

Recenzja osiągnięć naukowych dr Kariny Maciejewskiej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego

prof. dr hab. inż. Andrzej Materka

1. Wstęp

Pani Karina Maciejewska otrzymała stopień doktora w 2013 roku. Tematyka jej rozprawy doktorskiej obejmowała badanie wpływu leków antyretrowirusowych na rozwój kości noworodków szczurzych. Wyniki tych badań przedstawiła ponadto w czterech recenzowanych artykułach (*Journal of Fluorescence*, IF $\approx$ 3,2; *Polish Journal Of Environmental Studies*, IF $\approx$ 1,5; *Photochemistry and Photobiology*, IF $\approx$ 2,6; *Biofactors*, IF $\approx$ 5,9) przed obroną pracy doktorskiej i rozwinęła w trzech takich artykułach po 2013 roku (*Biofactors*, IF $\approx$ 5,9; *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, IF $\approx$ 5,9). Zarówno tematyka jak i metodyka tych prac lokują je na pograniczu nauk fizycznych, medycznych oraz inżynierijno-technicznych. Ranga periodyków naukowych, które opublikowały artykuły o tematyce rozprawy doktorskiej, dowodzi międzynarodowego uznania ich znaczenia i wartości dla rozwoju inżynierii biomedycznej i dyscyplin pokrewnych.

W kolejnym etapie aktywności naukowej dr Maciejewska bada relacje między procesami poznawczymi zachodzącymi w umyśle człowieka a mierzalnymi biosygnałami i miarami behawioralnymi. Uzyskane tą drogą obiektywne informacje wykorzystuje do oceny wpływu różnic osobniczych oraz oddziaływania wybranych substancji, jak pobudzające środki spożywcze, na przebieg tych procesów. Prace te opublikowała w dwunastu recenzowanych artykułach w dobrych czasopismach i materiałach pokonferencyjnych, o zasięgu globalnym. Osiem spośród tych publikacji przedstawiła do oceny jako cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

Doktor Maciejewska jest doktorem nauk fizycznych. Jej intensywna aktywność naukowa, w kraju i za granicą, wymagała poszerzenia wiedzy w odniesieniu do specjalności objętych tematyką zaplanowanych eksperymentów i analiz oraz pozyskania umiejętności zarządzania projektami. Odebrała ona, już jako mgr fizyki czy dr nauk fizycznych, studia magisterskie w zakresie kognitywistyki i studia podyplomowe „IT w medycynie” oraz „Menedżer projektu badawczo-rozwojowego”.

2. Publikacje naukowe

W skład spójnego tematycznie cyklu publikacji pt. „*Badanie wpływu wybranych czynników endogennych i egzogennych na aktywność mózgu i ciała człowieka reprezentującą kluczowe procesy poznawcze za pomocą zaawansowanych metod przetwarzania i analizy sygnałów biomedycznych oraz odpowiedzi behawioralnych*”,

AMaterka

przedstawionego przez habilitantkę, wchodzi zestawione w poniższej tabeli artykuły naukowe.

