

## Załącznik nr II

# Podsumowanie osiągnięć zawodowych

### Spis treści

1. Curriculum vitae.....	2
1.1. Wykształcenie .....	2
1.2. Doświadczenie zawodowe .....	3
1.3. Działalność w komitetach redakcyjnych czasopism i konferencjach naukowych.....	3
2. Aktywności naukowe przed uzyskaniem doktoratu.....	7
3. Działalność naukowa po uzyskaniu doktoratu .....	8
3.1 Rozwiązywanie problemów przemysłowych dużej skali dających się opisać za pomocą DES... 8	
3.2. Opracowywanie nowego narzędzia programowego (opartego na formalizmie sieci Petriego) do rozwiązywania problemów opisanych jako systemy zdarzeń dyskretnych .....	10
3.3 Techniki matematyczne i algorytmiczne dla modelowania systemów ciągłych .....	11
4. Lista publikacji prezentująca osiągnięcie naukowe.....	13
5. Nagroda dla najlepszego artykułu.....	14
6. Mowy przewodnie, wystąpienia na zaproszenie i gościnne wykłady.....	15
6.1. Mowy przewodnie .....	15
6.2. Wystąpienia na zaproszenie.....	15
6.3. Gościnne wykłady na uczelniach na świecie.....	15
7. Projekty badawcze.....	16

# 1. Curriculum vitae

## **Prof. dr inż. Reggie Davidrajuh**

Profesor Elektrotechniki i Informatyki Stosowanej,  
Wydział Elektrotechniki i Informatyki  
Uniwersytet w Stavanger  
N-4036 Stavanger, Norwegia  
Tel.: +47 51 83 17 00  
<http://www.davidrajuh.net/reggie>  
Email: [reggie.davidrajuh@uis.no](mailto:reggie.davidrajuh@uis.no)



## **Dane personalne**

<i>Imię i nazwisko:</i>	<b>Reggie Davidrajuh</b>
<i>Adres prywatny:</i>	Buggeland 7A, 4324 Sandnes, Norway
<i>Numer telefonu domowego:</i>	+ 47 51 11 44 22
<i>Numer telefonu komórkowego:</i>	+ 47 91 33 27 49
<i>Data urodzenia:</i>	02.10.1962 r.
<i>Miejsce urodzenia:</i>	Kayts, Republika Sri Lanki
<i>Obywatelstwo (obecnie):</i>	Norweskie
<i>Stan cywilny:</i>	żonaty (żona Ruglin Romeula); jedno dziecko, córka Ada (12 lat).

## **1.1. Wykształcenie**

### **Doktorat w dyscyplinie inżynieria przemysłowa (ang. Industrial Engineering)**

Uczelnia, która nadała stopień: Naukowo-Technologiczny Uniwersytet Norweski  
(ang. Norwegian University of Science and Technology (NTNU)),  
Trondheim, Norwegia.

Tytuł rozprawy doktorskiej: „Automatyzacja Procedur Wyboru Dostawcy”  
(ang. “Automating Supplier Selection Procedures”).

Promotor: Prof. Ziqiong Deng (obecnie na emeryturze).

Recenzenci: Prof. Torstein Kjellberg (KTH Królewski Instytut Technologiczny -  
Royal Institute of Technology, Stockholm, Szwecja)  
Prof. Oyvind Bjorke (Bremen, Niemcy)  
Dr inż. Jan Erik Torjusen (Volvo Aero, Norwegia).

Czas badań nad projektem  
doktorskim: Październik 1997 – luty 2000.

### **Magisterium w zakresie automatyki i sterowania**

Uczelnia, która nadała stopień: Naukowo-Technologiczny Uniwersytet Norweski  
(Norwegian University of Science and Technology (NTNU)),  
Trondheim, Norwegia.

Tytuł rozprawy magisterskiej: “Sterowanie oświetleniem dla małego teatru”  
(ang. “Light Control System for a Mini Theatre”).

Promotor: Prof. Kjell Malvig (obecnie na emeryturze)

Okres studiów: Sierpień 1987 – czerwiec 1993

## 1.2. Doświadczenie zawodowe

### Zatrudnienie podstawowe:

- **Od 08.2008: profesor zwyczajny, dyscyplina elektrotechnika i informatyka, Uniwersytet w Stavanger, Norwegia.**
- **08.2001 – 08.2008: profesor nadzwyczajny, dyscyplina informatyka, Uniwersytet w Stavanger, Norwegia.**
- **03.2001 – 08.2001: Konsultant do spraw systemu elektronicznego wspomagającego zarządzanie państwem dla rządu Republiki Sri Lanki (Projekt Azjatyckiego Banku Rozwoju)**
- **10.2000 – 03.2001: Adiunkt, Kolegium Uniwersytetu w Narviku, Norwegia.**

### Prace dodatkowe / konsultacje:

- **11.2015 – 06.2016: Profesor Wizytujący w Katerze Informatyki Stosowanej na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Polska**
- **10.2002 – 01.2006: Konsultant do spraw systemu elektronicznego wspomagającego zarządzanie państwem, Centrum Technologicznych i Ekonomicznych Konsultacji (ang. Technology and Economic Consultancy House (TECH)), Killinochi, Sri Lanka.**

### Przynależność do stowarzyszeń:

- **Fellow, British Computer Society (FBCS).**
- **Senior Member, IEEE (SMIEEE).**

### Znajomość języków obcych:

- **Tamiliński (język ojczysty)**
- **Angielski: biegły**
- **Norweski: biegły**
- **Duński/Szwedzki: znajomość praktyczna**

## 1.3. Działalność w komitetach redakcyjnych czasopism i konferencjach naukowych

### 1.3.1. Przynależność do komitetów redakcyjnych:

1. **Edytor (2006 – do chwili obecnej): International Journal of Business & Systems Research (IJBSR)**
2. **Edytor – współpracownik (2006 - 2014): Electronic Government: An International Journal**
3. **Członek Komitetu Redakcyjnego (2011 – do chwili obecnej): Archives of Control Sciences (ACS), a quarterly of Polish Academy of Sciences**
4. **Członek Doradczy Komitetu Redakcyjnego (2012 – do chwili obecnej): Expert Systems with Applications (ESWA)**
5. **Członek Komitetu Redakcyjnego (2011 – 2015): Industrial Management & Data Systems (IMDS)**
6. **Członek Doradczy Komitetu Redakcyjnego (2010 – do chwili obecnej): Business & Management Quarterly Review (BMQR)**
7. **Członek Doradczy Komitetu Redakcyjnego (2008 – do chwili obecnej): International Journal of Scientific Research in Education (IJSRE)**

