pełni opisuje właściwości systemu. Ma to miejsce m.in. wtedy, gdy ilość zasobów przydzielanych do obsługi nadchodzących zgłoszeń zależy od obciążenia systemu usługowego i w konsekwencji, jakość obsługi nowo przyjmowanego zgłoszenia zależy od aktualnego stanu systemu. Źródłem pewnego niedosytu w czasie lektury pracy jest brak dyskusji dotyczącej reprezentatywności przykładów użytych dla potrzeb wykazania dokładności opracowanych modeli analitycznych.

Wyniki, prezentowane w opiniowanej monografii, są oryginalnymi, autorskimi rezultatami prac naukowo-badawczych dr inż. Piotra Zwierzykowskiego. Treści monografii świadczą o bardzo dobrym stanie sztuki w zakresie metod kontroli dostępu w sieciach komórkowych, znajomości praktycznych i teoretycznych aspektów sieci komórkowych, zagadnień zarządzania ruchem w wielousługowych sieciach komórkowych, modelowania analitycznego i symulacyjnego systemów wielousługowych oraz krytycznej analizy wyników badań.

Opiniowana monografia jest syntetycznym podsumowaniem i uzupełnieniem cyklu prac opublikowanych w latach 2008 – 2014, pośród których 5 prac to artykuły w czasopismach z listy JCR, 5 prac to artykuły w czasopismach zagranicznych, 5 prac to rozdziały w monografiach zagranicznych i 12 prac to artykuły w obcojęzycznych czasopismach krajowych. Wcześniej opublikowane wyniki badań Autora zostały w tej rozprawie uzupełnione i zaprezentowane wedle spójnej i czytelnej koncepcji.

Opiniowana rozprawa zawiera sformułowanie, analizę i rozwiązanie nowego, oryginalnego problemu naukowego, ważnego dla rozwoju telekomunikacji, teleinformatyki oraz teorii i inżynierii ruchu teleinformatycznego.

Praca *Modelowanie mechanizmów zarządzania ruchem w wielousługowych sieciach komórkowych* ma wszelkie cechy oryginalnej i autorskiej monografii naukowej, jest dziełem opublikowanym w całości i jako takie spełnia wymagania art. 16 ust. 2 pkt. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki.

3. Istotna aktywność naukowa

3.1. Osiągnięcia naukowo-badawcze

3.1.1. Publikacje naukowe

Dr inż. Piotr Zwierzykowski jest autorem i współautorem 215 publikacji naukowych, w tym 176 prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych w 2002 roku.

W spójnym i konsekwentnie pomnażanym dorobku publikacyjnym Habilitanta znajdują się m.in. monografia (współautorska) wydana przez wydawnictwo *John Wiley and Sons*, artykuły w czasopismach z listy JCR (8), artykuły w innych czasopismach zagranicznych (7), rozdziały w monografiach wydanych za granicą (13), artykuły w obcojęzycznych

czasopismach krajowych (14) oraz prace prezentowane na konferencjach międzynarodowych (49) i krajowych (46).

Prace naukowe Habilitanta zostały opublikowane w czasopismach i były prezentowane na znaczących konferencjach naukowych reprezentatywnych dla Jego zainteresowań naukowo-badawczych.

Miejsca (czasopisma i konferencje naukowe), liczba i tematyka publikacji Habilitanta świadczą o dużym ilościowo i jakościowo dorobku naukowym oraz jego spójności i rozpoznawalności na forum krajowym i międzynarodowym.

3.1.2. Dokumentacja prac badawczych

W dorobku naukowo-badawczym i naukowo-technicznym Habilitanta znajdują się opracowania mające charakter dokumentacji naukowo-technicznej powstałe w konsekwencji udziału w pracach zespołów eksperckich, zespołów konkursowych oraz zespołów naukowo-badawczych.

Habilitant jest m.in. współautorem dokumentacji wytworzonej w czasie realizacji projektu dotyczącego narzędzi optymalizacyjnych sieci 2G/3G realizowanych w latach 2005 – 2011 dla operatora sieci komórkowej PTC (*Polska Telefonii Cyfrowa*).

Habilitant aktywnie uczestniczył i uczestniczy w realizacji projektów i przedsięwzięć o charakterze naukowo-badawczym, naukowo-technicznym, eksperckim i doradczym wykonywanych na rzecz instytucji rządowych, samorządowych oraz przedsiębiorstw.

3.1.3. Impact Factor publikacji naukowych

Wartość sumarycznego *Impact Factor*, dotyczącego wyłącznie prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych w 2002 roku, wynosi 13,05.