Autorzy; tytuł (rok opublikowania); dane bibliograficzne		Punkty MNiSW	Wskaźnik wpływu IF
A1	K Maciejewska, Z Drzazga; <i>Differences in spatio-temporal distribution of the visual P3b event-related potential between young men and women</i> (2019); Acta Neurobiol Exp 79(1): 25-38, doi: 10.21307/ane-2019-003 (Nencki Institute of Experimental Biology, Polish Academy of Sciences)	100	1,54
A2	K Maciejewska, K Grabowska; <i>Acute effect of energy boost dietary supplement on P3 waveform: double blind, placebo controlled study</i> (2020); Acta Neurobiol Exp 80(4): 411-423. doi: 10.21307/ane-2020-038 (Nencki Institute of Experimental Biology, Polish Academy of Sciences)	100	1,58
A3	K Maciejewska, A Greń, A Wieczorek; <i>The effect of acute, moderate intensity indoor cycling on the temporal resolution of human vision system, measured by critical fusion frequency</i> (2020); Physiol Rep. 8(21): e14618. doi: 10.14814/phy2.14618 (Wiley)	70	0,7
A4	K Maciejewska, W Froelich; <i>Hierarchical classification of event-related potentials for the recognition of gender differences in the attention task</i> (2021); Entropy (Basel) 23(11): 1547. doi: 10.3390/e23111547 (MDPI)	100	2,74
A5	HR Dimsdale-Zucker*, K Maciejewska*, K Kim, AP Yonelinas, C Ranganath; <i>Individual differences in behavioral and electrophysiological signatures of familiarity-and recollection-based recognition memory</i> (2022); Neuropsychologia 173:108287. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2022.108287 (Elsevier)	100	2,6
A6	K Maciejewska, W Moczarska; <i>Single dose of an energy dietary supplement with a small amount of caffeine prevents an increase of a low frequency resting state EEG in possible mental fatigue</i> (2023); Neuroscience 527: 1-10. doi: 10.1016/j.neuroscience.2023.07.011 (Elsevier)	140	2,9
A7	K Maciejewska, K Duch, M Giza, A Nas; <i>Multi-ingredient energy dietary supplement with a small amount of caffeine modulates central and autonomic nervous system after a single use</i> (2025); Neuroscience 580:194-208. doi: 10.1016/j.neuroscience.2025.06.049 (Elsevier)	140	2,8
A8	K Maciejewska; <i>Decoding event-related potentials: single-dose energy dietary supplement acts on earlier brain processes that we thought</i> (2025); Front Neuroinform 19: 1563893. doi: 10.3389/fninf.2025.1563893 (Frontiers)	140	2,5

Wszystkie periodyki wybrane do prezentacji osiągnięć naukowych dr Maciejewskiej wymieniono w roku ich upowszechnienia w wykazach czasopism opracowanych zgodnie z art. 267 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

RMate.La

Sumarycznie, liczba punktów ministerialnych cyklu wynosi 890, a współczynnik wpływu jest równy 17,36 (wg analizy bibliometrycznej przeprowadzonej przez Bibliotekę Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, zał. 9 dokumentacji postępowania habilitacyjnego). Artykuły A1-A7 są współautorskie. Doktor Maciejewska jest ich pierwszym autorem, w jednym przypadku (A5) dzieli tę rolę w równym stopniu z inną osobą, pierwszą na liście autorów. Wkład habilitantki do opublikowanych badań jest udokumentowany oświadczeniami współpracowników (zał. 7) — warunek zapisany w art 219 ust. 2 Ustawy jest spełniony.

3. Analiza i ocena

3.1. Osiągnięcia naukowe

Temat ocenianego cyklu artykułów — badanie procesów poznawczych i zależności ich przebiegu od czynników wewnętrznych (biologicznych, genetycznych) oraz zewnętrznych (np. leków) — jest bardzo ważny, co najmniej w dwóch aspektach. Po pierwsze, badania takie pomagają zrozumieć dynamikę tych procesów. Tym samym są kluczowe dla rozwoju nauki, także dla rozwoju metod i technik konstruowania urządzeń diagnostyki medycznej i do komunikacji człowieka z maszynami (ang. *brain-computer interface*, BCI). Po drugie, odkrycie związków między nasileniem czynników mających wpływ na odbiór, przechowywanie, przetwarzanie i wykorzystanie informacji a przebiegiem tych procesów jest kluczowe dla rozwoju metod diagnozowania chorób i zaburzeń, procedur leczenia i rehabilitacji czy technik szkolenia/treningu.

Spośród wyodrębnianych w literaturze procesów poznawczych habilitantka wybrała dwa — uwagę i pamięć. Uwaga odnosi się do skupienia na konkretnych bodźcach czy zadaniach i ignorowania pozostałych. Pamięć jest zdolnością do kodowania, przechowywania i odczytu zarejestrowanych informacji. Uwaga i pamięć to kluczowe składniki innych funkcji poznawczych. Są one m.in. elementami interpretacji bodźców, myślenia, uczenia się, podejmowania decyzji, komunikacji z innymi i dostosowywania się do sytuacji. Jednocześnie, istnieją znane z literatury metody rejestrowania sygnałów elektrofizjologicznych, takich jak EEG, których przebiegi są skorelowane z aktywnością mózgu — zmienioną faktem podejmowania zadań wymagających zaangażowania uwagi czy pamięci. Daje to możliwość powtarzalnych eksperymentów i obiektywnej oceny przebiegu tych procesów oraz jego zależności od wybranych czynników. Ten wybór — uwagi i pamięci jako procesów poznawczych reprezentowanych przez mierzalne wielkości fizyczne — jest również dobrze przemyślany.

