

## **Recenzja**

### **w postępowaniu habilitacyjnym Pani dr Elżbiety Olejarczyk**

Niniejsza recenzja została napisana w odpowiedzi na pismo o sygnaturze SRN/003/32/2021 Pani prof. dr hab. inż. Doroty Pijanowskiej Zastępcy Dyrektora Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej Polskiej Akademii Nauk wysłane w związku z decyzją Dyrektora IBIB PAN z dnia 11 maja 2021 r. (pismo o sygnaturze SN/003/21/2021) o powołaniu mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr Elżbiety Olejarczyk. Ocena została przygotowana na podstawie materiałów przesłanych mi razem z wymienionymi powyżej pismami oraz z wykorzystaniem ogólnie dostępnych informacji dotyczących działalności naukowej Habilitantki, znajdujących się w bazach Web of Science oraz Google Scholar, zgodnie z wymaganiami i kryteriami oceny zawartymi w:

- Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 Nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami)
- Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668).
- Rozporządzeniu MNiSW z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U 2011 Nr 196, poz. 1165).

### **1. Sylwetka Habilitantki**

Dr Elżbieta Olejarczyk w 1990 roku ukończyła Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, otrzymując tytuł magistra fizyki. Swoją karierę naukową rozpoczęła w roku 1993, wyjeżdżając na czteroletni staż naukowy (lata 1993-1997) na University of L'Aquila, Faculty of Physics (Włochy). Dwa lata po zakończeniu stażu, pierwszego czerwca 1999 r., rozpoczęła pracę w Instytucie Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęcza Polskiej Akademii Nauk, gdzie pracuje do dnia dzisiejszego. W roku 2003 obroniła pracę doktorską pt. „Analysis of EEG signals using fractal dimension”, uzyskując stopień doktora nauk technicznych nadany uchwałą Rady Naukowej Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN z dnia 1 lipca 2003 r. Promotorem rozprawy był doc. dr hab. Włodzimierz Klonowski. W trakcie pracy w IBIB PAN Habilitantka odbyła, w latach 2011 – 2013 cztery krótkie 1-3 miesięczne staże naukowe, jeden w Finlandii (Tampere University of Technology) oraz trzy na uczelniach włoskich (Fondazione Universita „Gabriele d'Annunzio” oraz University of Rome „La Sapienza”). Jeżeli chodzi o wcześniejsze postępowania habilitacyjne Habilitantki, to w autoreferacie nie zostały przedstawione informacje na temat tego, czy postępowania takie miały miejsce, jednak na stronie internetowej IBIB PAN (<https://www.ibib.waw.pl/pl/stopnie-naukowe/postepowania-habilitacyjne/969-elzbieta-olejarczyk>) znajduje się dokumentacja z przebiegu wcześniejszego postępowania habilitacyjnego Habilitantki, które zakończyło się w

roku 2020 uchwałą o odmowie nadania stopnia doktora habilitowanego (uchwała nr 9/2020 z dnia 3 marca 2020 r.)

Zainteresowania naukowe dr Elżbiety Olejarczyk skupiają się na analizie sygnałów elektroencefalograficznych, ze szczególnym uwzględnieniem zmian zachodzących w parametrach rejestrowanych sygnałów wynikających ze zmian aktywności mózgowej związanych z wiekiem, chorobami neurologicznymi oraz różnymi stanami świadomości.

## 2. Ocena osiągnięcia naukowego

Pani dr Elżbieta Olejarczyk jako swoje osiągnięcie naukowe (w rozumieniu Art. 16 ust. 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 Nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami, w tym Dz.U. 2017 poz. 1789)) przedstawiła 12 publikacji oraz jedno osiągnięcie technologiczne. Tytuł osiągnięcia nie został podany w autoreferacie. Elementy wchodzące w skład osiągnięcia zostały wymienione poniżej (w kolejności zgodnej z podaną w autoreferacie):

1. **Olejarczyk E**, Zuchowicz U, Wozniak-Kwasniewska A, Kaminski M, Szekely D, David O. "The Impact of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Functional Connectivity in Major Depressive Disorder and Bipolar Disorder Evaluated by Directed Transfer Function and Indices Based on Graph Theory." *International journal of neural systems* 30.04 (2020): 2050015.
2. Zuchowicz U, Wozniak-Kwasniewska A, Szekely D, **Olejarczyk E**, David O. "EEG phase synchronization in persons with depression subjected to transcranial magnetic stimulation." *Frontiers in neuroscience* 12 (2019): 1037.
3. Lebiecka K, Zuchowicz U, Wozniak-Kwasniewska A, Szekely D, **Olejarczyk E**, David O. "Complexity analysis of EEG data in persons with depression subjected to transcranial magnetic stimulation." *Frontiers in physiology* 9 (2018): 1385.
4. **Olejarczyk E**, Jernajczyk W. "Graph-based analysis of brain connectivity in schizophrenia." *PLoS One* 12.11 (2017): e0188629.
5. **Olejarczyk E**, Bogucki P, Sobieszek A. "The EEG split alpha peak: phenomenological origins and methodological aspects of detection and evaluation." *Frontiers in neuroscience* 11 (2017): 506.
6. **Olejarczyk E**, Marzetti L, Zappasodi F, Pizzella V. "Comparison of connectivity analyses for resting state eeg data." *Journal of Neural Engineering* 14.3 (2017).
7. Cottone C, Porcaro C, Cancelli A, **Olejarczyk E**, Salustri C, Tecchio F. "Neuronal electrical ongoing activity as a signature of cortical areas." *Brain Structure and Function* 222.5 (2017): 2115-2126.
8. Zappasodi F, Marzetti L, **Olejarczyk E**, Tecchio F, Pizzella V. "Age-related changes in electroencephalographic signal complexity." *PloS one* 10.11 (2015): e0141995.
9. Zappasodi F, **Olejarczyk E**, Marzetti L, Assenza G, Pizzella V, Tecchio F. "Fractal dimension of EEG activity senses neuronal impairment in acute stroke." *PLoS One* 9.6 (2014): e100199.
10. **Olejarczyk E**, Jozwik A, Zmyslowski W, Sobieszek A, Marciniak R, Byrczek T, Jalowiecki P, Bem T. "Automatic detection and analysis of the EEG Sharp Wave–Slow Wave patterns evoked by fluorinated inhalation anesthetics." *Clinical Neurophysiology* 123.8 (2012): 1512-1522
11. **Olejarczyk E**, Sobieszek A, Rudner R, Marciniak R, Wartak M, Stasiowski M, Jalowiecki P. "Spectral analysis of the EEG-signal registered during anaesthesia induced by propofol

and maintained by fluorinated inhalation anaesthetics." *Biocybernetics Biomed Eng* 30 (2010): 55-70.

