Warszawa, 3 listopada 2011 r.

dr inż. Bartosz Sawicki
ul. Zawiszy 14 m 29
01-167 Warszawa
sawickib@iem.pw.edu.pl
tel: 502615521

Centralna Komisja
do Spraw Stopni i Tytułów
00-901 Warszawa
pl. Defilad 1 (PKiN)

Wniosek

Na podstawie art. 18a ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) wnioskuję **o rozpoczęcie postępowania habilitacyjnego** w stosunku do mojej osoby.

Jestem zdania, że spełniam warunki określone w art. 16 ust. 1 ustawy. Sądzę, że moje osiągnięcia naukowe uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora w roku 2003, stanowią znaczny wkład w rozwój **Elektrotechniki**. Uważam również, że od kilku lat wykazuję się istotną i stale rosnącą aktywnością naukową.

Zgodnie z procedurą określoną w art. 18A ust. 2 ustawy wskazuję, że jednostką organizacyjną posiadającą uprawnienie do nadawania stopnia doktora habilitowanego wybraną do przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego jest **Wydział Elektryczny Politechniki Warszawskiej**.

Z wyrazami szacunku,

Bartosz Sawicki

Załączniki:
a) poświadczona kopia dyplomu nadającego stopień doktora,
b) autoreferat w języku polskim,
c) autoreferat w języku angielskim,
d) wykaz opublikowanych prac naukowych w języku polskim,
e) wykaz opublikowanych prac naukowych w języku angielskim,
f) informacja o osiągnięciach dydaktycznych,
g) informacja o współpracy naukowej,
h) informacja o działalności popularyzującej naukę.
i) płyta CD z elektronicznymi wersjami wszystkich załączonych dokumentów.

Wpłynęło dnia 03. LIS. 2011
Nr BCK VI-L-6050/11

Autoreferat

Załącznik b) do wniosku habilitacyjnego dr. inż. Bartosza Sawickiego z dnia 3 listopada 2011 r.

Niniejszy dokument został stworzony w oparciu o rozporządzenie ministra nauki i szkolnictwa wyższego z dnia 1 września 2011r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopienia doktora habilitowanego. Zgodnie z art. 16 ust. 1 ustawy o stopniach naukowych, wszystkie podawane informacje dotyczą tylko okresu po uzyskaniu tytułu doktora w roku 2003.

Streszczenie:

Dr inż. Bartosz Sawicki rozwija narzędzia i metody informatyczne pozwalające na budowanie i rozwiązywanie realistycznych, trójwymiarowych modeli dotyczących zjawiska stymulacji elektrycznej i magnetycznej ciała ludzkiego. Osiągnięcia habilitanta obejmują szeroki zakres problemów występujących podczas numerycznego rozwiązywanie zagadnień polowych, jednak wspólnym celem wszystkich działań jest efektywne modelowanie realistycznych problemów bioelektromagnetyzmu. Opublikowane wyniki układają się głównie w jednotematyczny cykl ośmiu artykułów opublikowanych w czasopismach znajdujących się w bazie JCR [11,8,9,7,6,3,1,5][1].

Osiągnięcia badawcze dr. Sawickiego są silnie powiązane z aktywną współpracą z ośrodkami naukowymi na świecie. Habilitant spędził 12 miesięcy na stażu podoktorskim na University of Calgary. Wykorzystując możliwości komunikacji poprzez sieć Internet uczestniczy aktywnie w ogólnoświatowych naukowych projektach informatycznych. W latach 2004-2005 był stypendystą Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej (FNP).

Osiągnięciem naukowym, o którym jest nowa w artykule 16 ustęp 2 punkt 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) jest jednotematyczny cykl publikacji pod tytułem:

Rozwój i wykorzystanie zaawansowanych metod informatycznych do numerycznego modelowania elektrycznej i magnetycznej stymulacji ciała ludzkiego

1 Odwołania literaturowe są zgodne z wykazem publikacji załączonym do wniosku habilitacyjnego. Pełna lista zawiera 11 artykułów w czasopismach JCR oraz 12 pozostałych publikacji.

Wprowadzenie

Oddziaływanie pola elektromagnetycznego na organizmy żywe jest tematem o wciąż rosnącym znaczeniu. Z jednej strony w dzisiejszym świecie pojawia się coraz więcej źródeł promieniowania elektromagnetycznego i obaw z tym związanych, a z drugiej strony medycyna intensywnie bada możliwości wykorzystania pól elektromagnetycznych w diagnostyce i terapii. Fenomen bioelektromagnetyzmu jest więc jednocześnie postrzegany jako zagrożenie, jak i szansa dla zdrowia człowieka. Rolą nauki jest wyjaśnienie tego dualizmu. Niestety wciąż jesteśmy daleko od pełnego zrozumienia tych zjawisk. Multidyscyplinarny i wieloskalowy charakter problemów powoduje, że są one szczególnie trudne do rozwiązania. Otwierają one nowe obszary poznania i z pewnością będą stanowić wyzwanie jeszcze na długi czas.