Tradycyjnie, główną rolę w gromadzeniu wiedzy o funkcjach poznawczych odgrywa psychologia, coraz intensywniej wzmacniana przez neuronaukę (ang. *neuroscience*) z jej zaawansowanymi narzędziami do badania aktywności sieci neuronów i funkcjonowania złożonych układów organizmu, takich jak funkcjonalne obrazowanie rezonansu magnetycznego, pozytonowa tomografia emisyjna, czy algorytmy przetwarzania sygnałów i głębokiego uczenia. Spośród dostępnych narzędzi habilitantka wybrała zestawy urządzeń do pomiaru sygnałów

K. Metelko

odwzorowujących aktywność elektryczną mózgu (EEG), serca (EKG), oraz funkcjonowanie wzroku (automatyczny perymetr). Zaplanowała eksperymenty z udziałem starannie wybranych i przygotowanych uczestników; opracowała scenariusze przebiegu pomiarów. Wybrała metody generacji bodźców oraz przetwarzania i analizy zmierzonych sygnałów, z uwzględnieniem niepewności zmiennych estymowanych na podstawie zarejestrowanych przebiegów. Wykorzystała dostępne pakiety oprogramowania do implementacji stosownych algorytmów, opracowała też własne programy komputerowe. Podejście do badań opisanych w cyklu publikacji jest właściwe. Jest ono kompleksowe i szczegółowo udokumentowane (zał. 7 i deklaracje w treści prac A1-A8). Plany badań prowadzonych przez dr Maciejewską z udziałem ludzi zostały zaakceptowane przez Komisję Etyki ds. badań naukowych Uniwersytetu Śląskiego.

Artykuły A1-A8 są ze sobą powiązane, stanowią podsumowanie starannie zaplanowanej serii przedsięwzięć naukowo-badawczych, ukierunkowanej na rozwiązanie dwóch problemów naukowych ujętych tematem cyklu. Oba obejmują analizę aktywności organizmu człowieka znajdującego się w stanie realizacji wybranych procesów poznawczych. Pierwszy z nich to rozwinięcie badań nad różnicami we wzorcach aktywności elektrycznej tkanek mózgowych między osobami różnej płci. Drugi to nowatorskie studia eksperymentalne wpływu krótkotrwałej stymulacji fizycznej i biochemicznej na aktywność układu nerwowego człowieka.

W projekcie A1 badano rozkład przestrzenny wielkości odpowiedzi wywołanej (ang. *event related potential, ERP*) P3b, odzwierciedlającej uwagę selektywną, aktualizację pamięci operacyjnej oraz procesy decyzyjne. Fala P3b jest reakcją organizmu uczestników na bodziec niespodziewany w serii (figura geometryczna o kształcie innym niż częściej występujące, ang. *oddball paradigm*). W eksperymentach uczestniczyły młode osoby – po 10 kobiet i mężczyzn. Analizowano rozkład przestrzenny różnic amplitudy odpowiedzi na bodziec rzadki i bodziec częsty. Mierzono też odpowiedzi behawioralne – czas reakcji sygnalizowany przez uczestników uruchomieniem przycisku i częstość poprawnej reakcji. Zaobserwowano nierównomierny rozkład amplitudy mierzonych sygnałów na powierzchni czaszki, a także różnice rozkładu czasoprzestrzennego między grupami uczestników różnej płci. Testy nie potwierdziły różnic odpowiedzi behawioralnych. Artykuł A1 zawiera drobiazgowy opis scenariusza pomiarów i analiz, użytej aparatury do generacji bodźców i pomiaru EEG, wstępnego przetwarzania sygnałów oraz metod analizy statystycznej wyników, z użyciem testów parametrycznych oraz nieparametrycznego grupowania permutacyjnego rozwiązującego problem wielokrotnych porównań. Artykuł był cytowany w pięciu publikacjach przez innych badaczy (wg Google Scholar).