Wartość sumarycznego *Impact Factor* wynika z tego, że prace Habilitanta zostały opublikowane m.in. w wysoko notowanych czasopismach z listy JCR.

3.1.4. Cytowania

Liczba cytowań prac Habilitanta wynosi:

- według *Web Of Science*: łącznie 118, w tym 107 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych,
- według *Google Scholar*: łącznie 574, w tym 531 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych.

Liczba cytowań prac Habilitanta wskazuje na ich wartość naukową oraz międzynarodową rozpoznawalność Jego dorobku naukowego.

3.1.5. Współczynnik Hirscha

Wartość współczynnika Hirscha wynosi:

- według *Web Of Science*: dla wszystkich cytowań $H = 6$, w tym wyznaczony dla cytowań prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora $H = 5$,
- według *Google Scholar*: dla wszystkich cytowań $H = 12$, w tym wyznaczony dla cytowań prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora $H = 11$.

Wartości współczynnik Hirscha wskazują na to, że Habilitant regularnie publikuje prace naukowe w ramach konsekwentnie realizowanego planu badań.

3.1.6. Projekty naukowo-badawcze

Habilitant - jako główny wykonawca lub wykonawca - uczestniczył w realizacji krajowych i międzynarodowych projektów naukowo-badawczych, w tym finansowanych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (*Wymiarowanie pojemności ruchowej radiowej sieci dostępowej 2G/3G/4G i Optymalizacja efektywności ruchowej w systemach zintegrowanych sieci stacjonarnych i ruchomych*) oraz Programu Innowacyjna Gospodarka (*Inżynieria Internetu Przyszłości*). W dorobku Habilitanta znajduje się również udział (w roli głównego wykonawcy) w projekcie ze środków Polsko-Szwajcarskiego Programu Badawczego CARMENT (*Uwzględniające opóźnienia zarządzanie zasobami sieci bezprzewodowych typu mesh o dużej niezawodności*).

Tematyka projektów, w których Habilitant uczestniczył jako główny wykonawca lub wykonawca, pokrywa się z Jego zainteresowaniami naukowo-badawczymi i zakresem merytorycznym wyżej opiniowanej monografii. Z analizy tematyki projektów, treści monografii i dorobku publikacyjnego Habilitanta wynika, że udział w realizacji wyżej wymienionych projektów skutkowało m.in. pomnożeniem Jego dorobku publikacyjnego.

3.1.7. Nagrody za działalność naukową

Habilitant był nagradzany i wyróżniany przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz JM Rektora Politechniki Poznańskiej za działalność naukowo-badawczą. Jest m.in. laureatem nagrody indywidualnej Ministra Edukacji Narodowej i Sportu za rozprawę doktorską oraz nagrody zespołowej Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za książkę *Modelling and dimensioning of mobile wireless networks; from GSM to LTE*.

Habilitant jest laureatem 7 nagród zespołowych JM Rektora Politechniki Poznańskiej przyznanych w latach 2005 – 2014.

Habilitant jest współautorem 9 prac, które były nagradzane i wyróżniane na międzynarodowych konferencjach krajowych i zagranicznych.

Przyznane nagrody jednoznacznie wskazują na wyróżniającą się aktywność Habilitanta w działalności naukowo-badawczej.

3.1.8. Udział w konferencjach

Habilitant jest autorem i współautorem 130 (w tym 38 wygłoszonych) referatów przygotowanych na konferencje krajowe i zagraniczne, w tym 95 przygotowanych w okresie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora w 2002 roku.

Referaty, o których wyżej, były prezentowane na konferencjach reprezentatywnych (organizowanych m.in. przez IEEE, ICTF i ICT) dla zagadnień naukowo-badawczych będących przedmiotem zainteresowań Habilitanta. Udział w licznych i znaczących konferencjach, świadczą o tym, że Kandydat uzyskał w środowisku krajowym i międzynarodowym autorytet specjalisty w zakresie telekomunikacji, teleinformatyki i inżynierii ruchu teleinformatycznego.

Duża liczba prezentacji konferencyjnych, rozłożona równomiernie na okres pracy naukowo-badawczej Habilitanta, wskazuje na to, że tematyka Jego prac naukowo-badawczych jest aktualna i zbieżna z tematyką badań naukowych prowadzonych w kraju i zagranicą.