Zagadnienia bioelektromagnetyzmu bada się na wielu poziomach medycyny i biologii. Mamy długie epidemiologiczne obserwacje populacyjne, kliniczne próby badawcze na pacjentach, a także eksperymenty na poziomie komórkowym. Na każdym poziomie badań nauki techniczne pomagają medykom zrozumieć i wyjaśniać istotę zjawisk. Ze względów etycznych prowadzenie wielu badań na ciele żywego człowieka nie jest możliwe. Dlatego też tak wielkie znacznie we współczesnym bioelektromagnetyźmie odgrywają techniki modelowania komputerowego. Przeniesienie eksperymentu do rzeczywistości wirtualnej jest korzystne nie tylko pod względami etycznymi, ale również jeśli uwzględnimy metodykę badań naukowych, czy istniejące ograniczenia ekonomiczne.

Od kilkudziesięciu lat mamy do czynienia z gwałtownym rozwojem technologii komputerowych. Dodatkowo, w ciągu ostatnich 20 lat globalna sieć Internet zmieniła zupełnie możliwości przetwarzania i przesyłania informacji. Fakty te mają wielki wpływ na nauki zajmujące się modelowaniem numerycznym. Nowe możliwości wymuszają ciągłe doskonalenie i dopasowywanie znanych metod, tak aby optymalnie wykorzystywać potencjał zaplecza informatycznego. Jeszcze 10 lat temu powszechne było modelowanie ciała ludzkiego przy pomocy prostych brył geometrycznych, a dzisiaj standardem staje się wykorzystanie realistycznych modeli o milimetrowej rozdzielczości. To prawdziwa rewolucja w świecie obliczeń symulacyjnych.

Tematyka moich prac i opublikowanego dorobku lokuje się właśnie w tej dziedzinie. W dalszej części niniejszego autoreferatu przedstawię najważniejsze aspekty swoich działań naukowych w latach 2003-2011.

Osiągnięcia naukowe

Tematyką modelowania numerycznego zagadnień bioelektromagnetyzmu zajmuję się właściwie od początku swojej działalności naukowej. Dla pełnego obrazu ścieżki naukowej istotne wydaje mi się krótkie wspomnienie o tym, co poprzedziło moje aktualne osiągnięcia.

Moje zainteresowanie tematyką bioelektromagnetyzmu rozpoczęło się od pracy magisterskiej pt. "*Numeryczny model ludzkiej głowy dostosowany do analizy pola elektromagnetycznego*" obronionej w 1999 roku na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej. Następnie w ramach rozprawy doktorskiej z 2003 roku pt. "*Modelowanie prądów wirowych w środowisku słaboprzewodzącym z wykorzystaniem wektorowego potencjału elektrycznego T*" stworzyłem opis matematyczny i oprogramowanie do modelowania wpływu pola magnetycznego na organizm człowieka. Wykorzystywany wtedy opis oparty był na magnetycznym potencjalne wektorowym **T** opisującym zjawisko prądów wirowych przy pomocy równania różniczkowego cząstkowego o następującej postaci:

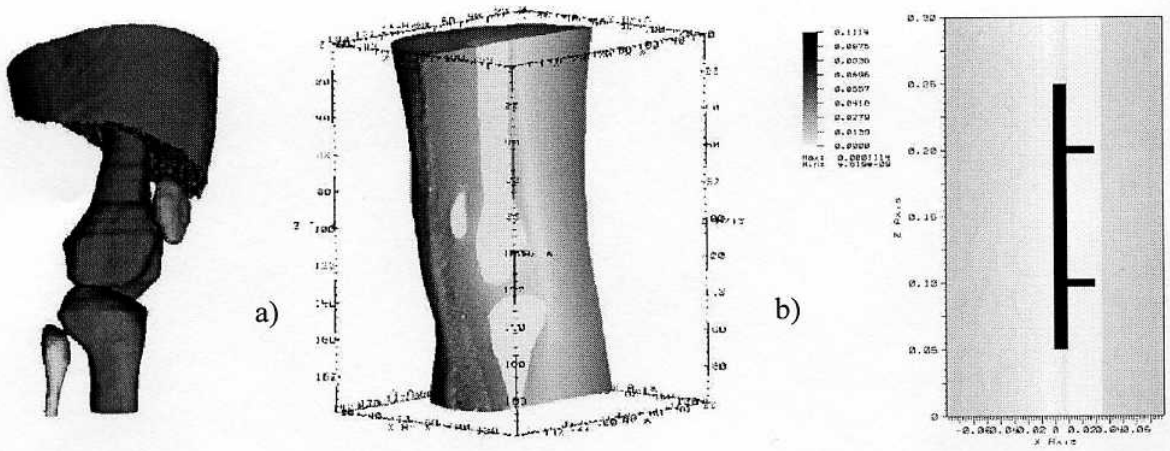
$$\nabla\times\frac{1}{\sigma}\nabla\times\boldsymbol{T}-\nabla(\frac{1}{\sigma}\nabla\cdot\boldsymbol{T})=-j\omega\mu_0\boldsymbol{H}_s \qquad (1)$$