Artykuł A2 jest odpowiedzią na zadawane w literaturze pytanie czy efekty działania substancji stymulujących jak napoje energetyzujące są odczuwane subiektywnie, czy też substancje te obiektywnie wpływają na aktywność poznawczą mózgu. Rejestrowano, w 32 kanałach EEG, wzrokowe i słuchowe

R. Matek

odpowiedzi wywołane oraz reakcje ruchowe 47 młodych zdrowych osób, w tym 27 kobiet. Badania obejmowały 3 sesje pomiarowe: przed oraz 30 i 90 min po suplementacji. Uczestników podzielono na grupę eksperymentalną i kontrolną; osoby drugiej grupy pobierały tabletki musujące z substancją obojętną. Po wstępnym przetworzeniu sygnałów, analizowano parametry różnicowej fali P3, za pomocą wyrafinowanych metod przetwarzania sygnałów (np. w odniesieniu do pomiaru czasu reakcji). Podobnie do metod A1, wykorzystano testy parametryczne z poprawkami oraz permutacyjne testy nieparametryczne z grupowaniem próbek parametrów fali P3 oraz parametrów behawioralnych. Analiza obejmowała porównania między trzema sesjami pomiarowymi, dwiema grupami uczestników (ze stymulacją i bez), bodźcami (wzrokowe i akustyczne), na powierzchni głowy i w czasie (kanał EEG, przedział czasu) oraz identyfikacji statystycznie istotnych klastrów czasoprzestrzennych.

Testy pokazały istotnie większą amplitudę odpowiedzi wzrokowych osób w grupie kontrolnej, co można wyjaśnić działaniem substancji stymulującej w grupie eksperymentalnej: realizacja zadania poznawczego wymagała mniejszych zasobów sieci neuronów mózgu. Ponadto w drugiej z trzech sesji pomiarowej (30 minut po spożyciu płynu testowego) czas reakcji na bodziec wzrokowy czy słuchowy był w grupie kontrolnej dłuższy. Uzyskano obiektywne potwierdzenie możliwości wzmocnienia procesów poznawczych w krótkim czasie po zażyciu napoju energetyzującego zawierającego niewielką dawkę kofeiny i inne popularne składniki suplementów diety. Nie zaobserwowano statystycznie istotnych różnic między grupami uczestników w odniesieniu do odpowiedzi ruchowych. Artykuł był cytowany w dwóch publikacjach przez innych badaczy.

Praca A3 jest rozwinięciem badań opisanych w A2, ukierunkowanych na ocenę wpływu czynników zewnętrznych na przetwarzanie bodźców wzrokowych. Czynnikiem modulującym był wysiłek fizyczny (krótkotrwała jazda na rowerze stacjonarnym z monitorowanym tętnem). Aktywność układu nerwowego oceniano za pomocą subiektywnie określonej krytycznej częstotliwości fuzji-migotania (ang. *critical fusion-flicker frequency, CFF*) za pomocą perymetru. Wskaźnik ten jest wykorzystywany w badaniu gotowości centralnego układu nerwowego do działania, monitorowania zmęczenia tego układu, czy szybkości przetwarzania zadań poznawczych (np. Mańkowska i inni, 2026, <https://doi.org/10.3390/biology15030242>). W polu widzenia oka (wybrano prawe) wyświetlano, po kalibracji, plamki migające ze zmniejszaną częstotliwością. Uczestnicy (15 osób, w tym 8 kobiet) mieli nacisnąć przycisk gdy w ich ocenie światło, początkowo ciągłe, zacznie migotać. Źródła światła pojawiały się w 24 ustalonych położeniach pola widzenia, uczestnicy utrzymywali wzrok na centralnym punkcie. Obliczano odsetek błędów fałszywie dodatnich i fałszywie ujemnych, mierzono też średnicę źrenicy i szacowano tętno na podstawie przebiegów EKG.

Badania prowadzono w dwóch sesjach trwających ok. 2 godzin - trening plus odpoczynek pierwszego dnia i 2 okresy odpoczynku po kilku dniach. W każdej sesji mierzono CFF trzykrotnie. Do analizy wyników zastosowano testy statystyczne — parametryczne i nieparametryczne, zależnie od empirycznych

RMateko

rozkładów prawdopodobieństwa. Oszacowano wielkość współczynnika korelacji między FCC oraz średnicą źrenicy i tętnem. Zaobserwowano zwiększoną wartość częstotliwości krytycznej migotania bezpośrednio po treningu, we wszystkich badanych położeniach źródła światła w polu widzenia. Wyeliminowano wpływ wielkości źrenicy jako objaśnienie tej zmiany. Oznacza to możliwość istnienia pozytywnego wpływu ćwiczeń fizycznych na funkcje poznawcze, w tym przypadku czasową rozdzielczość wzroku. Wartość CFF zmniejszała się z upływem czasu od ćwiczenia w tempie zależnym od lokalizacji źródła światła w polu widzenia, co otwiera pole do dalszych badań zaobserwowanych zależności. Artykuł cytowano w 10 publikacjach innych badaczy.