3.2. Osiągnięcia w zakresie dydaktyki, popularyzacji wiedzy oraz współpracy krajowej i międzynarodowej

3.2.1. Programy międzynarodowe i krajowe

Habilitant uczestniczył w krajowych i międzynarodowych programach badawczych i dydaktycznych. Dotyczy to m.in. Polsko-Szwajcarskiego Programu Badawczego CARMENT (badania naukowe) i Programu Leonardo da Vinci (m.in. internacjonalizacja kształcenia w Politechnice Poznańskiej i certyfikacji kształcenia w zakresie inżynierii ruchu).

3.2.2. Komitety programowe i organizacyjne konferencji naukowych

Habilitant uczestniczył lub uczestniczył w pracach rad programowych krajowych i zagranicznych ponad 45 konferencji naukowych dotyczących telekomunikacji, sieci bezprzewodowych, sieci komórkowych, zarządzania ruchem teleinformatycznym, optymalizacji sieci, itd. W przypadku dwóch konferencji Habilitant był współredaktorem materiałów konferencyjnych.

Habilitant uczestniczył (jako przewodniczący lub członek) w pracach komitetów organizacyjnych 7 międzynarodowych i krajowych konferencji i kongresów naukowych (z zakresu telekomunikacji i teleinformatyki), w tym organizowanych przez Politechnikę Poznańską.

Habilitant był organizatorem sesji specjalnych, dotyczących modelowania i zarządzania ruchem teleinformatycznym oraz routingu i technik optymalizacji w sieciach

teleinformatycznych) na trzech międzynarodowych konferencjach naukowych organizowanych w Wielkiej Brytanii i w Polsce.

Udział Habilitanta w licznych komitetach programowych krajowych i zagranicznych konferencji naukowych świadczy o międzynarodowej rozpoznawalności Jego dorobku naukowego, aktualności tematyki prac naukowo-badawczych oraz aktywności w zakresie upowszechniania wyników badań naukowych.

3.2.3. Nagrody i wyróżnienia

Habilitant był wielokrotnie nagradzany za działalność organizacyjną związaną z upowszechnianiem wyników badań naukowych i rozwojem międzynarodowej współpracy naukowo-badawczej, w tym nagrodami JM Rektora Politechniki Poznańskiej za organizację międzynarodowych konferencji naukowych (w Politechnice Poznańskiej) oraz prace redakcyjne w komitetach redakcyjnych międzynarodowych czasopism naukowych i programowych konferencji naukowych.

3.2.4. Konsorcja i sieci badawcze

Habilitant uczestniczył w projektach realizowanych przez krajowe i międzynarodowe konsorcja naukowe, w tym projektu *Inżynieria Internetu Przyszłości* realizowanego w latach 2010 – 2014 przez konsorcjum polskich uczelni technicznych (PP, PG, PW, PŚI, PWi i AGH) oraz instytutów naukowo-badawczych (IITiS PAN, IŁ i PCSS).

3.2.5. Projekty realizowane z ośrodkami naukowymi i przedsiębiorcami

Habilitant uczestniczył w realizacji projektów wykonywanych we współpracy z polskimi (*Inżynieria Internetu Przyszłości*) i zagranicznymi ośrodkami naukowymi (*Polsko-Szwajcarskiego Program Badawczy CARMENT*).

Habilitant uczestniczył w realizacji projektu dotyczącego narzędzi optymalizacyjnych sieci 2G/3G wykonywanego w latach 2005 – 2011 dla operatora sieci komórkowej PTC (*Polska Telefonii Cyfrowa*).

3.2.6. Komitety redakcyjne czasopism naukowych

Habilitant uczestniczył i uczestniczy w pracach komitetów redakcyjnych czasopism naukowych, w tym jest redaktorem statystycznym w czasopiśmie *Przestrzenie teorii*, był redaktorem prowadzącym w numerze specjalnym czasopisma *IET Circuits, Devices and Systems*, redaktorem pomocniczym numeru specjalnego czasopisma *IEICE Transactions on Communications* oraz redaktorem gościnnym czasopisma *Image Processing and Communications* i numeru specjalnego czasopisma *Advances in Electronic and Telecommunications*.

3.2.7. Towarzystwa naukowe

Habilitant jest członkiem 8 krajowych i zagranicznych towarzystw (stowarzyszeń), w tym m.in. *The Institute of Electrical and Electronic Engineers Communication Society (IEEE)*, *The Association for Computing Machinery (ACM)*, *The Institute of Electronics, Information and Communication Society (IEICE)* oraz *Stowarzyszenia Inżynierów Telekomunikacji (SIT)* i *Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej (PTETiS)*.