gdzie σ to konduktywność materiału, a $\boldsymbol{H}_s$ to zewnętrzne pole magnetycznego o pulsacji ω. Równanie (1) jest prawdziwe przy założeniu niskiej konduktywności materiału (tkanka ludzka), a także niskiej częstotliwości wymuszenia (poniżej 20kHz). W wyniku rozwiązania tak zdefiniowanego problemu otrzymujemy rozkład potencjału wektorowego $\boldsymbol{T}$ w ciele człowieka, a także związaną z nim gęstość prądu $\boldsymbol{J}$:

$$\boldsymbol{J}=\nabla\times\boldsymbol{T} \qquad (2)$$

Wkrótce po obronie doktoratu zostałem stypendystą Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej (FNP). Stypendium dla Młodych Naukowców otrzymane w latach 2004 i 2005 pozwoliło mi skupić się na pracy naukowej, co w szybkim czasie zaowocowało czterema istotnymi publikacjami [8,9,10,11].

W 2004 roku w jednej z pierwszych publikacji po doktoracie pt. "*Magnetic stimulation of knee - mathematical model*" (COMPEL) [11] rozszerzyłem model opisany w doktoracie na przypadek, kiedy w ciele człowieka znajdują się obiekty metalowe. Celem projektu było zweryfikowanie na ile obecność implantu wpływa na leczniczą stymulacje magnetyczną stawu kolanowego.



Rys. 1 Modelowanie stymulacji magnetycznej stawu kolanowego a) [11], b) razem z metalowym implantem [8].

Szczegóły metody obliczeniowej opisałem w artykule z 2006 roku pt. "*Numerical Model of Magnetic Stimulation with Metal Implants*" (IEEE Transactions on Magnetics) [8]. Zaprezentowany tam trzykrokowy algorytm rozwiązania problemu był hybrydowym połączeniem kilku metod:

1) W pierwszym kroku obliczany był rozkład pola magnetycznego. W przypadku obiektów ferromagnetycznych konieczne było rozwiązanie równania różniczkowego cząstkowego na wektorowy potencjał magnetyczny $\boldsymbol{A}$:

$$\nabla \times \frac{1}{\mu} \nabla \times \boldsymbol{A}_s - \nabla \left(\frac{1}{\mu} \nabla \cdot \boldsymbol{A}_s \right) = 0 \tag{3}$$

z warunkiem brzegowym Dirichleta wyznaczanym na podstawie zależności:

$$\boldsymbol{A}_s = \int_V \frac{\mu_0}{4 \pi r} \boldsymbol{J} \, dv \tag{4}$$

2) Drugi krok poświęcony był wartościom prądów wirowych w metalu, które opisano przy pomocy elektrycznego potencjału wektorowego $\boldsymbol{T}$ i uogólnionej formy równania (1). Do uwzględnienia efektów wypierania wykorzystano magnetyczny potencjał skalarny Ω zdefiniowany zgodnie ze wzorem:

$$\boldsymbol{H} = \boldsymbol{H}_s + \boldsymbol{T} - \nabla \Omega \tag{5}$$

3) Trzecim i ostatnim etapem obliczeń było wyznaczenie wartości prądów wirowych w ciele człowieka. Zagadnienie to zostało opisane w sposób zbliżony do opisu matematycznego z kroku drugiego z założeniami o niskiej konduktywności obszaru.

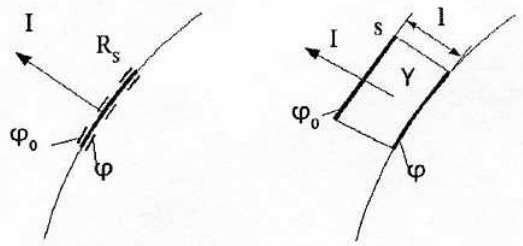
Obliczenia przeprowadzone z wykorzystaniem opisanej powyżej metody pozwoliły na stwierdzenie, że metalowy implant wpływa w sposób pomijalny na pole magnetycznej w ciele

ludzkim. Jedynym istotnym efektem są prądy wirowe w samym implancie, które mogą powodować zauważalny wzrost jego temperatury.

