

## OPINIA

o dorobku naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym  
doktor inżynier Magdaleny Szczerbowskiej-Boruchowskiej  
w związku z ubieganiem się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

### A) Ocena rozprawy habilitacyjnej

Rozprawa habilitacyjna doktor inżynier Magdaleny Szczerbowskiej-Boruchowskiej zatytułowana "**Rozwój metod jakościowego i ilościowego mikro-obrazowania chemicznego tkanek z zastosowaniem promieniowania X i ich wykorzystanie dla potrzeb neuropatologii**" wskazana jako osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 16 pkt 2 Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi poprawkami, jest jedno-tematycznym zbiorem publikacji w czasopismach naukowych znajdujących się w bazie Journal Citation Report, opublikowanych przez Habilitantkę w ostatnich pięciu latach:

H-1) M. Szczerbowska-Boruchowska. X-ray fluorescence spectrometry, an analytical tool in neurochemical research. *X-Ray Spectrometry* **37** (2008) 21–31,

H-2) M. Z. Kastyak, M. Szczerbowska-Boruchowska, D. Adamek, B. Tomik, M.Lankosz, K. M. Gough. Pigmented creatine deposits in amyotrophic lateral sclerosis central nervous system tissues identified by synchrotron Fourier Transform Infrared microspectroscopy and X-ray fluorescence spectromicroscopy. *Neuroscience*. **166** (2010) 1119–1128,

H-3) M. Szczerbowska-Boruchowska, M. Lankosz, M. Czyzycki, D. Adamek. An integrated experimental and analytical approach to the chemical state imaging of iron in brain gliomas using X-ray absorption near edge structure spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, **699** (2011) 153-160,

H-4) M. Szczerbowska-Boruchowska, M. Lankosz, D. Adamek. First step toward the "fingerprinting" of brain tumors based on synchrotron radiation X-ray fluorescence and multiple discriminant analysis. *Journal of Biological Inorganic Chemistry*. **6** (2011)1217–1226,

H-5. M. Szczerbowska-Boruchowska, Z. Stegowski, M. Lankosz, M. Szpak, D. Adamek. A synchrotron radiation micro-X-ray absorption near edge structure study of sulfur speciation in human brain tumors - a methodological approach – *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* **27** (2012) 239 - 247,

H-6) M. Szczerbowska-Boruchowska. Sample thickness considerations for quantitative X-ray fluorescence analysis of the soft and skeletal tissues of the human body. *X-Ray Spectrometry* 41 (2012), 328-337,

H-7. M. Szczerbowska-Boruchowska, A. Krygowska-Wajs, D. Adamek - Elemental microimaging and quantification of human substantia nigra using synchrotron radiation based X-ray fluorescence - in relation to Parkinson's disease. *Journal of Physics: Condensed Matter* 24 (2012) 244104 (11pp),

H-8. M. Szczerbowska-Boruchowska, A. Krygowska-Wajs, A. Ziomber, P. Thor, P. Wrobel, M. Bukowczan, I. Zizak. The influence of electrical stimulation of vagus nerve on elemental composition of dopamine related brain structures in rats. *Neurochemistry International* 61 (2012) 156–165.

Zbiór ten zawiera sześć oryginalnych artykułów wielo-autorskich w których jest pierwszym autorem i dwa Jej wyłącznego autorstwa. Wszystkie te prace, liczące łącznie prawie 80 stron ukazały się w renomowanych czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu, w tym po dwa w *X-Ray Spectrometry* (*Impact Factor* = 1.390, 1.445) i po jednej w *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* (IF = 3.220), *Journal of Physics: Condensed Matter* (IF = 2.546), *Analytica Chimica Acta* (IF = 4.555), *Journal of Biological Inorganic Chemistry* (IF = 3.289), *Neurochemistry International* (IF = 2.857) i *Neuroscience* (IF = 3.215). Już sam fakt opublikowania prac w czasopismach o takich impaktach świadczy o ich wysokim poziomie naukowym. Łączny IF prac wchodzących w skład rozprawy wynosi 22.517, co daje średni IF=2.815 na jedną publikację. To, że większość prac wchodzących w skład rozprawy nie jest jedno-autorska wynika z realiów współczesnych badań w naukach doświadczalnych, zwłaszcza tych wykonywanych na wielkich urządzeniach badawczych. Prowadzone są one zwykle w kilku-, lub wielo-osobowych zespołach, często o międzynarodowym składzie, stąd więc oryginalne artykuły badawcze są w zdecydowanej większości wielo-autorskie.