### **1.3.2. Działalność konferencyjna:**

1. Session Chair, Session-14: Technology and Knowledge Management, "2nd International Conference on Industrial Engineering, Management Science and Applications (ICIMSA2015)", Tokyo, Japan, May 26-28, 2015.
2. International Conference Committee, "17th International Conference on Networked Digital Technologies (ICNDT 2015)", Paris, France, August 27 - 28, 2015.
3. International Advisory Committee, "IEEE International Conference on Computing Communication, and Security (ICCCS 2015)", Mauritius, Dec. 4-5, 2015.
4. Session Chair, Session-2A, "Technology Innovation and Industrial Management 2014 (TIIM)", 28-30 May 2014, Seoul, South Korea
5. Session Chair, Session-2A, "Technology Innovation and Industrial Management 2014 (TIIM)", 28-30 May 2014, Seoul, South Korea
6. International Conference Committee, "International Conference on Networked Digital Technologies (ICNDT 2014)", August 28 - 29, 2014, Paris, France
7. Program Committee, "Technology Innovation and Industrial Management 2014 (TIIM)", 28-30 May 2014, Seoul, South Korea
8. Advisory Committee, 23rd IBIMA Conference, Valencia, Spain, 13-14 May 2014
9. International Conference Committee, "International Conference on Information, Hospitality and Tourism (ICIHT 2014)", Oslo, Norway, July 18 - 19, 2014
10. Program Committee, "Technology Innovation and Industrial Management (TIIM) 2013", Phuket, Thailand, May 29–31, 2013
11. Conference Advisory Committee, "22nd IBIMA Conference", Rome, Italy, November 13-14, 2013
12. Session Chair, "Systems Modeling and Simulation (2)", IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM 2012), December 10-13, Hong Kong, China
13. Conference Advisory Committee, "The 18th IBIMA conference on 18th IBIMA Conference on Innovation and Sustainable Economic Competitive Advantage: From Regional Development to World Economies", May 9-10, 2012, Istanbul, Turkey
14. Conference Advisory Committee "19th IBIMA Conference on Innovation Vision 2020: Sustainable growth, Entrepreneurship, Real Estate and Economic Development", November 12-13, 2012, Barcelona, Spain
15. Scientific Committee, "TIIM 2012 - Technology Innovation and Industrial Management", May 22-25, 2012, Lublin, Poland
16. Session Chair, "Service Operation Methodologies II", 2011 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, July 10-12, 2011 Beijing, China
17. Program Committee Chair, 2011 3rd International Conference on Information and Financial Engineering (ICIFE 2011), Shanghai, China, August 19 - 21, 2011
18. Program Committee Chair, 2011 IEEE International Conference on Information and Education Technology, ICIET 2011, 26-28 January 2011, Guiyang, China
19. Program Chair, IACSIT International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT 2010), Chongqing, China, 17-19 September 2010
20. Program Chair, the 2nd IEEE/ IACSIT International Conference on Information and Financial Engineering (ICIFE 2010), Chongqing, China, 17-19 Sept 2010
21. Conference Advisory Committee, The 14th IBIMA conference on Global Business Transformation through Innovation and Knowledge Management, Istanbul, Turkey, 23- 24 June 2010
22. Program Committee, International Conference Technology Innovation and Industrial Management (TIIM-2010), 16-18 June 2010, Pattaya, Thailand
23. Program Committee, IADIS International Conference on Information Management 2010 (IS 2010), 19-21 March, 2010, Porto, Portugal

24. Program Committee, 4th International Conference on New Trends in Information Science and Service Science (NISS2010), 11-13 May 2010, Gyeongju, Korea
25. Program Committee, 6th International Conference on Networked Computing (INC2010), 11-13 May 2010, Gyeongju, Korea
26. Session Chair, "Session Foreign 1#", 2009 IACIS Conference, September 30 - October 03, 2009, Pittsburgh, USA
27. Program Committee, International Conference Technology Innovation and Industrial Management (TIIM-2009), 18-20 June 2009, Bangkok, Thailand
28. Technical Program Committee, The 1st International Conference on Cloud Computing (CloudCom 2009), 1-4 December 2009, Beijing, China
29. Editor's Panel, Management International Conference (MIC-2008), International Conference Technology Innovation and Industrial Management (TIIM-2009), 19 June 2009, Bangkok, Thailand
30. Session Chair, "Session: Quality Management", International Conference Technology Innovation and Industrial Management (TIIM-2009), 20 June 2009, Bangkok, Thailand
31. International Advisory Board, International Conference on eGovernment & eGovernance (IC-eGOV), 12-13 March, 2009, Ankara, Turkey
32. Session Chair, "Session-12: The Experience of Developed and Developing Countries in Europe", International Conference on eGovernment & eGovernance (IC-eGOV), 12-13 March, 2009, Ankara, Turkey
33. International Program Committee, IADIS Information Management Conference (IS 2009), 25-27 February, 2009, Barcelona, Spain
34. Conference Advisory Committee, The 11th IBIMA conference on Innovation and Knowledge Management (11<sup>th</sup> IBIMA-Cairo), 04-06 January 2009, Cairo, Egypt
35. Session Chair, "Session H2: IT for Business II", Management International Conference (MIC-2008), 26-29 November, 2008, Barcelona, Spain
36. Session Chair, "Session I1: Research Methods II", Management International Conference (MIC-2008), 26-29 November, 2008, Barcelona, Spain
37. Journal Editor's Panel, Management International Conference (MIC-2008), 26-29 November, 2008, Barcelona, Spain
38. International Program Committee, IADIS Information Management Conference (IS 2008), 09-11 April, 2008, Algarve, Portugal
39. Conference Advisory Committee, The 9th IBIMA conference on information management in modern organizations (9<sup>th</sup> IBIMA-Marrakech), January 4-6, 2008 Marrakech, Morocco
40. International Program Committee, Management International Conference (MIC-2008), 26-29 November, 2008, Barcelona, Spain
41. Journal Editor's Panel, Management International Conference (MIC-2007), 21-24 November, 2007, Portoroz, Slovenia
42. Session Chair, "08A Knowledge Management", 47<sup>th</sup> Annual IACIS Fall Conference, 3-6 October, 2007, Vancouver, Canada
43. Session Chair, "F3.2 Security & Identity Management", The 7th IBIMA conference on Internet & Information Systems in the digital age, 14-16 December 2006, Brescia, Italy
44. Session Chair, "F3.3 Web applications issues and techniques, Security and Control", International Conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce (IAWTIC06) Jointly with International Conference on Computational for Modelling, Control and Automation (CIMCA'2006), 29 November to 1 December 2006, Sydney, Australia
45. Conference Advisory Committee, The 7th IBIMA conference on Internet & Information Systems in the digital age, 14-16 December, Brescia, Italy
46. Session Chairman, "A31: Manufacturing Systems and Processes and Manufacturing Monitoring and Diagnosis", PROLAMAT 2006: IFIP TC 5 International Conference, 15 -17, June 2006, Shanghai, China