Numeryczne modelowanie problemów biomedycznych to przede wszystkim narzędzie wspomagające biologów i lekarzy w wyjaśnianiu zjawisk oddziaływania pola na organizm człowieka. Dlatego też bardzo istotna w tego typu projektach jest dobra współpraca z środowiskami medycznymi. Długoletnie kontakty z dr. med. Tomaszem Zyssem, to właśnie przykład takiej kooperacji. Dr Zyss z Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego jest polskim prekursorem badań nad przezczaszkową stymulacją magnetyczną (ang. TMS) w zastosowaniach psychiatrycznych, która w założeniu ma zastąpić terapię elektrowstrząsową (ang. ECT). Był on inicjatorem numerycznych badań porównawczych pomiędzy ECT a TMS, które stały się inspiracją wielu ciekawych rozważań.

Porównanie stymulacji magnetycznej i elektrycznej wymaga zamodelowania obu tych terapii. Opis matematyczny stymulacji elektrycznej jest najczęściej oparty na elektrycznym potencjale skalarnym φ i równaniu Laplace'a (6). Poważnym problemem pojawiającym się podczas rozwiązywania problemu stymulacji elektrycznej jest realistyczne odzwierciedlenie układu elektrody stymulującej i jej kontaktu ze skórą. W roku 2006 kwestią ta została podjęta w artykule pt. *"A Comparison of Two Models of Electrodes for ECT Simulations"* (IEEE Transactions on Magnetics) [9].

$$\nabla \cdot \sigma \nabla \varphi = 0 \tag{6}$$



Rys. 2 Dwie metody modelowania eletrod podczas stymulacji elektrycznej ECT [9].

Rezystancję przejścia pomiędzy elektrodą a ciałem można zamodelować przy pomocy mieszanego warunku brzegowego lub za pomocą dodatkowej warstwy elementów i klasycznego warunku Dirichleta (patrz Rys. 2). Jak pokazano w artykule oba rozwiązania dają ten sam wynik, jednak drugie jest korzystniejsze pod względem uwarunkowania problemu, a co za tym idzie szybkości rozwiązania. Problem modelowania elektrod stał się punktem wyjścia do najważniejszego artykułu w moim dorobku [3], jednak stało się to dopiero 4 lata później.

W roku 2006 zespół prof. dr. hab. inż. Stanisława Wincenciaka został wzmocniony przez dwóch nowych doktorantów (M. Chojnowski, P. Płonecki), razem z którymi rozwijaliśmy tematykę modelowania stymulacji magnetycznej. Nawiązanie współpracy z dr. med. Andrzejem Ryszem z Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego rozszerzyło zastosowanie opracowanych metod na zagadnienie stymulacji nerwu błędnego. W artykule z 2008 roku pt. "*Wstępne wyniki numerycznego modelowania stymulacji magnetycznej nerwu błędnego*" (Przegląd Elektrotechniczny) [7] pojawia się nowy opis zjawiska stymulacji magnetycznej ale tym razem przy pomocy potencjału skalarnego φ :

$$\nabla\cdot(\sigma\nabla\varphi)=-\nabla\cdot(\sigma\frac{\partial \boldsymbol{A}_s}{\partial t}) \quad . \tag{7}$$

Znając rozkład potencjałów φ oraz $\boldsymbol{A}_s$ możemy wyznaczyć rozkład wektora gęstości prądu:

$$\boldsymbol{J}=-\sigma\nabla\varphi-\sigma\frac{\partial \boldsymbol{A}_s}{\partial t} \quad . \tag{8}$$