12. **Olejarczyk E**, Sobieszek A, Rudner R, Marciniak R, Wartak M, Stasiowski M, Jalowiecki P. "Evaluation of the EEG-signal during volatile anaesthesia: methodological approach." *Biocybernetics and Biomedical Engineering* 29.1 (2009): 3-28.
13. Klonowski W, **Olejarczyk E**, Stepień R. Wdrożenie trzech programów z interfejsem graficznym w C++ do platformy Tecnologias de Microelectrónica SA: 1) do monitorowania snu (program FRAST), 2) do monitorowania czujności u kierowców (FRAMON), 3) do monitorowania głębokości anestezji (FRANES), 2006

W pierwszej kolejności chciałabym się odnieść do pozycji nr 13 zgłoszonego osiągnięcia, zatytułowanej 'Wdrożenie trzech programów z interfejsem graficznym w C++ do platformy Tecnologias de Microelectrónica SA'. W zasadzie trudno jest w jakikolwiek sposób ocenić to osiągnięcie, ponieważ stanowi ono jedynie tytuł na liście (nie została załączona żadna dokumentacja umożliwiająca zapoznanie się z oprogramowaniem). Ponadto, w deklaracji dołączonej do wniosku jest informacja o tym, że Habilitantka była jednym z członków zaangażowanych w rozwój aplikacji w części związanej z obliczaniem wymiaru fraktalnego. Jak duży był to zespół i jak znacząca była praca Habilitantki na tle całości również nie wiadomo. **Z uwagi na brak możliwości zapoznania się ze wskazanym oprogramowaniem, pomijam pozycję nr 13 osiągnięcia w mojej ocenie.**

Wszystkie 12 publikacji zgłoszonych jako osiągnięcie habilitacyjne jest ulokowanych w czasopiśmie przypisanym do dyscypliny inżynieria biomedyczna (zgodnie z wykazem czasopism naukowych stanowiących załącznik do komunikatu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 31 lipca 2019r). Z formalnego punktu widzenia ich miejsce ulokowania daje więc podstawę do wnioskowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie inżynieria biomedyczna. Liczba zgłoszonych publikacji, ich sumaryczny impact factor (wynoszący 42.108 punktów) oraz ich wartości punktowe wynikające z listy MNiSW (10 publikacji 100-punktowych oraz 2 publikacje 140-punktowe) również ilościowo w pełni spełniają wymagania Rozporządzenia MNiSW z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U 2011 Nr 196, poz. 1165). Abstrahując jednak od ilościowej oceny zgłoszonego osiągnięcia należy zastanowić się czy merytoryczna zawartość przedstawionych przez Habilitantkę publikacji oraz zawarte w nich wnioski również są wystarczające do uznania, że zgłoszone osiągnięcie jest wystarczające do nadania stopnia doktora habilitowanego.

Przedstawiony cykl publikacji obejmuje 3 kierunki badań: i) analizę sygnałów EEG rejestrowanych podczas anestezji wziewnej (prace 10-12); ii) zastosowanie metody wymiaru fraktalnego w analizie sygnału EEG (prace 7-9); iii) zastosowanie metod z teorii grafów do analizy połączeń funkcjonalnych w mózgu (prace 1-6).

Analizę publikacji przeprowadzę w kolejności chronologicznej, rozpoczynając od trzech publikacji mieszczących się w zakresie pierwszego z wskazanych kierunków, analizy sygnałów EEG rejestrowanych podczas anestezji wziewnej (publikacje oznaczone numerami 10-12). W pierwszej publikacji z tego okresu (publikacja nr 12, 75% wkład Habilitantki) dokonano analizy zmian sygnału EEG na poszczególnych etapach anestezji podczas aplikacji anestetyków wziewnych. W pracy wykorzystano metody stosowane standardowo w analizie sygnału EEG (wymiar fraktalny, średnia koherencja fazy, transformata falkowa, krótkoczasowa transformata Fouriera), dokładnie ilustrując uzyskane za ich pomocą wyniki. Ta ilustracyjna część publikacji

posiada pewną wartość informacyjną, w tym sensie, że pokazuje korelacje występujące między metodami, czyli pokazuje jak zmiany sygnału pojawiające się wraz ze zmianą stężenia anestetyku (wyrażonego w jednostkach MAC) są reprezentowane przez poszczególne metody. Problematiczne jest jednak to, że przedstawione w publikacji wykresy odnoszą się każdorazowo do pojedynczych pacjentów (poza wykresem nr 8, który przedstawia dane dwóch pacjentów). Jedyna zbiorcza analiza przedstawiona w pracy (tabela 1) pokazuje uśredniony (po 12 podmiotach) procentowy spadek wartości wymiaru fraktalnego oraz spójności fazy występującej między rozpoczęciem anestezji i początkiem regionu burst-suppression wyznaczony dla sygnału zarejestrowanego z elektrod umieszczonych nad korą czołową. Pozostałe wnioski, związane przede wszystkim z czasowo-częstotliwościowym zachowaniem sygnału na poszczególnych etapach anestezji, nie zostały poparte zbiorczymi wynikami. Oczywiście jest, że w publikacji dokładne zilustrowanie wyników wszystkich podmiotów nie byłoby możliwe, jednak pewien pogląd o sile zaobserwowanych zależności dałoby choćby wskazanie dla ilu spośród 12 pacjentów dane zależności zachodziły. W tym miejscu pojawia się również pewna nieścisłość między autorefereatem Habilitantki, w którym napisano, że przedstawione w pracy zależności „zostały porównane dla różnych anestetyków wziewnych”, a publikacją, w której nie zawarto wyników adekwatnych analiz porównawczych.