Przynależność do licznych stowarzyszeń naukowych i technicznych, w tym pełnione funkcje (sekretarz sekcji europejskiej w *IEICE* oraz prezes koła *SIT* w Politechnice Poznańskiej) świadczą o dużej aktywności Habilitanta i Jego dużym zaangażowaniu w prace programowe i organizacyjne tych stowarzyszeń.

W ramach prac statutowych wyżej wymienionych towarzystw naukowych Habilitant uczestniczy we współpracy międzynarodowej, w tym współpracy z zagranicznymi ośrodkami naukowymi.

3.2.8. Osiągnięcia dydaktyczne

Dla potrzeb pełnej oceny zarówno dorobku naukowego, jak i innych osiągnięć Habilitanta warto zwrócić uwagę na wyjątkową zbieżność Jego zainteresowań naukowych i

posiadanych doświadczeń dydaktycznych; zbieżność zainteresowań naukowych i tematyki prowadzonych zajęć dydaktycznych jest w przypadku Kandydata wyróżniająca się.

Habilitant prowadził i prowadzi zajęcia dydaktyczne (we wszystkich formach organizacyjnych) z zakresu m.in. sieci teleinformatycznych, teorii i inżynierii ruchu teleinformatycznego, projektowania i optymalizacji sieci teleinformatycznych oraz modelowania i symulacji. Treści prowadzonych zajęć dydaktycznych są ściśle związane z Jego zainteresowaniami naukowo-badawczymi.

Habilitant - w okresie pracy na stanowiskach asystenta i adiunkta - był opiekunem 62 prac magisterskich i 34 prac inżynierskich oraz prac przygotowywanych na zakończenie studiów podyplomowych..

Habilitant jest współautorem 12 publikacji dydaktycznych i popularyzatorskich, w tym podręcznika z zakresu modelowania i projektowania sieci teleinformatycznych pt. *Podstawy inżynierii ruchu i wymiarowanie sieci teleinformatycznych* wydanego w 2009 roku przez Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Habilitant uczestniczył i uczestniczy w programowaniu i organizacji procesu dydaktycznego na studiach stacjonarnych, niestacjonarnych i podyplomowych. Był autorem koncepcji i treści kursów dotyczących projektowania, analizy i optymalizacji sieci teleinformatycznych oraz organizatorem stanowisk dydaktycznych w laboratoriach zaawansowanych sieci komputerowych oraz optymalizacji sieci teleinformatycznych. Od 2004 roku prowadzi zajęcia dydaktyczne w ramach Akademii Cisco na Wydziale Elektroniki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej (dziesięcioletnia działalność dydaktyczna w tym zakresie została uhonorowana okolicznościowym medalem).

Habilitant uczestniczył w realizacji projektów dydaktycznych, w tym dotyczących internacjonalizacji kształcenia, certyfikacji programów nauczania i zdalnego nauczania.

Za działalność dydaktyczną był wyróżniany i nagradzany, m.in. nagrodą I stopnia JM Rektora Politechniki Poznańskiej (za podręcznik akademicki) oraz Medalem Komisji Edukacji Narodowej.

3.2.9. Opieka naukowa nad studentami

Habilitant sprawował i sprawuje opiekę naukową nad studentami w ramach realizacji prac dyplomowych: inżynierskich i magisterskich.

3.2.10. Opieka naukowa nad doktorantami

Habilitant pełni rolę promotora pomocniczego (promotorem jest prof. dr hab. inż. Maciej Stasiak) w przewodzie doktorskim mgr inż. Damiana Parniewicza przygotowującego rozprawę doktorską pt. *Analityczne modele usług typu multicast – k-cast w sieci dostępowej UTRAN*.

Habilitant opracował i prowadzi (od 2013 roku) kurs *Network Theory* dla słuchaczy studiów doktoranckich.

3.2.11. Staże

W dokumentacji postępowania habilitacyjnego brak jest informacji o stażach Habilitanta.

3.2.12. Ekspertyzy

Habilitant jest autorem ekspertyz przygotowywanych dla Prokuratury Okręgowej w Poznaniu (2009) i dla Sądu Okręgowego w Poznaniu (2007) dotyczących – odpowiednio - postępowania przetargowego i audytu systemu teleinformatycznego.

3.2.13. Zespoły eksperckie

Habilitant brał udział w pracach zespołów eksperckich i konkursowych, w tym m.in. zespołach oceniających projekty finansowane przez Ministerstwo Rozwoju Regionalnego i Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego i Nauki. Od 2013 roku jest delegatem Politechniki Poznańskiej w Roboczej Grupie Technicznej przy Urzędzie Komunikacji Elektronicznej.