47. Session Co-chair, "WM03 Logistics & Supply Chain Management", 2006 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, June 21-23, 2006, Shanghai, China
48. International Program Committee, International conference on Information Society (i-Society 2006), Miami, Florida, USA, 7–10 August 2006
49. International Program Committee, Management International Conference 2006 (MIC'06), 23 - 25 November 2006, Portorož, Slovenia
50. Conference Advisory Committee, The 6th IBIMA conference on managing information in the digital economy (6<sup>th</sup> IBIMA-Bonn), June 19-21, 2006 Bonn, Germany
51. International Program Committee, The IBIMA 2005 conference on information management in modern enterprise (5<sup>th</sup> IBIMA-Lisbon), Lisbon-Portugal, 5-7 July, 2005
52. Session Chair, "W4.2 E-Government", The 2005 Conference of the International Association of Computer Information System (IACIS-Pacific), Taipei – Taiwan, 19-21 May 2005
53. International Program Committee, The 2005 Conference of the International Association of Computer Information System (IACIS-Pacific), Taipei – Taiwan, 19-21 May 2005
54. International Program Committee, The 2004 International Business Information Management Conference (IBIMA2004), in Amman – Jordan, July 2004
55. Session Chair, "T1.2 Managing Knowledge", The 2003 International Business Information Management Conference (IBIMA2003), Cairo – Egypt, 16 –18 December 2003
56. Session Chair, "W4.2 E-Commerce in SMEs", The 2003 International Business Information Management Conference (IBIMA2003), Cairo – Egypt, 16 –18 December 2003

## 2. Aktywności naukowe przed uzyskaniem doktoratu

Obszar badań podczas realizacji mojej pracy doktorskiej w zakresie inżynierii przemysłowej dotyczył **Współpracujących systemów informacyjnych** (ang. Collaborative Information Systems (CIS)). Moim głównym zadaniem badawczym była automatyzacja procedur wyboru dostawcy, zwłaszcza tych procedur, które dotyczyły początkowych faz łańcucha dostaw. Przedmiotem eksperymentów były nowe (na owe czasy) paradygmaty tworzenia oprogramowania, takie jak usługi web (ang. Web Services), architektura zorientowana na usługi (ang. Service-Oriented Architecture (SOA)), mobilne agenty (ang. Mobile Agents) oraz architektura bazująca na komponentach (ang. Components Based Architecture) itp., które stosowano do wytwarzania systemów informacyjnych wspierających łańcuchy dostaw, powodując, że łańcuchy stawały się *zwinne* i *adaptowalne*. Badania zostały udokumentowane w kilku publikacjach. Artykuł pt. "Autonomous Data Collection System" [P23-2000-Autonomous-Data-Collection] opublikowany w czasopiśmie prezentuje metodologię autonomicznego zbierania danych od potencjalnych dostawców. System zbierania danych zaproponowany w tej publikacji stosuje szablon opisu zasobów (ang. resource description framework - RDF) do ustalenia lokalizacji zasobów, mobilne agenty do transportowania danych i standard CORBA (ang. Common Object Request Broker Architecture) do integracji zdywersyfikowanych źródeł danych.

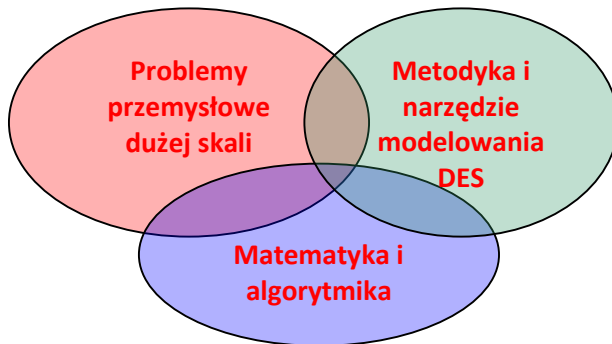
Artykuł pt. "Modeling Supplier Selection Procedures" [P19-2003-Modeling-Supplier-Selection] opublikowany w czasopiśmie był pierwszą próbą opracowania modelu procedur wyboru dostawców z założeniem, że mogą one zostać zautomatyzowane. W artykule zaproponowano model wyboru dostawcy w postaci szeregu faz, takich jak preselekcja, selekcja i post-selekcja. Faza selekcji jest z kolei dzielona na pod-fazy nazywane odpowiednio: wybór oferenta, wybór partnera i analiza wydajnościowa. W dalszej części artykułu pokazano jak wyróżnione pod-fazy mogą zostać zautomatyzowane. Artykuł pt. "Realizing a New E-commerce Tool for Formation of a Virtual enterprise" [P20-2003-Realizing-E-Commerce-Tool] opublikowany w czasopiśmie był kontynuacją poprzedniego i opisywał nowe narzędzie przeznaczone do automatyzacji procedur wyboru dostawcy. Zaproponowane w artykule narzędzie jest oparte na technologiach webowych i pozwala na wytwarzanie na zasadzie współpracy pomiędzy uczestniczącymi przedsiębiorstwami (jednostkami wytwarzającymi). Zwiększa również widoczność łańcucha dostaw oraz żądań. Artykuł pt. "Structures for Adaptive Supply Chain" [P12-2006-Structures-4-Adaptive-Supply-Chain] opublikowany w czasopiśmie był kontynuacją moich badań zaprezentowanych w dysertacji doktorskiej i dotyczył modelowania łańcucha dostaw. Dwa kolejne artykuły [P18-2004-Hybrid-Approach-Supply-Chain; P22-2000-Performance-Measurement] opublikowane w czasopismach są bardziej ukierunkowane matematycznie i pokazują zastosowanie sieci Petriego do modelowania fazy wytwarzania nowego łańcucha dostaw. Artykuły te opisują podejście hybrydowe (zastosowanie różnych podejść matematycznych i logiki matematycznej) do modelowania łańcucha dostaw.