W kolejnej publikacji poruszającej tematykę anestezji wziewnej (publikacja nr 11, 80% wkład Habilitantki) dokonano analizy zmian aktywności mózgowej w czterech klasycznych pasmach częstotliwości (delta, teta, alfa i beta) w odpowiedzi na zmiany stężenia anestetyku. Analizy dokonano w rozbiciu na trzy rodzaje anestetyków, które podano 64 pacjentom. Tym razem Habilitantka wraz z zespołem skoncentrowała się na jednej metodzie analizy sygnału (analizie spektralnej) oraz jednym sygnale (zarejestrowanym z okolicy czołowej), co pozwoliło na przeprowadzenie znacznie bardziej szczegółowej analizy i wyciągnięcie znacznie lepiej uzasadnionych wniosków. Jedynym minusem omawianej publikacji była bardzo ograniczona bibliografia (9 pozycji, w tym 2 pozycje Habilitantki) i wynikający z tej przyczyny brak szerszego porównania uzyskanych wyników z wynikami przedstawionymi w publikacjach innych autorów (zgodnie z wyszukiwarką Google Scholar prace takie były dostępne przed rokiem 2010 – lista wyników zwróconych dla zapytania „anesthesia eeg monitoring” obejmuje ponad 30 stron).

Trzecia z publikacji z pierwszego kierunku badawczego (publikacja nr 10, 64% wkład Habilitantki) przedstawia zaproponowaną przez Autorów metodę detekcji wzorca iglica-fala wolna. Opublikowana metoda była przedmiotem zgłoszenia patentowego BPP/4285/2010. Samo podejście zaproponowane przez Autorów do identyfikacji wzorców PSWSW (potential Sharp Wave – Slow Wave) symultanicznie występujących w kilku kanałach jest interesujące. I o ile można mieć uzasadnione wątpliwości co do aparatu matematycznego stosowanego do wyznaczenia cech sygnału wykorzystywanych w dalszej części metody w procesie potwierdzenia czy wybrany PSWSW faktycznie przedstawia SWSW, to sama metodologia wykrywania wzorców potencjalnych (PSWSW) jest jak najbardziej adekwatna do postawionego zadania. Odnosząc się do drugiej części metody, w której Autorzy definiują 18 cech opisujących właściwości fali wolnej, to należy stwierdzić, że występuje tutaj cały szereg niejasności, niedociągnięć oraz również niezgodności z powszechnie stosowanym aparatem matematycznym.

- Po pierwsze, nie jest jasne jakiemu celowi ma służyć stosowanie we wzorach określających czas trwania poszczególnych fragmentów fali wolnej czynnika skalującego równego 0.00001 (wartość wyznaczona dla częstotliwości próbkowania wskazanej w aneksie pracy, równej 100Hz).

- Po drugie, średnia arytmetyczna i wariancja, to elementarne pojęcia matematyczne i jako takie nie powinny być zmieniane. Wariancja jest powszechnie rozumiana jako średnia arytmetyczna kwadratów odchyłeń poszczególnych obserwacji od średniej arytmetycznej wszystkich obserwacji, natomiast średnia arytmetyczna jako suma wyników podzielona przez ich liczbę<sup>1</sup>. Wzory zaproponowane w publikacji nie tylko nie oddają powyższego rozumienia średniej arytmetycznej i wariancji, ale dodatkowo generują nielogiczne wyniki. Na przykład zakładając, że w okresie odpowiadającym fali wolnej zarejestrowano 4 wyniki o wartościach: 20, 16, 14, 10 i że długość okresu czasu, w trakcie którego zarejestrowano te 4 wyniki wyniosła 1, to standardowa wartość średniej arytmetycznej wyniosłaby 15, a wariancji 13 (lub 17.3 zakładając wykorzystanie nieobciążonego estymatora wariancji). Natomiast wartości wyznaczone z wzorów znajdujących się w aneksie publikacji byłyby równe: 60 (średnia) oraz 8152 (wariancja). Średnia byłaby więc trzykrotnie większa od największej wartości występującej w sygnale. Oczywiście jednostkowa długość przedziału czasu jest tutaj pewnym uproszczeniem ułatwiającym obliczenia, niemniej jednak idea ‘działania’ wzorów będzie taka sama, jeżeli przyjmiemy np. okres 100 ms lub 0.01 sekundy.
- Po trzecie, wzory odnoszące się do parametrów Hjorth’a nie są zgodne z oryginalnymi<sup>2</sup>.
- Po czwarte, nie widzę uzasadnienia stosowania innych form wzorów wyznaczających skośność oraz spłaszczenie rozkładu, aniżeli formy standardowo przyjęte w statystyce.
- Po piąte, brak nawiasów oraz kropek dziesiętnych we wzorach oraz stosowanie niezidentyfikowanych symboli (np.  $y^s_{mean}$  we wzorze wyznaczającym wartości cechy  $f_{10}$ ) dodatkowo utrudniają zrozumienie zastosowanych wzorów.

Podsumowując, wyniki przedstawione w publikacji wydają się być interesujące, niestety przedstawiony aparat matematyczny mocno obniża wartość publikacji.

Trzy kolejne publikacje przedstawione w ramach ocenianego osiągnięcia, pochodzą z okresu 2014-2017 i opisują zastosowanie metody wymiaru fraktalnego do opisu złożoności sygnału EEG porównywanego dla wybranych grup podmiotów bądź obszarów mózgu. Publikacje z tego okresu zostały znacznie dokładniej przygotowane, a zawarte w nich wnioski mają znacznie większą wartość - zostały wyciągnięte w oparciu o badania przeprowadzone na odpowiednio licznych grupach podmiotów, a ich istotność została poparta odpowiednim aparatem statystycznym. Dwie z publikacji z tego okresu są też znacznie silnie cytowane niż pozostałe publikacje Habilitantki (publikacja nr 9 – 73 cytowania, publikacja nr 8 – 42 cytowania, wg WoS). Niestety publikacje z tego okresu charakteryzuje niewielki wkład autorski Habilitantki (21%, 16% oraz 10%).