3.2.14. Recenzowanie projektów i publikacji

Habilitant był recenzentem projektów finansowanych ze środków Ministerstwa Rozwoju Regionalnego i Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego i Nauki.

Habilitant był recenzentem około 30 artykułów naukowych zgłoszonych do czasopism naukowych (w tym około 10 zgłoszonych do czasopism z listy JCR) oraz ponad 120 referatów zgłaszanych na konferencje naukowe.

3.3. Ocena istotnej aktywności naukowej

Dr hab. inż. Piotr Zwierzykowski posiada w swoim dorobku naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym istotne osiągnięcia naukowe oraz znaczący dorobek dydaktyczny i organizacyjny ściśle związany z prowadzonymi badaniami naukowymi.

Dorobek naukowy Habilitanta dotyczy aktualnych zagadnień analizy, modelowania i projektowania współczesnych wielousługowych systemów bezprzewodowych. Miarą tego dorobku naukowego jest spójny dorobek publikacyjny Habilitanta oraz Jego udział w pracach komitetów programowych i redakcyjnych czasopism i konferencji, liczne recenzje artykułów i referatów naukowych, współpraca z ośrodkami krajowymi i zagranicznymi oraz aktywność w gremiach doradczych, eksperckich i oceniających.

W ścisłym związku z aktywnością naukowo-badawczą pozostaje aktywność Habilitanta w zakresie programowania dydaktyki oraz realizacji zadań nauczyciela akademickiego obejmująca także działania wykraczające poza zadania statutowe.

Dotychczasowe osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne w zakresie upowszechniania wyników badań naukowych Habilitanta jednoznacznie świadczą o tym, że jest On dojrzałym i doświadczonym pracownikiem naukowo-badawczym posiadającym kompetencje do samodzielnego programowania badań naukowych, kierowania zespołem naukowo-badawczym oraz kształcenia kadr naukowych.

Osiągnięcia naukowo-badawcze dr inż. Piotra Zwierzykowskiego dotyczą wszystkich obszarów aktywności, o których mowa w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sprawie kryteriów oceny osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Paragrafy 4 i 5)..

4. Podsumowanie ocen osiągnięcia naukowego i istotnej aktywności naukowej

Uważam, że dorobek naukowy dr inż. Piotra Zwierzykowskiego jakościowo i ilościowo odpowiada wymogom stawianym kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego i może być w pełni aprobowany jako dorobek upoważniający do wystąpienia o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych.

Zgromadzony dorobek naukowy Kandydata świadczy o posiadaniu kwalifikacji do samodzielnej pracy naukowo-badawczej. Aktywność naukowa Kandydata jest bardzo duża, co potwierdza jakościowy i ilościowy dorobek naukowy oraz wyróżniający się udział w krajowym i międzynarodowym życiu naukowym.

Opiniowane osiągnięcie naukowe oraz aktywności naukowe, dydaktyczne i organizacyjne świadczą jednoznacznie o tym, że Kandydat uzyskał w swym środowisku naukowym i naukowo-technicznym autorytet specjalisty w zakresie telekomunikacji, teleinformatyki i inżynierii ruchu teleinformatycznego.

Uważam, że dr inż. Piotr Zwierzykowski spełnia z nadmiarem wymagania przewidziane w Ustawie o stopniach i tytule naukowym oraz w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sprawie kryteriów oceny osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Wniosuję o dopuszczenie dr inż. Piotra Zwierzykowskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego, tj. w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie telekomunikacja.



Politechnika Wroclawska

prof. dr hab. inż. Adam Grzech
Instytut Informatyki Technicznej
Politechnika Wroclawska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wroclaw

Wroclaw, 20 kwietnia 2015 roku

Pan
Prof. dr hab. inż. Krzysztof Wesołowski
Dziekan
Wydział Elektroniki i Telekomunikacji
Politechnika Poznańska
ul. Piotrowo 3A
60-965 Poznań

Szanowny Panie Dziekanie,

Bardzo dziękuję za powierzenie mi opracowania recenzji osiągnięcia naukowego i istotnej aktywności naukowej dr inż. Piotra Zwierzykowskiego.

W załączeniu przekazuję recenzję osiągnięcia naukowego i istotnej aktywności naukowej dr inż. Piotra Zwierzykowskiego.

Moja ocena osiągnięcia naukowego i istotnej aktywności naukowej dr inż. Piotra Zwierzykowskiego jest pozytywna i wnioskuję o dopuszczenie Habilitanta do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Z wyrazami poważania,