Dodatkowo, zastosowałem moją metodykę wyboru dostawcy w rozszerzonym ujęciu do opisanego zagadnienia „elektronicznego rządu”. Studium wyjaśniało, w jaki sposób rząd, z zastosowaniem mediów elektronicznych, pozostaje w interakcji ze sferą biznesu oraz obywatelami. W dziedzinie *elektronicznego rządu* realizowałem kilka projektów, a rezultaty badawcze w tym zakresie opublikowałem w szeregu artykułach. Próby stworzenia nowego instrumentu pomiarowego gotowości do podjęcia e-biznesu (ang. e-readiness) okazały się bardzo przydatne i w rezultacie doprowadziły do publikacji kilku prac naukowych na ten temat [P30-2003-B2B-E-Commerce]. Opublikowałem również kilka prac o zastosowaniu wspomnianego instrumentu pomiarowego do mierzenia gotowości do podjęcia e-biznesu (ang. e-readiness) różnych państw [P29-2006-E-readiness-Sri-Lanka]. Opracowałem również artykuł opublikowany w czasopiśmie na temat powstawania systemu e-rządu [P17-2004-E-government-Startup]. To opracowanie analizuje zastosowanie strategii zaproponowanych przez Azjatycki Bank Rozwoju (ang. Asian Development Bank (ADB)) w celu uruchomienia usług e-rządu w Republice Sri Lanki.

### 3. Działalność naukowa po uzyskaniu doktoratu

Moją obecną działalność naukową można zgrupować w trzech głównych, zachodzących na siebie obszarach, jak to pokazano na rysunku 1:

1. Rozwiązywanie problemów przemysłowych dużej skali dających się opisać za pomocą systemów zdarzeń dyskretnych (ang. Discrete Event Systems – DES)
2. Rozwijanie metodyki modelowania i nowego narzędzia (opartego na formalizmie sieci Petriego) do opisywania i analizy systemów DES.
3. Matematyka i algorytmika.



Rys. 1: Moje aktywności badawcze pogrupowane w trzech obszarach.

W kolejnych podrozdziałach autoreferatu zaprezentuję szczegóły mojej działalności naukowej.

#### 3.1 Rozwiązywanie problemów przemysłowych dużej skali dających się opisać za pomocą DES

Dostępnych jest bardzo wiele publikacji prezentujących problemy opisywane z zastosowaniem systemów zdarzeń dyskretnych. Większość z nich jest jednak hipotetycznych lub dotyczących niewielkich i prostych zagadnień. Jednym z obszarów moich entuzjastycznych zainteresowań było rozwiązywanie realistycznych problemów opisywanych za pomocą zdarzeń dyskretnych związanych z systemami przemysłowymi dużej skali. Wszystkie aktywności naukowe prezentowane w tym podrozdziale dotyczą modelowania i analizy z zastosowaniem sieci Petriego. Symulacje i analizy opracowanych modeli odbywały się za pomocą mojego autorskiego oprogramowania o nazwie GPenSim rozwijanego w ciągu ostatnich kilku lat.

Moim pierwszym eksperymentem w rozwiązywaniu problemu dużej skali dla przemysłu opisanego systemem zdarzeń dyskretnych był projekt „modelowanie, symulacja i zwiększenie wydajności dla łańcucha dostaw łososia atlantyckiego”. Celem projektu było zamodelowanie kompletnego łańcucha dostaw ryb: od opieki na ikrą, poprzez dozór nad wylęganiem narybku, prowadzenie hodowli, wytwarzanie produktów rybnych i ich transport do odbiorców. Przeanalizowany został łańcuch dostaw w zachodnim regionie Norwegii i jako rezultat powstał złożony model składający się z ośmiu dużych modułów. Rezultaty osiągnięte w modelowaniu tego systemu zostały zaprezentowane w kilku publikacjach [P07-2009-Modeling-Atlantic-Salmon; P46-2009-Altantic-Salmon-Fish-Fresh-Water; P47-2009-Atlantic-Salmon-Basic-Model]. Projekt został uznany za bardzo ważny i użyteczny z trzech powodów:

- 1) Eksport ryb przynosi znaczące przychody do gospodarki norweskiej (w 2013 roku Norwegia wyeksportowała ryby za kwotę 9 miliardów dolarów amerykańskich, co stanowi 6,7% całkowitego eksportu).



- 2) Rząd norweski podejrzewa, że znaczna część ryb (do 25%) jest tracona z powodu wąskich gardeł w łańcuchu dostaw. W konsekwencji, jeśli wąskie gardła systemu zostaną zidentyfikowane, to Norwegia może zwiększyć swoje przychody z tej gałęzi przemysłu.
- 3) Ten projekt był pierwszą próbą zamodelowania, symulacji i analizy wydajnościowej kompletnego łańcucha dostaw produktów rybnych.

Głównym problemem rozwiązany podczas omówionych wyżej badań i opisanym w publikacjach jest technika weryfikacji modelu, przy założeniu jego znacznej złożoności.