Artykuł A4 nawiązuje do A1. Praca ma charakter poznawczy oraz metodyczny. Analizę wzrokowych odpowiedzi wywołanych (fala P3), zarejestrowanych w A1, przeprowadzono w A4 z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego. Jak w A1, poszukiwano różnic międzypłciowych aktywności mózgu podczas realizacji zadania uwagi. Wybrano klasyfikację jako proces, którego celem jest przydzielenie etykiet przynależności próbek danych do jednej z dwóch grup osób uczestniczących w badaniu — kobiet lub mężczyzn. Wprowadzono podział różnicy fal P3 (dla wzorca częstego i rzadkiego w eksperymencie *oddball*) na pięćdziesięciomilisekundowe segmenty w czasie mierzonym od chwili wygenerowania bodźca. Po zastosowaniu opracowanej metody wstępnego przetwarzania zarejestrowanych sygnałów utworzono dla każdego uczestnika i każdego kanału pomiarowego zbiór fragmentów odpowiedzi różnicowej w kolejnych segmentach. Każdy segment był reprezentowany sekwencją próbek różnicowej fali P3 w kanałach, co oznacza znaczną redukcję ilości danych podlegających jednorazowo klasyfikacji, w porównaniu z alternatywną klasyfikacją całej „epoki”.

Oryginalna metoda rozpoznawania odpowiedzi wywołanych P3 zaproponowana w A4 polega na wykorzystaniu nadzorowanej klasyfikacji trójstopniowej „z dołu w górę” ze sprawdzianem krzyżowym typu *leave-one-out*. Porównano działanie kilku klasycznych klasyfikatorów i zademonstrowano przydatność klasyfikatorów trzech najbliższych sąsiadów, „naiwnego” algorytmu Bayesa i losowego lasu decyzyjnego. Pokazano, że opracowane podejście odwzorowuje z większą szczegółowością dynamikę procesów wykorzystania zasobów neuronalnych podczas wykonywania zadań poznawczych. Rozpoznawanie płci osoby badanej jest dokładniejsze, przy niewielkiej liczbie uczestników badań. Wynik klasyfikacji segmentów pozwala na lepsze zrozumienie różnic neurobiologicznych między kobietami i mężczyznami. W odróżnieniu od tradycyjnych metod, klasyfikowane są nieprzetworzone próbki różnicy cel-standard, a nie arbitralnie zdefiniowane cechy tego sygnału. Artykuł A4 to jedno z nielicznych opublikowanych studiów dynamiki procesów poznawczych z wykorzystaniem odpowiedzi wywołanych. Doktor Maciejewska ze współautorem A4 naszkicowali także szereg propozycji nowych kierunków badań z wykorzystaniem proponowanego podejścia. Artykuł cytowano w 5 pracach innych badaczy.

W publikacji A5 habilitantka kontynuuje tematykę testowania indywidualnych różnic w aktywności układu nerwowego człowieka w trakcie wykonywania zadań poznawczych. Badania, zatwierdzone przez komisję etyczną Uniwersytetu Kalifornijskiego w Davis, realizowała podczas stażu na tym uniwersytecie. Analizowała korelację różnic behawioralnych i neuronalnych między obliczonymi cechami ERP w dwóch sub-procesach pamięci rozpoznawczej, ang. *familiarity* i *recollection*. (Terminy te nie mają trafnych odpowiedników w języku polskim.) W testach wzięło udział 38 młodych osób (w tym 26 kobiet). Po wprowadzeniu, uczestnikom prezentowano wyselekcjonowane obrazy różnych obiektów, w dwóch sesjach. W drugiej sesji, oprócz obrazów z pierwszej, wyświetlano obiekty nowe. Za każdym razem uczestnicy kategoryzowali obiekt jako nowy (*new*) albo już widziany w pierwszej sesji (*old*) i, dodatkowo, jako znany ze szczegółami (*know*) albo taki, który sobie tylko przypominają (*remember*). Podczas eksperymentu rejestrowano fale ERP. Zapisy z sesji drugiej były analizowane przez dr Maciejewską z zastosowaniem nieparametrycznych testów permutacyjnych z klasteryzacją, jak w A1. W pierwszym etapie analizy (*familiarity*) testy wykazały istnienie dwóch klastrów czasoprzestrzennych, które odpowiadały istotnej różnicy między przebiegami ERP dla poprawnych odpowiedzi *know* oraz *new*. Etap drugi (*recollection*) pozwolił zidentyfikować dwa klastry czasoprzestrzenne istotnie różniące fale ERP dla odpowiedzi *remember* i *know*. W trzecim i czwartym etapie zostały zidentyfikowane klastry czasoprzestrzenne z istotną różnicą współczynnika korelacji Pearsona między miarami behawioralnymi i przebiegami ERP odpowiadające procesowi *familiarity* i *recollection*. Odkryte istotne korelacje występowały wyłącznie wewnątrz tych procesów. Wyniki przedstawione i przedyskutowane w A5 ilustrują przydatność odpowiedzi ERP w badaniach indywidualnych różnic neurobiologicznych w procesie pamięci rozpoznawczej. Artykuł cytowano w 14 pracach innych badaczy.