Pierwsza z publikacji (publikacja nr 9, 21% wkład Habilitantki) przedstawia porównanie złożoności sygnału EEG, mierzonej wartością wymiaru fraktalnego, u 36 pacjentów po upływie 4-10 dni od jednostronnego udaru niedokrwiennego oraz w grupie 10 osób zdrowych. W pracy zostało wykazane, że złożoność sygnału jest istotnie niższa w grupie pacjentów w porównaniu do grupy kontrolnej. Wniosek ten został skorelowany ze zmianami widma mocy oraz szeroko przedyskutowany w powiązaniu z doniesieniami zawartymi w referencyjnych artykułach. Pomimo, że w pracy nie znalazłam wyraźnych dowodów popierających zawarte w autoreferacie stwierdzenie informujące o tym, że w pracy pokazano „przydatność HFD do *oceny stopnia*

---

<sup>1</sup> Stanisław, A. (2006). *Przystępny kurs statystyki: z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Statystyki podstawowe*. StatSoft.

<sup>2</sup> Hjorth, B. (1970). EEG analysis based on time domain properties. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 29(3), 306-310.

upośledzenia klinicznego”, to publikacja jest napisana na wysokim poziomie merytorycznym, a przedstawiony w niej wniosek końcowy mówiący o tym, że wymiar fraktalny jest wskaźnikiem wrażliwym na uszkodzenie mózgu wywołane udarem, jest dobrze udokumentowany i ma potencjalnie dużą wartość praktyczną.

W drugiej publikacji z wskazanego okresu (publikacja nr 8, 16% wkład Habilitantki) ten sam aparat matematyczno-statystyczny (wymiar fraktalny, względna moc pasmowa, indeks symetrii oraz 1-dnoczynnikowa ANOVA z powtórzonym pomiarem) został zastosowany do porównania złożoności sygnału EEG w trzech grupach wiekowych. W pracy pokazano, że globalna wartość wymiaru fraktalnego (uśredniona wartość z 19 elektrod zlokalizowanych zgodnie z systemem 10-20) jest niższa u osób młodych (przed 25 rokiem życia) oraz starszych (po 66 roku życia), niż w grupie osób dorosłych (po 25 i przed 66 rokiem życia).

Ostatnia publikacja z tego 3-częściowego cyklu (publikacja nr 7, 10% wkład Habilitantki) przedstawia porównanie aktywności neuronalnej dwóch strukturalnie wydzielonych obszarów korowych, pierwszorzędowego obszaru somatosensorycznego (S1) oraz pierwszorzędowego obszaru motorycznego (M1). Publikacja, podobnie jak dwie poprzedzające, jest napisana na wysokim poziomie. Zarówno zastosowany schemat eksperymentu (badanie prowadzone w trakcie relaksu, w obecności wstępującego bodźca sensorycznego oraz zstępującej odpowiedzi motorycznej), jak i cała procedura analityczna (obejmująca identyfikację obszarów S1 i M1 poprzez funkcjonalną separację źródeł, określenie wartości wymiaru fraktalnego oraz mocy sygnału w wybranych pasmach częstotliwości, a także wielowymiarową analizę statystyczną) zostały dobrze dopasowane do celu badania. Przeprowadzone badania wykazały istotne różnice w aktywności obu badanych obszarów korowych występujące niezależnie od aktualnego stanu podmiotu (relaks, bodziec sensoryczny, odpowiedź motoryczna). Poza wskazanym wnioskiem głównym, w publikacji wykazano cały szereg ‘pomniejszych’, lecz równie ciekawych zależności, między innymi wykazano istnienie negatywnej korelacji między czasem wykonywania testu NHPT (Nine Hole Peg test), a wartością wymiaru fraktalnego.

Ostatni z trzech przedstawionych w autoreferacie kierunków badawczych, analiza sieci połączeń funkcjonalnych w mózgu, obejmuje 4 publikacje z okresu 2017-2020. Habilitantka wskazuje tutaj 6 publikacji, lecz uważam, że publikacja nr 5 w dużym stopniu metodologicznie odbiega od pozostałych, więc do tej publikacji odniosę się z osobna na zakończenie niniejszej części recenzji. Z kolei publikacja nr 3 jest kontynuacją drugiego z wskazanych kierunków badawczych. Publikację tę omówię jednak w niniejszej grupie publikacji, z uwagi na to, że wykorzystano w niej te same dane, co w dwóch publikacjach kolejnych.

W pierwszej publikacji z tego okresu (publikacja nr 6, 71% wkład Habilitantki) dokonano porównania metod służących do analizy przepływu informacji między poszczególnymi obszarami mózgu. Podstawowym celem artykułu było wykazanie, na rzeczywistych danych EEG, przewagi metody MTE (multivariate transfer entropy) nad metodami BTE (bivariate transfer entropy) i DFT (directed transfer function) oraz wykazanie powiązania występującego między poziomem synchronizacji (mierzonym za pomocą PLV (phase synchronization value)), a przepływem informacji (mierzonym za pomocą MTE). Jeżeli chodzi o moją ocenę tego artykułu, to początkowo miałam dość duże wątpliwości, czy przedstawione wyniki popierają postawione wnioski, ale po głębszej analizie artykułu uważam, że tak. Artykuł jest napisany na dobrym poziomie, wyniki są prawidłowo przedstawione (choć mam uwagę co do wykresów – ani z treści artykułu, ani z podpisów nie wynika, czy wykresy przedstawiają dane zagregowane czy jednostkowe). Wnioski końcowe (wymienione w ostatnim paragrafie sekcji poświęconej dyskusji wyników) są poprawne, przy czym dwa pierwsze stanowią praktyczne

potwierdzenie istniejących zależności matematycznych, ostatni (informujący o występowaniu związku między przepływem informacji i poziomem synchronizacji) może zostać uznany za element nowości.