Drugim eksperymentem dotyczącym rozwiązania systemu zdarzeń dyskretnych o dużej skali było zagadnienie przedstawione przez zarząd lotnictwa (AVINOR) w Norwegii. Organizacja AVINOR zwróciła się do mnie o skonstruowanie modelu przepustowości różnych portów lotniczych. Modele przepustowości pozwoliłyby ocenić zdolność lotnisk do przejścia dodatkowego ruchu w przypadku odwołania lotów lub zamknięcia sąsiednich lotnisk. Postawiony problem rozwiązałem stosując zaawansowane algorytmy analizy grafów (Grafy Kroneckera), ukryte łańcuchy Markowa połączone z autorskim silnikiem sieci Petriego. Rezultaty prac zostały opublikowane w czasopiśmie *Expert Systems with Applications* (Elsevier) [P03-2011-Exploring-Airport-Traffic]. Na potrzebę przygotowania tej publikacji współautor (40%) wykonał statystyczną walidację oraz przegląd literatury. W tej publikacji wzięliśmy pod uwagę trzy porty lotnicze w północnej Norwegii i zbadaliśmy, czy jeden port lotniczy będzie w stanie przejść samoloty, które nie będą w stanie wylądować w dwu pozostałych portach z powodu niekorzystnych zimowych warunków atmosferycznych.

Trzecim eksperymentem związanym z systemami dyskretnych zdarzeń o dużej skali, którym się zająłem był problem postawiony przez dr hab. Zbigniewa Pastuszaka, dziekana Wydziału Ekonomicznego Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Problem dotyczył eliminacji redundancji w wirtualnych przedsiębiorstwach. Pojawianie się zjawiska redundancji jest poważnym problemem w wirtualnych przedsiębiorstwach, gdzie wiele współpracujących jednostek gospodarczych łączy swoje siły w celu wytworzenia i sprzedaży pewnej klasy produktów w założonym limicie czasowym. Postawiony problem został przeze mnie rozwiązany z zastosowaniem sieci Petriego, a rezultaty prac zostały opublikowane w *Journal of Supercomputing*, Springer [P01-2013-Distributed-Workflow]. W artykule został zaproponowane nowe podejście do wykrywania i eliminacji redundancji w wirtualnych przedsiębiorstwach. Nowe podejście jest oparte na analizie cyklu produkcji i stosuje sieci Petriego do modelowania i symulacji procesu produkcji.

Czwartym eksperymentem, w którym rozwiązywałem problem postawiony przez przemysł, opisany z zastosowaniem systemu zdarzeń dyskretnych o dużej skali, było „szeregowanie procesu odwiertu ropy naftowej z zastosowaniem sieci Petriego”. Wraz z doktorantem zaproponowałem technikę modelowania i analizy złożonego procesu szeregowania z zastosowaniem sieci Petriego. Publikacje związane z rezultatami otrzymanymi podczas tego eksperymentu są w tej chwili przygotowywane.

Ostatnim moim kierunkiem badań opisywanym w tym podrozdziale są próby ewaluacji zdolności do prowadzenia działalności gospodarczej z zastosowaniem mediów elektronicznych dla abstrakcyjnego przedsięwzięcia biznesowego. Takie przedsięwzięcie biznesowe może mieć dowolną skalę: od małego lub średniego przedsiębiorstwa (SME), poprzez dużą firmę krajową, a na międzynarodowych korporacjach i rządach dużych państw kończąc. Na potrzebę ewaluacji opracowałem pewne narzędzie matematyczne (instrument pomiarowy) oparty na logice rozmytej, jak to opisałem w pracy [P09-2008-Fuzzy-Logic-based-E-Readiness]. Wspomniany instrument pomiarowy został zastosowany do zmierzenia gotowości do prowadzenia działalności z zastosowaniem komunikacji elektronicznej dla krajów, takich jak Norwegia, Estonia, Republika Sri Lanki i Iran. Otrzymane rezultaty opublikowałem w szeregu prac, takich jak [P06-2009-E-Readiness-Iran; P15-2005-E-readiness-Estonia-Norway]. Artykuł [P15-2005-E-readiness-Estonia-Norway] jest najczęściej cytowany (62 cytowania według bazy Google Scholar do 1.03.2016r.). Warto zauważyć, że narzędzie ewaluacyjne tym razem nie jest oparte na

formalizmie sieci Petriego. Jest to model stosujący programowanie liniowe wraz z logiką rozmytą do opisanego niepewności [P09-2008-Fuzzy-Logic-based-E-Readiness].

### **3.2. Opracowywanie nowego narzędzia programowego (opartego na formalizmie sieci Petriego) do rozwiązywania problemów opisanych jako systemy zdarzeń dyskretnych**

W poprzednim podrozdziale zaprezentowałem cztery problemy o dużej skali wywodzące się z przemysłu opisane jako systemy zdarzeń dyskretnych. Do rozwiązania tych problemów posłużyły modele opisane z zastosowaniem sieci Petriego. Z kolei opracowane modele zostały zaimplementowane i zasymulowane w oprogramowaniu znanym jako GPenSIM (ang. General Purpose Petri Net Simulator). GPenSIM zostało w całości opracowane przeze mnie.

Opracowałem to oprogramowanie z następujących powodów:

- Dla użytkowników o podstawowych umiejętnościach (niewielka matematyczna i programistyczna wiedza):
  - Dostarczenie narzędzia cechującego się łatwym zrozumieniem i łatwą obsługą.
  - Otrzymanie zwartego kodu symulacyjnego.
- Dla użytkowników o zawansowanych umiejętnościach:
  - Pozwolenie na łatwą integrację modelu opisanego za pomocą sieci Petriego z innymi „toolbox’ami” dostępnymi na platformie Matlab.
  - Umożliwienie łatwego rozszerzania funkcji pakietu GPenSIM.
  - Dostarczenie wsparcia dla modeli przygotowywanych w nowych typach sieci Petriego (rozumianych jako rozszerzenia lub podklasy), takich jak sieci miejsc i przejść, sieci Petriego z priorytetowaniem, sieci aktywujące funkcje, czy sieci z blokującymi łukami.