Artykuły A1, A4 i A5 dokumentują znaczenie zaproponowanego przez habilitantkę zbioru metod analizy międzypłciowych oraz indywidualnych różnic miar behawioralnych i neuronalnych reprezentujących procesy poznawcze, za pomocą przetwarzania i analizy ERP. Opisane w tych artykułach badania, przeprowadzone z wykorzystaniem opracowanej metodyki, wniosły nową wiedzę na temat rozkładu czasoprzestrzennego wzrokowych potencjałów wywołanych odpowiadających procesom uwagi i pamięci. Ich wyniki stanowią jedno z osiągnięć naukowych dr Maciejewskiej.

Artykuł A6 jest kontynuacją tematyki podjętej w A2 i A3, w aspekcie analizy oddziaływania suplementów energetyzujących na aktywność układu nerwowego, ocenianą na podstawie częstotliwościowego widma gęstości mocy EEG w stanie spoczynku, *rsEEG*. Osoby z grupy eksperymentalnej i kontrolnej (A2) znajdowały się w dwóch stanach odbioru i przetwarzania bodźców wzrokowych z otoczenia, mając odpowiednio oczy otwarte i zamknięte. Przebiegi *rsEEG* wstępnie przetworzono, usunięto artefakty, widmo podzielono na pasma i obliczono znormalizowaną moc w pasmach. Po analizie statystycznej (FieldTrip toolbox, MATLAB) wykluczono z badań osoby z odstającymi statystykami danych, otrzymując dwie grupy: badaną (21 osób/12 kobiet) i kontrolną (20/11). Pomiar

RMatek

wykonano w trzech sesjach: przed, 30 i 90 minut po suplementacji. Widma mocy porównywano między grupami, wewnątrz grup (między sesjami), między stanami (oczy otwarte/zamknięte) dla każdej pary (elektroda, pasmo widmowe). Przeprowadzono je za pomocą nieparametrycznych testów permutacyjnych z klasteryzacją. Potwierdzono — podobnie jak w A2 — istnienie istotnych różnic między grupami w stanie oczu zamkniętych, w postaci wzrostu mocy w pewnych klastrach widmowo-przestrzennych w grupie kontrolnej w porównaniu do grupy badawczej. W stanie oczu otwartych nie odnotowano istotnych różnic. Badania przeprowadzono po południu aby wprowadzić uczestników badań w stan zmęczenia umysłowego. Praca A6 zawiera dyskusję i interpretację rezultatów z uwzględnieniem tej sytuacji. W konkluzji odnotowano, że suplementacja prowadzi do zmniejszenia wzrostu aktywności elektrycznej neuronów w zakresie mniejszych częstotliwości rsEEG w stanie oczu zamkniętych, spowodowanego zmęczeniem psychicznym. Artykuł cytowano w 6 doniesieniach innych badaczy.