Kolejna publikacja (publikacja nr 4, 80% wkład Habilitantki) przedstawia porównanie połączeń funkcjonalnych w mózgach osób cierpiących na schizofrenię oraz osób zdrowych. W artykule Habilitantka wykorzystwała dwie metody do oceny stopnia synchronizacji (PLV oraz PLI - phase lag index) oraz jedną metodę do oceny przepływu informacji (DFT) (nie do końca rozumiem ten ostatni wybór Habilitantki, zwłaszcza w świetle faktu, że celem poprzedniej pracy było wykazanie przewagi nieliniowej MTE nad liniową DFT). Jednym z celów publikacji nr 4 było pokazanie, że wybór punktu odniesienia ma wpływ na wyniki otrzymane z wykorzystaniem poszczególnych miar. Cel ten osiągnięto, graficznie ilustrując wyniki wyznaczone dla referencji stałej (FCz) oraz trzech typów referencji wspólnej (referencja uśredniona, referencja wyznaczona za pomocą filtra Laplace'a oraz referencja wyznaczona metodą REST). Uważam, że artykuł jest napisany na dość dobrym poziomie, chociaż wiele z przedstawionych wyników nie zostało w żaden sposób zinterpretowanych – uwaga ta odnosi się przede wszystkim do ośmiu zestawów wykresów (wykresy 9-16) przedstawiających kształtowanie się wartości miar wynikających z teorii grafów (miar podstawowych, segregacji, integracji oraz asymetrii).

Trzy ostatnie z publikacji zgłoszonych w ramach osiągnięcia (publikacja nr 3, 25% wkład Habilitantki, publikacja nr 2, 25% wkład Habilitantki oraz publikacja nr 1, 30% wkład Habilitantki) są bardzo mocno zbliżone tematycznie. W zasadzie jest to cykl trzech publikacji opisujących wyniki zgromadzone w ramach jednego badania, ale z punktu widzenia trzech różnych miar matematycznych. Dane wykorzystane w omawianych publikacjach zostały zarejestrowane u 18 pacjentów cierpiących na jedną z dwóch odmian depresji, dwubiegunową (BP) lub jednobiegunową (MDD), których poddano terapii rTMS (powtarzalnej przezczaszkowej stymulacji magnetycznej). Cel postawiony w każdej z trzech publikacji był podobny – przedstawienie różnic w wartościach badanej miary (wymiaru fraktalnego (publikacja nr 3), wskaźnika synchronizacji fazy (publikacja nr 2) oraz kierunkowej funkcji przejścia (publikacja nr 1)) na poszczególnych poziomach badanych czynników i na tym tle wykazanie, że badana miara może być dobrym markerem efektywności terapii rTMS.

Z tego 3-częściowego cyklu publikacji najlepsza moim zdaniem jest praca pierwsza (publikacja nr 3), w której efektywność terapii badano przy wykorzystaniu wymiaru fraktalnego. Przeprowadzono tutaj bardzo dużą liczbę różnych wielowymiarowych analiz statystycznych, w których badaniu poddano 5 czynników: grupa podmiotów, pasmo częstotliwości, kanał EEG, numer sesji oraz okres (przed/po stymulacji). Pomimo wielości analiz, poszczególne analizy zostały opisane i zilustrowane na tyle przejrzysto, że artykuł jest dosyć łatwy w odbiorze. Publikacja ta nie dostarcza przełomowych rezultatów, ale przedstawia poprawną i wszechstronną analizę postawionego problemu. O przełomowe rezultaty byłoby zresztą trudno, zważywszy na, podkreślany przez samych Autorów, fakt małej liczebności grup oraz brak grupy kontrolnej (w postaci osób zdrowych), a także na fakt, że zależności przedstawione w publikacji nie były jednoznaczne, lecz różniły się w grupach pacjentów (co przedstawia np. rys. 2).

W publikacji nr 2 następuje powrót do metod analizy połączeń funkcjonalnych, a dokładniej do wskaźnika synchronizacji fazy. Dane wejściowe, aparat statystyczny oraz wniosek końcowy są tutaj bardzo podobne, jak w publikacji poprzedniej. Różne są naturalnie wnioski szczegółowe, co wynika z zastosowania innej miary. Uważam, że zamieszczony w konkluzji artykułu wniosek zgodnie z którym „indeksy PLV rosły w funkcji czasu stymulacji w obu grupach”

(pierwszy akapit konkluzji) nie do końca jest poprawny, zwłaszcza w świetle informacji zawartych w punkcie *Changes Across Consecutive Sessions* (str. 9) oraz wykresów przedstawionych na rysunku nr 5. Dodatkowo w publikacji tej zaskoczył mnie spis bibliografii, w którym znajduje się aż 17 publikacji współautorstwa Habilitantki. Analogicznie 7 na 10 cytowań zawartych w konkluzji artykułu, to cytowania prac Habilitantki.

Publikacja nr 1, chronologicznie najnowsza, bada efektywność terapii rTMS wykorzystując kierunkową funkcję przejścia wraz z zestawem 21 różnych indeksów. Publikacja ta zdecydowanie negatywnie odbiega od dwóch poprzednich pod kątem przejrzystości przekazu. W pracy przedstawione jest takie mnóstwo różnorodnych wyników szczegółowych, że Autorzy po prostu nie mieli możliwości ich dokładnej interpretacji. Przez takie rozdrobnienie wyników trudno jest też jednoznacznie wskazać jakie konkretne wnioski wynikają z przeprowadzonej analizy. Autorzy w konkluzji wskazują co prawda podobny wniosek podstawowy, jak w dwóch poprzednich publikacjach - użyteczność zastosowanej metody (DFT) do oceny efektywności terapii – jednak z uwagi na fakt, że macierze sąsiedztwa zostały na samym początku badania uśrednione po wszystkich sesjach, wniosek taki uważam za zupełnie nieuprawniony i nieadekwatny do przeprowadzonego badania.