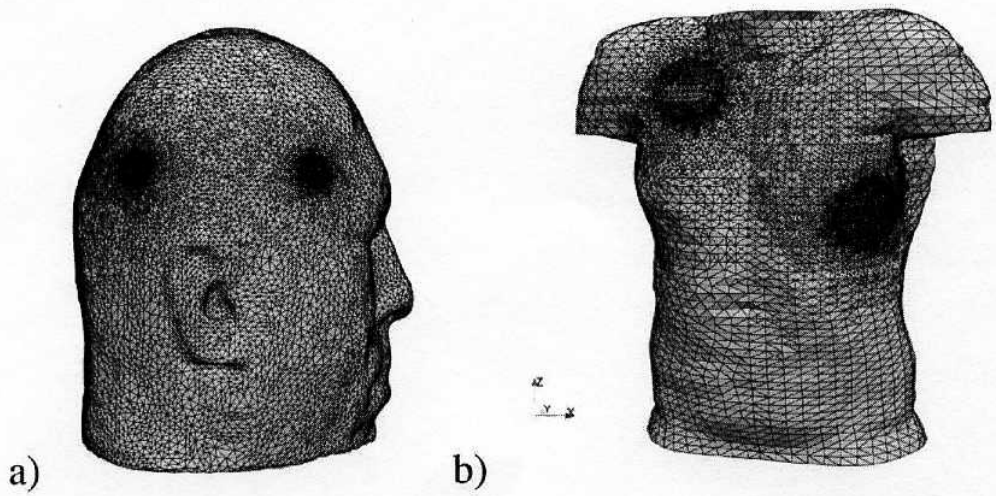
Opis przy pomocy równania (7) jest bardzo atrakcyjny ze względu na mały rozmiar problemu (potencjał skalarny) i dobre uwarunkowanie macierzy układu równań liniowych powstałej na podstawie równania Poissona. Na etapie formowania układu równań liniowych metodą elementów skończonych prawa strona tego równania może zostać uwzględniona poprzez klasyczne całkowanie po objętości elementu. Można jednak funkcję źródła sprowadzić do całkowania tylko po powierzchniach granicznych pomiędzy podobszarami o różnych konduktywnościach. Powstaje wtedy czysto geometryczny problem szybkiego wyszukiwania elementów dzielących określoną ścianę. W artykule *"Topological connectivity between tetrahedral and facets"* (Przegląd Elektrotechniczny) [6] pokazano wyspecjalizowany algorytm do tego celu.

Poszukiwanie nowych, lepszych narzędzi informatycznych w 2007 roku skierowało moją uwagę na międzynarodowy projekt naukowy Fenics[2]. Jest to nowoczesna biblioteka programistyczna, która ma na celu zautomatyzowanie poszczególnych etapów rozwiązywania problemów opisywanych przez równania różniczkowe cząstkowe oraz metodę elementów skończonych. Fenics jest projektem publicznym typu open-source rozwijanym przez kilka dużych ośrodków naukowych na świecie. Otwarta struktura współpracy oparta na sieci Internet pozwoliła mi przyłączyć się do tego projektu. Moja praca dotycząca adaptacyjnych metod zagęszczania sieci, a także równościowych warunków brzegowych została zauważona i włączona do głównego

2 Projekt Fenics, http://www.fenicsproject.pl/

repozytorium. Osobiście uważam to za jeden z moich największych sukcesów naukowych, albowiem Fenics jest wiodącym projektem tego typu na świecie. Potwierdzeniem tych słów jest publikacja [3] w prestiżowym czasopiśmie IEEE Transactions on Biomedical Engineering wynikająca z tej aktywności.

W październiku 2008 roku wyjechałem na stypendium podoktorskie na University of Calgary w Kanadzie. W trakcie 12 miesięcy miałem okazje poznać dobrze styl pracy na tamtejszej uczelni i nawiązać sporo kontaktów międzynarodowych. Wymiernym efektem tego wyjazdu była wspomniana już publikacja z 2010 pt. *"Adaptive Mesh Refinement Techniques for 3D Skin Electrode Modeling"* (IEEE Transactions on Biomedical Engineering) [3]. W pracy poruszyłem kwestię dokładności rozwiązania w okolicy elektrod do stymulacji elektrycznej, oraz wykorzystania metod adaptacyjnego zagęszczania sieci elementów skończonych (patrz Rys. 3). Unikalnym rezultatem artykułu są algorytmy propagowania wskaźników brzegu podczas zagęszczania sieci metodą rekurencyjną Rivary. Zaletą metody jest wysoka wydajność ale także niepogarszanie jakości sieci.



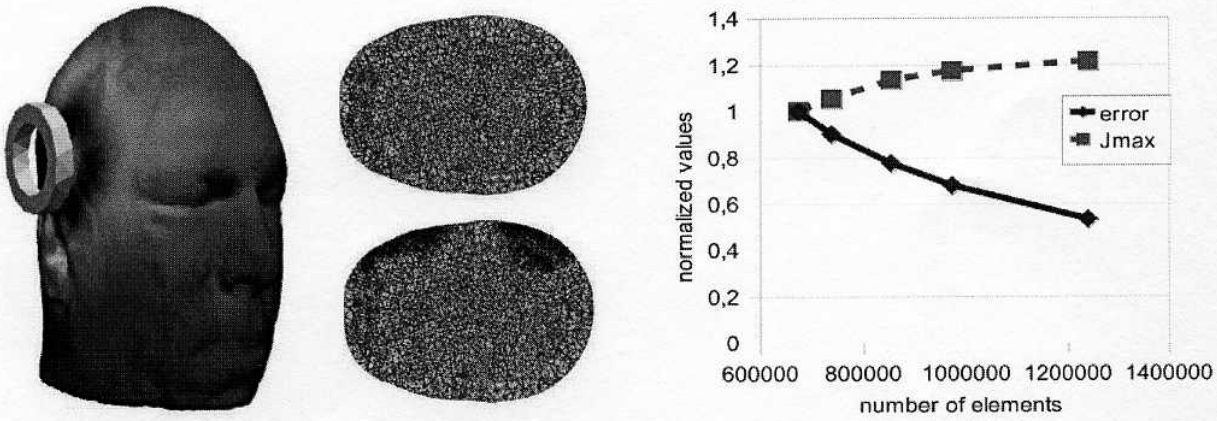
Rys. 3 Adaptacyjne zagęszczanie sieci elementów skończonych podczas modelowania stymulacji elektrycznej [3]