Proces wytwarzania i zastosowania oprogramowania GPenSIM zostały opublikowane przeze mnie szeregu pracach. Artykuł “Developing a Petri Nets based Real-Time Control Simulator” [P02-2012-Petri-Nets-Simulator] opublikowany w czasopiśmie opisuje architekturę oprogramowania GPenSIM oraz jego przykładowe zastosowanie w aplikacji sterującej robotem. Praca “Designing a New Tool for Modeling and Simulation of Discrete-Event Systems” [P05-2009-Designing-GPenSIM] również opublikowana w czasopiśmie prezentuje główne założenia projektowe pakietu GPenSIM. Z kolei artykuł “Achieving Atomicity of Tokens in Time Petri Nets” [P40-2012-Achieving-Atomicity-of-Tokens] wskazuje, w jaki sposób jest osiągnięta atomowość znaczników z zastosowaniem nowego i współczesnego podejścia. Atomowość jest rozumiana jako widoczność znaczników i celem prac było utrzymanie dostępu do tej widoczności podczas wykonywania sieci. Na uwagę zasługują również moje publikacje, w których zastosowałem narzędzie GPenSIM do rozwiązania problemów przemysłowych i organizacyjnych opisanych z zastosowaniem systemów zdarzeń dyskretnych [P24-2015-Benchmarking-GPenSIM; P26-2010-Introducing-GPenSIM].

W czasie prowadzenia swoich badań opracowałem nową podklasę sieci Petriego znaną jako „aktywnościowo-zorientowana sieć Petriego” (ang. Activity-Oriented Petri Net (AOPN)) [P36-2013-Cigarette-Smokers-Problem; P38-2013-Realizing-Simple-PetriNets; P41-2012-Resource-Scheduling; P43-2012-Activity-Oriented-Petri-Nets]. Sieć AOPN jest bardzo użyteczna w uzyskaniu zwartego, kompaktowego modelu szeregowania, kiedy system zawiera dużą liczbę zasobów. Kiedy w pracę systemu jest zaangażowanych wiele zasobów, sieć AOPN opisuje system pod kątem aktywności, które w nim występują, pozostawiając przetwarzanie zasobów jako zadanie tła, co w konsekwencji zmniejsza złożoność modelu.

Funkcjonalność pakietu GPenSIM została również rozszerzona o moduł współpracy z systemami czasu rzeczywistego. W konsekwencji może on służyć do sterowania w czasie rzeczywistym [P02-2012-Petri-

Nets-Simulator]. Został on również uzupełniony o moduły kalkulacji kosztu, które można włączyć w symulacje [P42-2012-Activity-Based-Costing; P37-2013-Extended-Reachability-Graph].

Oprócz wymienionych wcześniej czterech problemów obejmujących zagadnienia o dużej skali, które rozwiązałem z zastosowaniem narzędzia programowego GPenSIM, oprogramowanie to posłużyło mi do rozwiązania kilku mniejszych zadań badawczych. Zaproponowane rozwiązania opublikowałem w pracach "Modeling Humanoid Robot" [P33-2015-Modeling-Humanoid-Robot], "Assembly Line Balancing Problem" [P31-2015-Two-Phase-Scheduling], "Scheduling in Grid Computing" [P25-2014-Grid-Computing], and "Measuring Performance of a Bluetooth device" [P08-2009-Performance-of-Bluetooth]).

Artykuł "Modeling Humanoid Robot" prezentuje podejście do modelowania robota humanoidalnego jako systemu zdarzeń dyskretnych. W tym celu ciało ludzkie zamodelowałem jako system dziesięciu połączonych ogniów, gdzie każde ogniwo jest z kolei modelowane jako moduł sieci Petriego. W rezultacie otrzymałem dziesięć niezależnych modułów sieci Petriego. W artykule zaproponowałem również postać modułu rozsyłającego komendy (ang. command-dispatcher module), który koordynuje pracę pozostałych modułów. W konsekwencji moduł rozsyłający komendy zachowuje się jak mózg robota. Dzięki takiemu podejściu modułarny model robota zrealizowano w postaci sieci Petriego może być łatwo zastosowany do sterowania robota humanoidalnego opartego na modelu [P33-2015-Modeling-Humanoid-Robot]. Artykuł otrzymał nagrodę dla najlepszej pracy na konferencji (ang. Best Paper Award) AIMS2015.

Artykuł "Assembly Line Balancing Problem" prezentuje nowe, dwufazowe podejście do modelowania problemu szeregowania z zastosowaniem sieci Petriego. Wskazałem w nim w jaki sposób zaproponowane dwufazowe podejście (znane jako „aktywnościowo-zorientowana sieć Petriego” (ang. Activity-Oriented Petri Net (AOPN)) może uprościć modele szeregowania [P31-2015-Two-Phase-Scheduling].

Artykuł "Measuring Performance of a Bluetooth Device" opublikowany w czasopiśmie dotyczy analizy wydajnościowej pewnej aplikacji opartej na bezprzewodowej technologii Bluetooth. Aplikacja, wymyślona prze mnie, pomaga wykładowcom zautomatyzować sprawdzanie listy obecności. Artykuł prezentuje w pełni funkcjonalny prototyp narzędzia programowego w fazie testów (stosującego jedno urządzenie w trybie „master” i dwa urządzenia w trybie „slave” pracujące w małej sieci Bluetooth ad hoc - piconet), a następnie dokonuje studium symulacyjnego w celu analizy wydajności tego rozwiązania dla dużej liczby użytkowników (np. sprawdzanie listy obecności w dużej sali wykładowej). Studium symulacyjne pokazane w artykule wykazuje, że zaproponowane narzędzie cechuje się zadowalającą wydajnością dla dużej liczby użytkowników, pod warunkiem, że zostanie zastosowane wiele urządzeń typu „pod-master” tworząc sieć bezprzewodową typu scatternet (złożoną z dwu lub więcej sieci piconet) [P08-2009-Performance-of-Bluetooth].