W ostatniej publikacji (publikacja nr 5, 60% wkład Habilitantki) Autorzy postawili przed sobą zadanie przetestowania wpływu szerokości okna czasowego oraz wyboru elektrody referencyjnej na identyfikację jednego lub więcej pików wśród blisko siebie położonych prążków częstotliwości widma mocy sygnału EEG. Abstrahując od samej tematyki artykułu, uważam, że nie został on dobrze przemyślany i przygotowany.

Po pierwsze, w artykule zostały przedstawione wykresy pokazujące, że widmo sygnału EEG w paśmie alfa różni się dla różnych okien czasowych oraz różnych referencji. Problem tkwi w tym, że przedstawione wykresy prezentują dane pochodzące od pojedynczych osób. Oczywiście mogą one stanowić ilustrację, jednak wnioski powinny zostać sformułowane na podstawie analizy wyników pochodzących od grupy reprezentatywnej. W artykule napisano, że dane zostały zarejestrowane u 27 pacjentów. Dane były więc dostępne, lecz w artykule nie przedstawiono żadnych wyników analizy zbiorczej. Druga kwestia dotyczy samego sygnału EEG. W artykule nie podano żadnych informacji na temat warunków w jakich rejestrowany był sygnał oraz również czasu rejestracji. Jest to dość poważne utrudnienie dla osoby próbującej zrozumieć przedstawione wyniki, bo przecież zawartość częstotliwościowa sygnału EEG silnie zależy od warunków rejestracji (nawet proste zamknięcie oczu w trakcie rejestracji sygnału zupełnie zmienia kształt widma). Dodatkowe utrudnienie w trakcie analizy artykułu stanowią niezgodności między opisem zależności i ilustrującymi je rysunkami. Na przykład na rysunku 1 powinny zostać przedstawione dane z wszystkich elektrod, tymczasem kilku brakuje. W tekście opisującym rysunek 1 wskazane jest, że split alfa jest wyraźnie widoczny na elektrodzie O2 i T4, przy czym elektrody T4 w ogóle nie ma na rysunku. Rysunek 1A powinien (zgodnie z tekstem) przedstawiać względny rozkład mocy sygnału, tymczasem przedstawia przebieg sygnału w czasie. Na rysunku 2C przedstawiono wykresy topograficzne, ale nie podano, czy odnoszą się one do montażu z rysunku 2A, czy do montażu z rysunku 2B. Dodatkowo, opis do rysunku 2C (przedstawiającego wykresy topograficzne) informuje, że są to wykresy przedstawiające widma mocy. Taki opis jest oczywiście błędny, ponieważ widmo mocy 'rozciąga się' w dziedzinie częstotliwości, natomiast wykres topograficzny 'rozciąga się' w przestrzeni, czyli przedstawia wartości dla jednego konkretnego pasma częstotliwości, ale nad różnymi obszarami korowymi.



Kolejną uwagę, którą chciałabym podnieść w odniesieniu do omawianego artykułu odnosi się do dyskusji wyników. Uzyskane wyniki, zwłaszcza w przypadku znaczących odkryć, powinny być skonfrontowane z wynikami uzyskanymi przez innych autorów celem potwierdzenia wcześniejszych ustaleń bądź wskazania różnic. Tymczasem Autorzy odnoszą swoje ustalenia jedynie do dwóch wcześniej opublikowanych artykułów (Robinson 2001 oraz Robinson 2003). Nie do końca rozumiem, czy zostało podyktowane takie podejście, zwłaszcza, że w części wstępnej artykułu wymienionych zostało wiele pozycji, w których obserwowano i badano zjawisko ‘splitu alfa’.

Podczas analizy omawianej publikacji celowo nie odniosłam się do uwag metodologicznych zawartych w artykule krytycznym autorstwa Pani Profesor Ewy Zalewskiej<sup>3</sup>. Jedną z nich jednak przytoczę, ponieważ sama długo się nad nią zastanawiałam. Mianowicie, już podczas pierwszego czytania publikacji zdziwiło mnie stwierdzenie, że okno 2-sekundowe jest najbardziej optymalne do identyfikacji ‘splitu alfa’ (3-cie zdanie w sekcji ‘Discussion’). Z tego stwierdzenia (oraz z pozostałej treści artykułu) wynika, że pikki wchodzące w skład ‘splitu alfa’ są dokładniej rozdzielone w przypadku sygnału analizowanego w 2-sekundowym oknie, aniżeli w oknie 4-ro i 8-mio sekundowym. Jest to dość nielogiczne, biorąc pod uwagę fakt, że okno 4-ro sekundowe zapewnia dwukrotnie większą rozdzielczość częstotliwościową niż okno dwu sekundowe, a okno 8-mio sekundowe – rozdzielczość 4-ro krotnie większą.

Biorąc pod uwagę brak zbiorczej analizy wyników oraz liczne błędy i niedomówienia utrudniające analizę wykresów jednostkowo ilustrujących kształtowanie się badanych zjawisk moja ocena omawianej publikacji jest niska.

### **Podsumowanie oceny osiągnięcia**

Oceniając zgłoszone osiągnięcie naukowe należy zastanowić się co oznacza pojęcie ‘znacznym wkładem autora w rozwój określonej dyscypliny naukowej lub artystycznej’ (zapisane w przytoczonej wcześniej Ustawie z 2003 r.). Wkład autora może przyjąć różną postać, może to być nowe urządzenie, nowatorska modyfikacja istniejącego urządzenia, nowa procedura postępowania, nowa metoda obliczeniowa, itd. Habilitantka postawiła na wkład metodologiczny. Jest to jak najbardziej słuszne podejście w obszarze badawczym, którym się zajmuje, pytanie tylko, czy i w jakim stopniu zgłoszone przez Habilitantkę osiągnięcie wzbogaciło wiedzę w tymże obszarze.