Opracowane metody adaptacyjne wykorzystałem podczas kolejnych prac opisanych w artykule z 2010 roku pt. *"Adaptive mesh refinement for magnetic stimulation modeling"* (Przegląd elektrotechniczny) [1]. Model matematyczny problemu oparty został na potencjale skalarnym, zgodnie z równaniem (7). Funkcje estymatora błędu w elemencie skończonym zbudowałem w

oparciu o fizyczne kryterium bezźródłowości pola prądów wirowych, które po wykorzystaniu twierdzenia Ostrogradskiego-Gaussa może zostać sprowadzone do sumy wektora gęstości prądu po ścianach elementu:

$$error_{estimated} = \int_V \nabla \cdot \boldsymbol{J}\, dv = \oint_s \boldsymbol{J} \cdot \boldsymbol{ds} \approx \sum_{j=0}^{3} s_j (\boldsymbol{J} \cdot \boldsymbol{n}_j) \tag{9}$$

Wyniki opisane w artykule (patrz Rys. 4) pozwoliły na stwierdzenie, że adaptacyjne dopasowanie sieci potrafi znacząco wpłynąć na lokalne wartości rozwiązania. W tym przypadku była to maksymalna wartość modułu gęstości prądu.



Rys. 4 Adaptacyjne zagęszczanie sieci podczas modelowania przezczaszkowej stymulacji magnetycznej [1]

Duże doświadczenie w modelowaniu stymulacji magnetycznej zaowocowało nawiązaniem w 2009 roku współpracy z dr. inż. Arkadiuszem Miaskowskim, który na Kanazawa University w Japonii zajmował się zagadnieniem zastosowania hipertermii w onkologii. Opracowałem metody obliczeniowe i oprogramowanie, które pozwoliły ocenić skuteczność wykorzystania płynu magnetycznego podczas stymulacji polem magnetycznym. Wyniki tych prac zostały opublikowane w artykule pt. *"The application of magnetic fluid hyperthermia to breast cancer treatment"* (Przegląd Elektrotechniczny) [5], a następnie rozszerzone w zaakceptowanym do druku artykule pt. *"The Use of Magnetic Nanoparticles in Low Frequency Inductive Hyperthermia "* (COMPEL) [12a]. Metodyka rozwiązania problemu jest podobna do tej zaprezentowanej kilka lat wcześniej w artykule [8]. Tutaj również zadanie zostało podzielone na kilka etapów:

1) W pierwszym kroku wyznaczamy rozkład gęstości prądu w cewkach wysoko prądowych. Jest to szczególnie ważne jeśli modelujemy osobno pojedyncze zwoje.

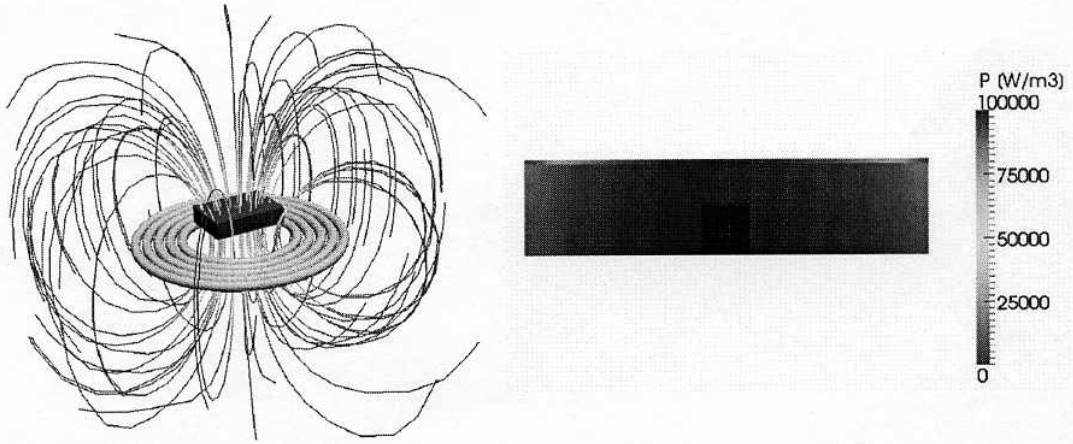
2) Następnie obliczamy pole magnetyczne pochodzące od tych cewek rozwiązując równanie na magnetyczny potencjał wektorowy:

$$\nabla \cdot \nabla A_s = -\mu_0 J \quad . \tag{10}$$

3) W kolejnym etapie rozwiązujemy równanie (7) w celu wyznaczenia potencjału skalarnego w fantomie tkanki ludzkiej.

4) Ostatecznie wykorzystując równanie (8) obliczamy wektor gęstości prądu w modelu.

Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, że zjawisko prądów wirowych nie ma co prawda znaczącego wpływu na podgrzewanie płynu magnetycznego. Jednak należy je rozpatrywać z powodu znacznego natężenia pola w zewnętrznych warstwach skóry i potencjalnego zagrożenia dla bezpieczeństwa pacjenta.



Rys. 5 Modelowanie wzbudzenia magnetycznego w fantomie weryfikującym skuteczność terapii hipertermii [5,12a]. Po prawej stronie rozkład gęstości mocy na przekroju modelu.

W ciągu ośmiu ostatnich lat, czyli od momentu uzyskania doktoratu regularnie uczestniczyłem w konferencjach naukowych w kraju i na świecie. Przedstawione w autoreferacie wyniki były szeroko opisane i dyskutowane w ramach 50 referatów prezentowanych na konferencjach takich jak[3]: COMPUMAG, ISTET, EHE, SPETO, ZkWE, CPEE, PTZE, IGTE, SAEM, EMF, CEFC. Cenię sobie także inspirujące dyskusje podczas seminariów Zakładu Elektrotechniki Teoretycznej i Informatyki Stosowanej na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej.

Na zakończenie opisu swoich dokonań naukowych chciałbym wspomnieć jeszcze krótko o kilku pracach, które znajdują się nieznacznie poza głównym nurtem moich zainteresowań - bioelektromagnetyzmem obliczeniowym. Artykuł *"Analiza możliwości wykorzystania rozproszonych tablic mieszających w WSN"* (Przegląd Elektrotecznicznyy) [2] mieści się w obszarze

3 Pełne nazwy konferencji zostały zamieszczone z załączniku g) dotyczącym współpracy międzynarodowej.

zastosowania nowoczesnych metod informatycznych w systemach pomiarowych. Praca *"Dokładna lokalizacja położenia elektrod EEG przy pomocy elektromagnetycznego digitizera"* (Przegląd Elektrotechniczny) [4] wynikła z rozwiązania problemu geometrycznego, który pojawił się podczas współpracy z dr. med. T. Zyssem. Współpracowałem także przy tworzeniu artykułu o metodach projektowania i optymalizacji w zastosowaniach elektromagnetycznych, pod tytułem *"Distributed Evolutionary Algorithm for Optimization in Electromagnetics"* (IEEE Transactions on Magnetics), [10].

Działalność dydaktyczna i popularnonaukowa

Bezpośrednio po obronie doktoratu w roku 2003 zostałem zatrudniony na stanowisku adiunkta w Instytucie Elektrotechniki Teoretycznej i Systemów Informacyjno-Pomiarowych na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej. Moje obowiązki dydaktyczne związane są z prowadzeniem zajęć na kierunkach Elektrotechnika oraz Informatyka, zarówno na pierwszym (studia inżynierskie) jak i na drugim stopniu (studia magisterskie).

Samodzielnie opracowałem materiały dydaktyczne i prowadzę wykłady z pięciu przedmiotów. Na kierunku Elektrotechnika są to: „Podstawy elektromagnetyzmu", „Bezpieczeństwo systemów informatycznych", „Electromagnetic Fields" (w języku angielskim). Na kierunku Informatyka prowadzę wykłady z przedmiotu „Ochrona danych w systemach informatycznych" oraz „Języki formalne i kompilatory". Uczę także na studiach podyplomowych zatytułowanych „Metody i narzędzia inżynierii oprogramowania". Pod moją opieką zostało obronionych 13 prac magisterskich i 6 inżynierskich, których tematyka w większości przypadków jest zbieżna z wyżej wymienionymi przedmiotami.