### 3.3 Techniki matematyczne i algorytmiczne dla modelowania systemów ciągłych

Sieci Petriego są bardzo użytecznym formalizmem do modelowania i symulacji, jednak jego ograniczeniem jest zastosowanie do odwzorowywania własności systemów dyskretnych. Formalizm ten nie jest użyteczny w modelowaniu procesów ciągłych. Sieci Petriego mogą być stosowane do modelowania systemów ciągłych, jeśli zostaną dyskretyzowane z zastosowaniem algorytmu Gillespie’a. Inną możliwością modelowania systemów ciągłych jest zastosowanie „płynnych sieci Petriego” (ang. Fluid Petri Nets). Podczas realizacji swoich badań zaproponowałem **techniki modelowania systemów ciągłych** z zastosowaniem alternatywnych narzędzi matematycznych. Stosowałem mieszane programowanie całkowitoliczbowe (ang. Mixed Integer Programming), logikę matematyczną (typu

Structured Array-Based Logic), teorię połączenia (ang. Theory of Connection – ToC), znaną wcześniej jako teorię systemów wytwarzania (ang. Manufacturing Systems Theory), programowanie liniowe i algorytmy genetyczne.

Wspólnie z dr Hongze Ma z Turku School of Economics and Business Administration w Finlandii opracowałem model matematyczny wytwarzania łańcucha dostaw. Model jest oparty na iteracyjnym algorytmie stosującym mieszane programowanie całkowitoliczbowe, algorytmy genetyczne i teorię prawdopodobieństwa. Wyniki wspólnych prac zostały opublikowane w czasopiśmie [P16-2005-Iterative-Distribution-Chain].

W większości moich problemów badawczych używałem dużej liczby zmiennych logicznych w celu podejmowania decyzji. Kiedy do podjęcia decyzji łączy się wartości wielu zmiennych logicznych w rozwiązaniach napotyka się „kombinatoryczną eksplozję”, co prowadzi do trudności. Z tej przyczyny jedną z gałęzi badawczych, którą się zajmowałem była technika kompresji kombinacji logicznych zmiennych. Wprowadziłem „strukturalną, opartą na tablicach logikę” (ang. Structured Array-based logic (SABL)). Logika SABL została przeze mnie zaimplementowana jako „toolbox” pakietu Matlab. Realizuje ona algorytm opracowany przez duńskiego badacza G. L. Møller’a. Zastosowałem logikę SABL do rozwiązania kilku interesujących problemów takich jak silnik interfejsu dla mobilnych agentów. Agenty mobilne nie dysponują dużymi zasobami pamięciowymi, stąd opracowanie kompaktowego silnika interfejsu okazało się bardzo użytecznym rozwiązaniem. Otrzymane wyniki zostały opublikowane w czasopiśmie [P11-2008-Array-Based-Logic-4-Mobile-Applications].

Do modelowania i symulacji systemów ciągłych stosowałem również „teorię połączenia” (ang. Theory of Connection (ToC)). Teoria ToC była wcześniej znana jako „teoria systemów wytwarzania” (ang. Manufacturing Systems Theory) i jest wynalazkiem Scandinavian School of Systems Engineering. Teoria ToC bazuje na geometrii. W ramach moich prac badawczych opracowałem nowy „toolbox” dla systemu Matlab oferujący funkcje odwzorowujące teorię ToC. Stosując opracowany „toolbox” z funkcjami rozwiązałem problem kontroli i planowania produkcji (ang. Production Planning and Control), a otrzymane wyniki opublikowałem w artykule konferencyjnym [P45-2009-Modeling-with-Geometry].

Warto jeszcze wspomnieć, że w ramach swoich prac badawczych podjąłem studia nad możliwością dostarczania energii elektrycznej dla Republiki Sri Lanki (to mój rodzinny kraj). Na bazie tych badań opublikowałem kilka prac opisujących matematyczny model (oparty na programowaniu liniowym) uzyskiwania energii elektrycznej z różnych źródeł [P45-2009-Modeling-with-Geometry; P28-2009-Green-Power-Generation].

## 4. Lista publikacji prezentująca osiągnięcie naukowe

Podana poniżej lista moich publikacji ma na celu wykazanie osiągnięcia naukowego:

### **Modelowanie, symulacja i analiza wydajności systemów dyskretnych zdarzeń: rozwój nowych teorii, narzędzi i technik**

W przypadku publikacji zbiorowych indywidualny wkład poszczególnych autorów został wskazany w załączniku III. Kopie publikacji zawierające oświadczenia o wkładzie pracy wszystkich współautorów zostały dołączone do dokumentacji.

1. [P01-2013-Distributed-Workflow] R. Davidrajuh (100%). Distributed Workflow based Approach for Eliminating Redundancy in Virtual Enterprising. *Journal of Supercomputing* (ISSN: 0920-8542), 63(1), pp. 107-125, 2013, DOI:10.1007/s11227-010-0544-6, Publisher: Springer.
2. [P02-2012-Petri-Nets-Simulator] R. Davidrajuh (100%). Developing a Petri Nets based Real-Time Control Simulator. *International Journal of Simulation, Systems, Science & Technology (IJSST)*, 12(3), pp. 28-36; Publisher: United Kingdom Simulation Society.
3. [P03-2011-Exploring-Airport-Traffic] R. Davidrajuh (60%) and B. Lin (40%). Exploring airport traffic capability using Petri net based model. *Expert Systems with Applications*, 38 (2011): 10923-10931; Publisher: Elsevier.
4. [P08-2009-Performance-of-Bluetooth] R. Davidrajuh (100%). Evaluating Performance of a Bluetooth-based Classroom Tool. *International Journal of Mobile Learning and Organisation (ISSN: 1746-725X)*, 3(2), pp. 148-163, 2009.
5. [P16-2005-Distribution-Chain-Design] H. Ma (50%) and R. Davidrajuh (50%). An iterative approach for distribution chain design in agile virtual environment. *Industrial Management and Data Systems*, 105(6):815-834, 2005.
6. [P31-2015-Two-Phase-Scheduling] R. Davidrajuh (100%). A New Two-Phase Approach for Petri Net based Modeling of Scheduling Problems. *2nd International Conference on Industrial Engineering, Management Science and Applications (ICIMSA2015)*, page to appear, Tokyo, Japan, May 2015. Springer Lecture Notes in Electrical Engineering series (LNEE).
7. [P33-2015-Modeling-Humanoid-Robot] R. Davidrajuh (100%). Modeling Humanoid Robot as a Discrete Event System: A Modular Approach based on Petri Nets. *IEEE 3rd International Conference on Artificial Intelligence, Modelling & Simulation*, pp. 277-285, Kota Kinabalu, Malaysia, December 2015. ISBN 978-1-4673-8675-3. IEEE Press. **Best paper award!**
8. [P43-2012-Activity-Oriented-PetriNet] R. Davidrajuh (100%). Activity-Oriented Petri Net for Scheduling of Resources. *2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2012)*, pp. 1201-1206, Seoul, Korea, October 2012. IEEE Press.