Recenzując osiągnięcie o charakterze metodologicznym spodziewałabym się cyklu publikacji, w którym najpierw zostałby przedstawiony problem badawczy, następnie następowałyby próby rozwiązania go z różnych punktów widzenia, wreszcie powstałaby metoda, która w kolejnych publikacjach byłaby testowana i rozwijana. Dodatkowo, jako że osiągnięcie to powinno mieć charakter inżynierijno-techniczny (i powinno być związane z sygnałem EEG), spodziewałabym się metody, która w jakimś stopniu/aspekcie poprawia którykolwiek z etapów przetwarzania sygnału EEG. Tymczasem, w recenzowanym cyklu publikacji jedynie jedna publikacja przedstawia nowatorską metodę (publikacja nr 10), którą jednak trudno uznać za znaczny wkład w dziedzinę nauk inżynierijno-technicznych z uwagi na popełnione błędy metodologiczne. Większość spośród pozostałych publikacji wchodzących w skład zgłoszonego osiągnięcia skupia się na wykorzystaniu znanych metod do analizy sygnału EEG

---

<sup>3</sup> Zalewska, E. (2020). Is So Called “Split Alpha” in EEG Spectral Analysis a Result of Methodological and Interpretation Errors?. *Frontiers in Neuroscience*, 14.

rejestrowanego w różnych warunkach (np. w różnych jednostkach chorobowych). Można znaleźć również publikacje (zwłaszcza z ostatniego okresu) przedstawiające analizy porównawcze metod, jednak analizy te w większości nie dotyczą technicznych parametrów metod, lecz różnic w parametrach analizowanego sygnału. Jedyną publikacją wyróżniającą się na tym tle (dodatkowo z większościowym wkładem Habilitantki, 71%) jest publikacja nr 6, która moim zdaniem może zostać uznana za publikację wnoszącą pewien wkład do dyscypliny inżynieria biomedyczna.

Spośród pozostałych publikacji, na uwagę zasługują publikacje 2-4, 7-9 oraz 11. Wymienione publikacje zawierają ciekawe badania oraz wnioski (może nie zawsze do końca uzasadnione, ale warte rozważenia), niestety **moim zdaniem nie wzbogacają one w istotny sposób wiedzy w dziedzinie nauki, w której został złożony wniosek**. Publikacje, w których celem jest badanie i) efektywności terapii rTMS; ii) różnic widocznych w sygnale EEG na różnych etapach anestezji, iii) różnic w aktywności mózgowej u osób zdrowych i osób cierpiących na schizofrenię bądź osób po udarze; iv) różnic w aktywności w poszczególnych fragmentach kory mózgowej lub u osób w różnym wieku, bardziej, moim zdaniem, przystają do badań prowadzonych w dziedzinie nauk społecznych (np. w psychologii) bądź w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, aniżeli do badań prowadzonych w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych.

Drugą kwestią, o której należy tutaj wspomnieć jest wkład autorski Habilitantki w przygotowanie zgłoszonych publikacji. W sześciu na dwanaście publikacji (publikacje 1-3 oraz 7-9) wkład Habilitantki wynosi nie więcej niż 30% (21%, 16%, 10%, 25%, 25%, 30%), przy czym trzy publikacje o najmniejszym procentowym wkładzie Habilitantki (publikacje nr 7-9) są również zdecydowanie najlepiej napisane, o czym świadczy ich wysoka liczba cytowań (łącznie 127 cytowań wg WoS). Spośród sześciu pozostałych publikacji (o większościowym udziale Habilitantki), jedynie trzy publikacje (4, 6 oraz 11) zostały przeze mnie jednoznacznie pozytywnie ocenione. Trzy pozostałe albo zawierają błędy metodologiczne (publikacje 5 i 10) albo jedynie ilustrują na pojedynczych przykładach działanie badanych zależności, bez ich grupowej analizy (publikacje 10 i 12). **Podsumowując, z punktu widzenia wkładu autorskiego również uważam zgłoszone osiągnięcie za niewystarczające.**

Do skomentowania pozostaje jeszcze jedna kwestia, **kwestia monotematyczności przedstawionego zbioru publikacji**, wymagana przez Art. 219 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (ustawa z dnia 20 lipca 2018 r., Dz.U. 2018 poz. 1668). **Moim zdaniem, przedstawiony cykl artykułów nie spełnia tego wymagania.** Sama Habilitantka w autoreferacie podkreśla, że przedstawione publikacje reprezentują trzy odmienne kierunki badawcze i faktycznie kierunki te wyraźnie widać w przedstawionych publikacjach. W zasadzie jedynym elementem wspólnym przedstawionych publikacji jest ogólnie pojmowana analiza sygnału EEG (dokonywana różnymi metodami i z różnych punktów widzenia). Analiza sygnału EEG stanowi jednak obszar bardzo rozległy tematycznie, zbyt rozległy, aby bez odpowiedniego uszczegółowienia traktować go jako wyodrębnione osiągnięcie naukowe.

**Biorąc pod uwagę wszystkie przedstawione powyżej aspekty, moja ocena zgłoszonego osiągnięcia jest negatywna.**

### **3. Ocena aktywności naukowej**

Na początek kilka informacji o charakterze naukometrycznym. Zgodnie z informacjami zawartymi na stronie Web of Science (dla zapytania: author = 'Olejarczyk Elżbieta' zadanego

w dniu 8.07.2021) H-index wyznaczony na podstawie cytowań prac Habilitantki jest równy 8, a liczba cytowań publikacji jej autorstwa bądź współautorstwa jest równa 263 (212 – po usunięciu autocytowań). Sumaryczny Impact Factor publikacji Habilitantki jest równy 64.013, natomiast liczba punktów wg listy MNiSW jest równa 2380.