W parciu o powyższe fakty oraz załączone oświadczenia współautorów stwierdzam, że **doktor inżynier Magdalena Szczerbowska-Boruchowska ma wyłączny wkład w powstanie dwóch prac i dominujący wkład w powstanie pozostałych sześciu publikacji stanowiących Jej osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 16 pkt 2 Ustawy.**

Obszar naukowy, w którym lokalizują się wyżej wymienione prace rozciąga się od podstawowych zagadnień dotyczących metodologii rentgenowskiej analizy i mikroanalizy fluorescencyjnej (XRF), poprzez zagadnienia jakościowej, ilościowej i topograficznej analizy zawartości pierwiastków i dodatkowo - określania stopni utlenienia i ich map dla poszczególnych pierwiastków za pomocą metody absorpcji przy-krawędziowej promieniowania X (XANES) w odniesieniu do badań tkanek ośrodkowego układu

nerwowego. Ten niezmiernie szeroki zakres - od podstaw zjawisk fizycznych poprzez chemię, biochemię, do neuropatologii, obejmujący także szczegółowe aspekty metod badawczych (XRF, XANES) - można zobaczyć już choćby w zestawieniu tytułów czasopism naukowych, w których prace zostały opublikowane.

Zagadnienia związane z podstawami oznaczania pierwiastków śladowych metodą XRF w próbkach biologicznych były przedmiotem pracy opublikowanej w X-Ray Spectrometry (H-6). Habilitantka przebadła aspekty oznaczania ilościowego pierwiastków o znacznie różniących się liczbach atomowych (od fosforu do strontu) w próbkach o różnym składzie biochemicznym, różnych sposobach przygotowania i gęstościach powierzchniowych. W oparciu o przeprowadzone obliczenia i eksperymenty sformułowała metodykę ilościowej analizy XRF dla tkanek miękkich i kostnych, szczególnie ważną dla pomiarów mikroskopowych. Stanowi to Jej indywidualny wkład w rozwój narzędzi w tej dziedzinie badań.

W ilościowej analizie XRF bardzo ważnym zagadnieniem jest użycie odpowiednich materiałów referencyjnych, a nie zawsze próbki wzorcowe dostępne komercyjnie się do tego celu nadają, zwłaszcza gdy jest wymagana ich duża jednorodność, na przykład do pomiarów mikroskopowych. Dr inż. Szczerbowska-Boruchowska opracowała metodę preparatyki próbek wzorcowych o wysokim stopniu jednorodności i zweryfikowała ich jakość w pomiarach metodą rentgenowskiej mikroanalizy fluorescencyjnej przeprowadzonych na wiązce synchrotronowej (prace H-7, H-8).

W obszarze zastosowań rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej dla potrzeb neuropatologii Habilitantka prowadziła badania nad stwardnieniem zanikowym bocznym. Wykonała między innymi obrazowanie składu biochemicznego złogów kreatyny za pomocą rentgenowskiej mikroanalizy fluorescencyjnej i mikrospektroskopii w podczerwieni na tych samych obszarach próbki, wykorzystując promieniowanie synchrotronowe (praca H-2). Na tej podstawie oceniono zwiększone wytwarzanie złogów kreatyny jako wskaźnik dysfunkcyjnych procesów oksydacyjnych. Bardzo interesujące wyniki uzyskane zostały w badaniach neuronów istoty czarnej mózgu w próbkach pobranych z mózgów osób zmarłych z chorobą Parkinsona (praca H7). Mapy zawartości poszczególnych pierwiastków otrzymane za pomocą mikroanalizy fluorescencyjnej na wiązce synchrotronowej dostarczyły informacji o ich rozkładzie w komórkach nerwowych i ich otoczeniu. Wyniki zostały poddane analizie statystycznej obejmującej testy porównań, analizę dyskryminacyjną i analizę skupień. Pokazały one zróżnicowanie neuronów istoty czarnej przypadków choroby Parkinsona i grupy kontrolnej pod względem zawartości kilku charakterystycznych pierwiastków.