Praca A7 poszerza zakres badań opisanych w A6. W A6 badano krótkoczasowe oddziaływanie suplementacji na aktywność ośrodkowego układu nerwowego odwzorowaną w zapisach rsEEG, a w A7 badanie według tego samego scenariusza obejmowało rejestrację i analizę EKG w celu oszacowania wpływu na układ autonomiczny. Sygnał EKG był mierzony dwukrotnie w trakcie realizacji zadań odpoczynku — z oczami otwartymi i zamkniętymi. Po wstępnym przetworzeniu i odrzuceniu zapisów odstających, obliczono kilkanaście parametrów EKG, w tym parametry widmowe zmienności tętna. Otrzymany zestaw danych, podzielonych na zdefiniowane przez opracowaną procedurę grupy/sesje/zadania został poddany analizie statystycznej. Biorąc pod uwagę znaczną zmienność sygnałów elektrofizjologicznych, aby upewnić się, że wyniki nie zależą od wybranej metody przetwarzania sygnału czy testu statystycznego, wykorzystano testy parametryczne i nieparametryczne, aplikując je do danych oryginalnych i zlogarytmowanych. Wartości parametrów będących długością odcinków czasu między załamkami fal EKG skorygowano biorąc pod uwagę wartość tętna. Analiza wykazała, że w wyniku suplementacji skorygowane parametry PRQc i QTc zmniejszyły się w grupie kontrolnej, a średnia wartość QTc wzrosła w grupie eksperymentalnej. Praca A7 zawiera szczegółową dyskusję wyników. Interesujące jest potwierdzenie istnienia korelacji między mocą sygnału rsEEG a parametrami EKG (ściślej, ich różnicami między sesjami 1 i 2), co wskazuje nowe obszary badań i interpretacji neurofizjologicznej.

Jednoautorski artykuł A8 opisuje wielowymiarową analizę wyników badań eksperymentalnych A2 za pomocą rozpoznawania wzorców aktywności elektrycznej mózgu, z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego. Metoda ta jest znana jako wielowymiarowa analiza wzorców (ang. *multivariate pattern analysis*, MVPA), jest stosowana także w badaniach wykorzystujących funkcjonalne obrazy rezonansu magnetycznego. Celem A8 było sprawdzenie, czy sygnał ERP zawiera informację o sesji pomiarowej, podczas której został wygenerowany, jednej z trzech: przed, 30 min i 90 min po suplementacji. W tym przypadku metoda MVPA sprowadza się do klasyfikacji. Wejściem klasyfikatora były sygnały

R. Metelka

z elektrod EEG — próbki rozkład potencjału elektrycznego na powierzchni głowy w 30 kanałach. Pobierano 256 próbek sygnału na epokę, w przedziale czasu od -200 ms do 800 ms w odniesieniu do chwili wygenerowania bodźca. Spośród znanych klasyfikatorów dr Maciejewska wybrała tzw. maszynę wektorów nośnych (ang. *support vector machine*, SVM), binarną dla każdej klasy (sesji), zaimplementowaną w zestawie ERPLAB Toolbox (MATLAB). Wynikiem pojedynczej klasyfikacji był numer klasy maszyny o największym wyuczonym marginesie. Aby zredukować wpływ zakłóceń losowych ERP, próbki tych fal wewnątrz klas były uśredniane w losowo wybranych podzbiorach po 10 lub 13 epok, czemu odpowiadały 3 lub 4 podzbiory do ewaluacji za pomocą sprawdzianu krzyżowego. Uczenie było powtarzane 100 razy dla różnych wariantów uśredniania.

W przedziale czasu zwiększonej aktywności neuronów wywołanej wykonywaniem zadania poznawczego, dokładność klasyfikacji z użyciem metody MVPA była większa dla grupy kontrolnej w porównaniu z grupą eksperymentalną. Uśredniona w przedziałach 50 ms dokładność klasyfikacji sesji była istotnie różna od poziomu szansy (ang. *chance level*), w przedziale 450-500 ms tylko dla grupy kontrolnej. Wynik ten potwierdził konkluzję badań A2, że spożycie łagodnego środka pobudzającego zmniejsza amplitudę fali P3. Okazało się również, że w grupie kontrolnej dokładność klasyfikacji sesji różniła się istotnie od poziomu szansy także na wczesnym etapie przetwarzania zadań poznawczych — w przedziale 200-250 ms. Artykuł cytowano w dwóch doniesieniach innych badaczy.