## 5. Nagroda dla najlepszego artykułu

Mój referat zatytułowany "Modeling Humanoid Robot as a Discrete Event System: A Modular Approach based on Petri Nets" otrzymał nagrodę dla najlepszego artykułu na IEEE 3rd International Conference on Artificial Intelligence, Modelling & Simulation (AIMS2015), Kota Kinabalu, Malezja, 02-04 grudnia 2015 r.



## 6. Mowy przewodnie, wystąpienia na zaproszenie i gościnne wykłady

### 6.1. Mowy przewodnie

1. Keynote speech (2014): "Modern Applications of Graph Theory", at the 2014 International Conference on Graph Algorithms, High Performance Implementations and Applications (ICGHIA), Coimbatore, Tamil Nadu, India, 17-19 December 2014.
2. Keynote speech (2014): "Modeling Complex Scheduling Problems with a new Petri Net Simulator", at the International Seminar on Advanced Simulation Techniques and Computational Methods, Sri Krishna College of Technology, Coimbatore, India, 16 December 2014.
3. Keynote speech (2010): "On the Making of an Information Society: The Norwegian Approach", at the IACSIT Chongqing Conferences ICEIT/ICIFI/ICMMT, Chongqing, China, 18 September 2010.
4. Keynote speech (2010): "Information Society in Norway", at the conference Internetki "e-Entrepreneurship", Lublin, Poland, 12 May 2010.

### 6.2. Wystąpienia na zaproszenie

5. Invited Talk (2009): "Implementing E-Government in Developing Countries: Issues, Problems, and Solutions", International Conference on E-government & E-governance, Ankara, Turkey, 12-13 March 2009
6. Invited Talk (2008): "Alternative (greener) energy supply to North-east Sri Lanka". Talk given at the International Seminar - "Towards a Global INGO", in Oslo, Norway, 22 September 2008

### 6.3. Gościnne wykłady na uczelniach na świecie

7. Guest Lecture (2015): "Automation of Supplier Selection Procedures", the Industrial and Information Systems Engineering program, Department of Industrial and Systems Engineering, **Seoul University of Science and Technology (SeoulTech), Seoul, South Korea**, 03 June 2015.
8. Guest Lecture (2011): "Modeling, Simulation and Performance Analysis of Discrete-event Dynamic Systems", the Faculty of Information Technology (FIT), **Multimedia University (MMU), Cyberjaya Campus, Cyberjaya, Malaysia**, 30 November 2011.
9. Guest Lecture (2011): "GPenSIM: A Tool for Modeling and Simulation of Discrete-event Dynamic Systems", the Faculty of Information Science and Technology (FIST), **Multimedia University (MMU), Melaka Campus, Melaka, Malaysia**, 01 December 2011.
10. Guest Lecture (2010): "Discrete Event Systems with Petri Net: A Hands-On Approach with GPenSIM", **University of Mauritius, Reduit, Mauritius**, 12 October 2010.
11. Guest Lecture (2009): "Modeling Discrete Event Systems with Petri Net: A Hands-On Approach with GPenSIM", **Ryerson University, Toronto, Canada**, 08 October 2009.

## 7. Projekty badawcze

Tabela-I pokazuje wybrane projekty badawcze realizowane w ramach grantów, w które byłem zaangażowany.

Tabela-I: Moje projekty badawcze realizowane z zewnętrznych środków.

Moja rola	Nazwa Projektu	Organizacja przyznająca fundusze	Kwoty przyznanych funduszy w koronach norweskich (NOK)	Okresy realizacji
Główny badacz	<b>“Modeling and Simulation of Atlantic Salmon Farming”</b> Grant doktorancki dla Rune’a Melberg’a	NFR <sup>1</sup>	NOK 3 million	2000 - 2013
Główny badacz	<b>“Developing a New Simulator for Large Scale Discrete Event Systems”</b>	PPlogen <sup>2</sup>	NOK 150 k	2012 - 2015
Członek zespołu badawczego	<b>“Scheduling Drilling Processes With Petri Nets”</b> Grant doktorancki dla Nejma Saadallah’a	NFR <sup>1</sup>	NOK 4 million	2012 - 2015
Partner projektu	<b>“Methodologies and technologies for enhancing the motor and social skills of children with development problems”</b>	EEA <sup>3</sup>	NOK 800 k	2015 - 2017
Partner projektu	<b>“Computational Methods in Offshore Technology”</b>	UIS <sup>4</sup>	NOK 1.5 million	2016 - 2018

1: NFR: Fundacja Badań Norweskich (ang. Norwegian Research Foundation)

2: PPlogen: Fundusze z *Prekubator TTO* - programu na innowacje i komercjalizacje w regionie Rogaland w Norwegii

3: EEA: fundusze z Europejskiego Obszaru Gospodarczego; koordynator projektu: Instytut inżynierii systemowej i robotyki, Bułgarska Akademia Nauk, (ang. Institute of system engineering and robotics, Bulgarian Academy of Sciences (BAS)), Sofia, Bułgaria, EEA kontrakt BG09 N D03-90/27.05.2015

4: UIS: fundusze z Uniwersytetu w Stavanger, Norwegia. Koordynator projektu: Wydział Mechaniki, Budownictwa i Inżynierii Materiałowej, Uniwersytet w Stavanger, (ang. Department of Mechanical and Structural Engineering and Materials Science (IKM), University of Stavanger), Norwegia, EEA kontrakt BG09 N D03-90/27.05.2015

Stavanger, 31 marca 2016,

(Reggie Davidrajuh)