Bardzo ciekawy eksperyment powiązany z badaniami choroby Parkinsona został przeprowadzony na szczurach (praca H-8). Polegał on na stymulacji nerwu błędnego,

a następnie - badaniach zmian składu pierwiastkowego w odpowiednich mikroobszarach mózgu. Określono również potencjalne procesy za pośrednictwem których pierwiastki wykazujące anomalie mogą uczestniczyć w procesach biochemicznych towarzyszących chorobie Parkinsona.

Badania metodą synchrotronowej mikroanalizy rentgenowskiej przeprowadzone również zostały dla przypadków nowotworów mózgu (praca H-4). Opracowany model funkcji dyskryminacyjnych pozwolił na jednoznaczne rozróżnienie poszczególnych grup nowotworów, zgodne z diagnozą histopatologiczną. Dla siarki i żelaza, jako najbardziej różnicujących nowotwory mózgu, przeprowadzone zostało obrazowanie stopni utlenienia metodą rentgenowskiej absorpcji przykrawędziowej XANES, (prace H-5, H-3). Aby uzyskać "kontrast" stopni utlenienia zastosowano różne wartości energii wiązki padającej, tak aby wzbudzała selektywnie wybrany stopień (stopnie) utlenienia, to jest te, których krawędzie absorpcji leżą poniżej energii wiązki padającej. Habilitantka wprowadziła tutaj również metodę uzgadniania map rozkładów otrzymanych przy różnych energiach wzbudzenia, przeprowadzając dodatkowo obrazowanie metodą rentgenowskiej mikroanalizy fluorescencyjnej (praca H-5).

W omawianym zbiorze publikacji znajduje się również artykuł przeglądowy wyłącznego autorstwa dr inż Szczerbowskiej-Boruchowskiej, przedstawiający zastosowanie rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej, metody XANES oraz innych najbardziej nowoczesnych metod współczesnej fizyki w badaniach tkanek ośrodkowego układu nerwowego (praca H-1). Zaprezentowane są tu najnowsze osiągnięcia w tej dziedzinie uzyskane zarówno przez innych badaczy, jak i przez Autorkę, która podkreśla i przekonująco uzasadnia konieczność rozwijania nowoczesnych metod analizy i obrazowania w mikro- i nanoskali oraz konieczność dostosowania metodyki badań na istniejących urządzeniach tak, aby spełniała warunki wymagane w badaniach biochemicznych.

Biorąc pod uwagę przeanalizowane powyżej osiągnięcia naukowe zawarte w przedstawionym zbiorze publikacji (prace H-1 do H8) stwierdzam, że stanowią one znaczny wkład w rozwój **jakościowego i ilościowego mikro-obrazowania tkanek z zastosowaniem promieniowania X i ich wykorzystania dla potrzeb neuropatologii, znakomicie wypełniając kryterium art. 16 pkt 2 Ustawy odnośnie rozprawy habilitacyjnej.**

**B) Ocena osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej.**

Pani dr inż. Magdalena Szczerbowska-Boruchowska jest absolwentką kierunku fizyki technicznej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Stopień doktora uzyskała po

ukończeniu studiów doktoranckich na Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej (obecnie Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej) AGH na podstawie rozprawy doktorskiej zatytułowanej "Promieniowanie X w badaniach składu pierwiastkowego tkanki ośrodkowego układu nerwowego człowieka", której promotorem był prof. dr hab. inż. Marek Lankosz. Przed uzyskaniem stopnia doktora opublikowała dwie prace w czasopismach indeksowanych w bazie JCR i jest ich pierwszym autorem, jako osoba, która wniosła dominujący wkład w ich powstanie. Oprócz tego jest pierwszym autorem trzech prac i dalszym - trzech kolejnych prac nie notowanych przez tą bazę, co łącznie świadczy o Jej dużej aktywności naukowej już w tym okresie.

Po uzyskaniu stopnia doktora pogłębiła i rozszerzyła zakres badań tkanek ośrodkowego układu nerwowego pod kątem wykorzystania ich jako wsparcia diagnostyki histopatologicznej, w poszukiwaniu markerów biochemicznych w schorzeniach neurologicznych oraz w badaniach nad patogenezą schorzeń neurodegeneracyjnych i nowotworów mózgu. Prace badawcze prowadziła zarówno w oparciu o eksperymenty w laboratoriach synchrotronowych za granicą, jak i o bazę eksperymentalną macierzystej jednostki - Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH, zawierającą między innymi wysokiej klasy aparaturę do rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej, którą poszerzyła o pozyskaną przez Nią aparaturę do mikroanalizy spektroskopowej w podczerwieni.