Od wielu lat jestem zdecydowanym zwolennikiem oprogramowania otwartych źródeł (ang. open source). Uważam, że model otwartej współpracy jest szczególnie cenny w środowisku akademickim, gdzie celem jest powinno być poszukiwanie rozwiązań uniwersalnych i wspólnych. Dzięki możliwościom komunikacyjnym wprowadzonym przez sieć Internet tego typu wartości nabierają nowego wymiaru. Od 2006 roku jestem członkiem międzynarodowego stowarzyszenia Internet Society, które stawia sobie za cel wspieranie społeczeństwa ery Internetu.

Chcąc rozwijać powyższe idee wspólnie z dr. inż. Łukaszem Makowskim zainicjowaliśmy powstanie studenckiego Koła Naukowego Otwartych Technologii Informatycznych i Komputerowych (KOTIK) na Politechnice Warszawskiej. Mimo że Koło działa dopiero rok, ma już

za sobą kilka zorganizowanych szkoleń i seminariów. Prowadzi także projekt wyróżniony grantem rektorskim.

Staram się łączyć swoje zainteresowania naukowe i dydaktyczne z pracą w środowisku open-source. Chcąc przybliżyć polskim użytkownikom najlepsze oprogramowanie, opracowałem tłumaczenia dwóch dużych pakietów dydaktycznych:

- Program Cryptool[4] to uniwersalne narzędzie do nauki o kryptografii i metodach jej stosowania. Zakres demonstrowanych algorytmów jest bardzo szeroki, poczynając od historycznych algorytmów szyfrowania, przez schematy podpisu cyfrowego z kluczem publicznym, aż do kryptografii krzywych eliptycznych. Tłumaczenie zostało zaakceptowane przez lidera projektu prof. Bernharda Esslinger z University of Darmstadt i włączone do oficjalnej wersji.
- Agros2D[5] to przyjazny program do modelowania dwuwymiarowych problemów polowych. Doskonale sprawdza się jako pomocnicze narzędzie dydaktyczne na kursie Podstawy Elektromagnetyzmu. Polskie tłumaczenie powstało w porozumieniu z liderem projektu Pavlem Karbanem i od roku 2010 jest dostępne w oficjalnych wersjach.

Oba programy dostępne są za darmo na stronach internetowych i mogą być wykorzystywane bez ograniczeń. Programy te są wykorzystywane na kilku polskich uczelniach, a tysiące użytkowników zainstalowało je na swoich komputerach.

Do popularyzacji nauki należy też zaliczyć uczestnictwo w dwóch konferencjach organizowanych dla przedstawicieli administracji i biznesu, w których zabierałem głos mówiąc o kwestiach bezpieczeństwa w oprogramowaniu open-source. Zajmuję się także upowszechnianiem wiedzy naukowej poprzez edycję haseł Wikipedii.

4 Projekt Cryptool, http://www.cryptool.org
5 Projekt Agros2D, http://agros2d.org

Podsumowanie

Celem niniejszego autoreferatu było przedstawienie dorobku dr. inż. Bartosza Sawickiego od momentu uzyskania przez niego stopnia doktora w roku 2003. Podstawowym osiągnięciem naukowym jest jednotematyczny cykl publikacji w czasopismach będących w bazie JCR. Cykl ten składa się głównie z ośmiu artykułów [11,8,9,7,6,3,1,5], które definiują oś dorobku naukowego habilitanta. Zachowując właściwe spojrzenie krytyczne można twierdzić, że opisany cykl publikacji stanowi znaczący wkład w rozwój elektrotechniki.

Osiągnięcia naukowe habilitanta dotyczą rozwoju metod modelowania numerycznego zagadnień stymulacji elektrycznej i magnetycznej ciała człowieka. Do oryginalnych osiągnięć autora należy zaliczyć przedstawienie rozwiązań dla następujących problemów: wpływ implantów metalowych na skuteczność stymulacji magnetycznej, precyzyjne modelowanie rozkładu pola elektrycznego przy elektrodach stymulacyjnych, a także wydajne i dokładne modelowania stymulacji magnetycznej przy pomocy skalarnego potencjału elektrycznego.

Dr. Sawicki wykazuje istotną aktywność na polu współpracy naukowej, dydaktyki i popularyzacji osiągnięć nauki. Odbył 12 miesięczny staż podoktorski na University of Calgary i stale współpracuje w trzech międzynarodowych projektach naukowych. Jest także aktywnym wykładowcą akademickim prowadzącym pięć przedmiotów na kierunkach Elektrotechnika i Informatyka. W ciągu ostatnich ośmiu lat został opiekunem łącznie 19 prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich. Ponadto habilitant aktywnie propaguje i rozwija oprogramowanie typu open-source traktując to jako sposób na popularyzację nauki.

Bartosz Sawicki