Dorobek naukowy Habilitantki wg przedstawionego w Autoreferacie wykazu obejmuje 59 prac, przy czym występuje tu pewna rozbieżność między wykazem, a sumarycznym podsumowaniem tego wykazu, w którym Habilitantka podaje 56 prac, pomijając 3 prace znajdujące się w bazie JCR. Dorobek ten obejmuje:

- 25 publikacji opublikowanych w czasopismach naukowych, w tym: 4 publikacje 140-punktowe, 14 publikacji 100-punktowych, 2 publikacje 70-punktowe, 2 publikacje 40-punktowe oraz 3 publikacje 20-punktowe.
- 3 rozdziały w monografiach naukowych
- 21 publikacji opublikowanych w materiałach konferencji międzynarodowych
- 10 publikacji opublikowanych w materiałach konferencji krajowych

Należy tu podkreślić, że 21 spośród publikacji Habilitantki zostało opublikowanych w czasopismach posiadających wyznaczony wskaźnik wpływu (Impact Factor). Ilościowo wykazany dorobek należy uznać za odpowiedni do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Dodatkowym pozytywnym elementem dorobku Habilitantki jest uczestnictwo w realizacji dwóch projektów badawczych. W latach 2004-2008 brała udział w projekcie SENSATION (6 Program Ramowy EU), w którym była odpowiedzialna za zaprojektowanie trzech programów z interfejsem graficznym. Z kolei w latach 2006-2018 r. brała udział w projekcie pt. 'Zastosowanie ontologicznej analizy wiedzy medycznej do budowy internetowej bazy danych umożliwiającej badanie patogenezы stwardnienia bocznego zanikowego', w którym do jej zadań należało testowanie bazy danych. Należy tu jednak zaznaczyć, że w obu projektach Habilitantka uczestniczyła w charakterze wykonawcy i dotychczas nie była kierownikiem własnego projektu.

#### **4. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej i współpracy z przemysłem**

Aktywność Habilitantki w zakresie współpracy międzynarodowej stanowi mocną stronę recenzowanego wniosku. Habilitantka w przeciągu 3 lat 2011-2013 odbyła cztery krótkie staże w zagranicznych ośrodkach badawczych:

- 1.08-30.08.2011 Tampere University of Technology, 1 miesiąc, Finlandia
  - 1.05-30.07.2012 University of Rome „La Sapienza”, 3 miesiące, Włochy
  - 1.05-30.06.2013 Fondazione Universita „Gabriele d'Annunzio”, 2 miesiące, Włochy
  - 1.10-30.11.2013 Fondazione Universita „Gabriele d'Annunzio”, 2 miesiące, Włochy
- oraz odbyła jedną tygodniową wizytę (7-14.08.2017 r.) na zaproszenie University of Southern California, USA. Ponadto aktywnie współpracowała/współpracuje z siedmioma zagranicznymi ośrodkami badawczymi (mieszczącymi się we Włoszech, Francji, USA, Litwie oraz Finlandii).

Poza ośrodkami zagranicznymi, Habilitantka współpracuje również aktywnie z ośrodkami krajowymi (w tym czterema mieszczącymi się w Warszawie, jednym w Kajetanach oraz jednym w Katowicach). Jeżeli chodzi z kolei o współpracę z otoczeniem gospodarczym, to:

- W wykazie osiągnięć wymienione są 3 programy zaimplementowane w języku C++ (FRAST, FRAMON oraz FRANES), wykonane w ramach projektu SENSATION, w

którym Habilitantka pełniła rolę jednego z wykonawców. Programy zostały zaimplementowane oraz wdrożone. Wykonanie wymienionych programów jest potwierdzone stosownym oświadczeniem.

- Dodatkowo wymienione są 2 programy komputerowe zaimplementowane w środowisku Matlab oraz 1 program zaimplementowany w języku C++ (punkt III.1 Wykazu osiągnięć naukowych). W odniesieniu do wymienionych programów nie zamieszczono jednak żadnych oświadczeń, z których wynikałoby, że są to programy wykorzystywane w otoczeniu gospodarczym.
- W wykazie jest również wymieniona współpraca z firmami produkującymi systemy do rejestracji i monitorowania sygnałów EEG, jednak brakuje informacji o charakterze tej współpracy.
- Przedstawione są również dwa zgłoszenia patentowe (metodologiczne), których współautorem była Habilitantka: BPP/3949/2005 oraz BPP/4285/2010.

Odnosząc się do dorobku popularyzatorskiego należy stwierdzić, że Habilitantka brała aktywny udział w konferencjach naukowych, zarówno krajowych (10 wygłoszonych referatów), jak i międzynarodowych (21 referatów). Dodatkowo wygłosiła dwa cykle wykładów na zaproszenie instytucji zewnętrznych: University of Southern California oraz Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Od roku 2018 pełni funkcję redaktora pomocniczego w czasopiśmie *Frontiers in Neuroscience and Neurology*, natomiast od roku ubiegłego (2020) jest również redaktorem pomocniczym w czasopiśmie *Frontiers in Human Neuroscience*. W ocenianym okresie wykonała też szereg recenzji publikacji naukowych, kierowanych zarówno do czasopisma naukowych, jak i materiałów konferencyjnych (w sumie 53 recenzje) oraz wykonała 3 recenzje prac doktorskich i 2 projektów badawczych na zlecenie Narodowego Centrum Nauki.

Trochę trudniej jest pozytywnie ocenić dorobek dydaktyczny oraz organizacyjny Habilitantki, ponieważ jedyna informacja o charakterze dydaktycznym znajdującą się w raporcie, to sprawowanie funkcji opiekuna naukowego 4 prac magisterskich studentów Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

## 5. Konkluzja recenzji

Podsumowując przedstawioną recenzję dorobku dr Elżbiety Olejarczyk uważam, że na pozytywną ocenę zasługuje szeroko pojęta aktywność naukowa oraz popularyzatorska Habilitantki, a także aktywność w zakresie współpracy międzynarodowej oraz krajowej. Jeżeli chodzi o aktywność organizacyjną oraz dydaktyczną, to informacje zawarte we wniosku są zbyt ubogie, żeby ocenić zaangażowanie Habilitantki na wymienionych polach. Wreszcie, odnosząc się do kwestii najważniejszej, czyli do oceny zgłoszonego osiągnięcia, to w tym aspekcie moja ocena jest negatywna.

Uwzględniając wszelkie uwagi przedstawione w recenzji stwierdzam, że **zgłoszone przez Habilitantkę osiągnięcie nie spełnia wymagań** stawianych zwyczajowo oraz przez odpowiednie przepisy rozprawom habilitacyjnym. W związku z tym **nie popieram wniosku o nadanie** Pani dr Elżbiecie Olejarczyk stopnia doktora habilitowanego nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna.

*Izabela Rejer*