Łączna liczba prac opublikowanych przez Habilitantkę w czasopismach notowanych w bazie JCR na czas kompletowania dokumentacji przewodu habilitacyjnego (11.09.2012) wynosiła 23, a łączny *Impact Factor* tych publikacji wynosił 50.75, co daje wysoką średnią przypadającą na jedną publikację ok. 2.2. Łączna liczba publikacji w czasopismach nieuwzględnionych w bazie JCR wynosiła 20, a liczba opracowań dokumentacji prac badawczych - 3. Łączna liczba cytowań publikacji według bazy *Web of Science* wynosiła 160 (130 po odjęciu auto-cytowań), a indeks Hirscha osiągnął wartość 9. Wysokie wartości powyższych wskaźników, będących miarą oddziaływania publikacji na środowisko naukowe, świadczą o dużym znaczeniu badań naukowych prowadzonych przez Habilitantkę i o wysokim zainteresowaniu wynikami Jej prac.

Pani dr inż. Szczerbowska-Boruchowska kierowała trzynastoma projektami na wielkich urządzeniach badawczych w ośrodkach niemieckich i francuskich, a także projektem inwestycyjnym z Funduszu Nauki Polskiej na laboratorium mikrospektroskopii w podczerwieni. Była też uczestniczką jedenastu innych projektów zagranicznych i czterech krajowych. Jej działalność naukowa została wyróżniona nagrodą im. Prof. Zbigniewa Engela za najlepszą pracę w dziedzinie badań podstawowych oraz nagrodą indywidualną i dwoma nagrodami zbiorowymi Rektora AGH za osiągnięcia w pracy naukowej. Wyniki swoich badań przedstawiała w 44 prezentacjach ustnych lub plakatowych, głównie na konferencjach

i sympoziach międzynarodowych. Wygłosiła także trzy referaty zaproszone na sympoziach i seminarium w ośrodkach synchrotronowych we Francji i w Niemczech.

Dorobek dydaktyczny i popularyzatorski oraz w zakresie współpracy międzynarodowej Habilitantki obejmuje:

- udział w konsorcjum projektu DASIM, 6PR UE, SSE, 2005-2008,
- 7 kilkutygodniowych pobytów badawczych w ośrodkach synchrotronowych w Niemczech, Francji i Wielkiej Brytanii,
- współpracę z ośrodkami w Kanadzie, Francji i Niemczech oraz z czterema jednostkami Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego,
- przygotowanie i prowadzenie zajęć z fizyki oraz czterech przedmiotów specjalistycznych dla studentów macierzystego Wydziału i innych Wydziałów AGH,
- utworzenie i prowadzenie laboratorium w podczerwieni dla potrzeb badań naukowych i dydaktyki,
- opieka nad 17 pracami magisterskimi i inżynierskimi wyróżniona nagrodami dla opiekuna pracy magisterskiej w konkursie Diamenty AGH za I i II miejsce w kategorii prac aplikacyjnych,
- wygłoszenie 5 wykładów popularyzujących tematykę naukową na seminariach w Uniwersytecie Jagiellońskim i AGH,
- udział w pracach komisji rekrutacyjnej Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH jako zastępca przewodniczącego / członek,
- recenzowanie publikacji naukowych w czterech zagranicznych czasopismach o międzynarodowym zasięgu,
- ocena raportu końcowego projektu POIG 2.2. pt. Narodowe Laboratorium Technologii Kwantowych,
- praca w charakterze eksperta programu Innowacyjna Gospodarka.

**Biorąc pod uwagę przedstawioną powyżej analizę osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej dr inż. Magdaleny Szczerbowskiej-Boruchowskiej, a także Jej omówione wcześniej osiągnięcia stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej i bardzo ważnych zastosowań interdyscyplinarnych stwierdzam, że spełniają one wyróżniająco wymagania ustawowe na stopień doktora habilitowanego.**

Czesław Kapusta