Artykuły A2, A3, A6-A8 opisują przebieg realizacji i rezultaty opracowanego przez habilitantkę projektu badania wpływu krótkotrwałego wysiłku fizycznego i pojedynczej dawki suplementu dietetycznego na przebiegi ERP uczestników — młodych zdrowych ludzi — w procesie przetwarzania zadań angażujących uwagę i pamięć. Kolejno przeprowadzone analizy pozwoliły skwantyfikować badany efekt z coraz większą szczegółowością. W pierwszym etapie (A2), analiza jednoczynnikowa wykazała istotny wzrost amplitudy fali P3, mierzonej przed i po suplementacji, w grupie kontrolnej. Bardziej zaawansowany algorytm — testowania nieparametrycznego z klasteryzacją — pozwolił na dokładniejszą lokalizację obszarów aktywności elektrycznej neuronów w czasie i przestrzeni (A6). Analiza wielowymiarowa (A8) uszczegółowiła wyniki jeszcze bardziej. Tytuły prac A6-A8 zwięźle komunikują poszerzające wiedzę odpowiedzi na postawione przez dr Maciejewską pytania badawcze.

Prace A2, A3, A6-A8 tworzą spójną całość, są kolejnym osiągnięciem naukowym habilitantki i, podobnie jak A1, A4 i A5, wnoszą nową wiedzę do badania procesów poznawczych metodami inżynierii biomedycznej. Ich wyniki są cytowane, tworzą perspektywę nowych badań i zastosowań. Wkład badań habilitantki do nauki jest znaczny: obejmuje opracowanie odpowiedzi na dwa istotne zagadnienia naukowe oraz kompleksową propozycję zestawu metod prowadzenia i analizy wyniku eksperymentów pozwalających lepiej zrozumieć funkcjonowanie układu nerwowego człowieka.

Komentarz

Artykuły cyklu oraz ich prezentacja w autoreferacie są klarowne, bardzo dobrze zredagowane i starannie napisane. Trzy krytyczne uwagi, nieodnoszące się do osiągnięć merytorycznych, dotyczą terminologii.

Nazwa „**okno Hanninga**” użyta w A6 (str. 527) jest zbitką słowną, która powstała w środowisku inżynierskim, prawdopodobnie w celu odróżnienia opracowanej przez austriackiego klimatologa Juliusa von Hanna metody wygładzania sygnału od podobnej metody, opracowanej przez Richarda Hamminga – amerykańskiego matematyka. Wygładzanie za pomocą okna Hanna (lub von Hanna) było nazywane „hanningowaniem” i, niestety, ten niefortunny neologizm zadomowił się w wielu publikacjach, nawet w podręcznikach. Nazwa „okno Hanninga” nie powinna być używana w publikacjach naukowych. Podobnie, poprawnym określeniem jest „szybka transformacja Fouriera”, a nie „**szybka transformata Fouriera**” (autoreferat, str. 19). Transformata jest widmem, wynikiem transformacji (przekształcenia Fouriera), pojęcie „szybka” nie jest adekwatnym określeniem jej cech.

Trzecia uwaga odnosi się do deklaracji na str. 22 autoreferatu: „Dzięki takiemu kompleksowemu podejściu, w odpowiedzi na problem, **zoptymalizowałam** procedurę analizy wpływu czynników modulujących dynamikę aktywności układu nerwowego człowieka.”, a także na str. 43: „Moim wkładem w rozwój nauki w zakresie omawianego osiągnięcia było **zoptymalizowanie** procedur analizy wpływu czynników modulujących dynamikę aktywności układu nerwowego człowieka związaną z procesami poznawczymi.”. Cechują się one zbytnią swobodą terminologiczną w odniesieniu do czasownika „optymalizować” użytego w trybie dokonanym. Według Słownika Języka Polskiego (<https://sjp.pwn.pl/sjp/optimalizacja;2569873.html>, dostęp 8 lipca 2026), optymalizacja to

- 1) «organizowanie jakichś działań, procesów itp. w taki sposób, aby dały jak największe efekty przy jak najmniejszych nakładach»,
- 2) «poszukiwanie za pomocą metod matematycznych najlepszego, ze względu na wybrane kryterium, rozwiązania danego zagadnienia gospodarczego, przy uwzględnieniu określonych ograniczeń» .

Bez wątpienia dr Maciejewska opracowała przemyślaną, wieloaspektową metodykę prowadzenia badań naukowych w ramach zdefiniowanego tematu. Opracowanie to pozwoliło otrzymać wartościowe, powtarzalne i przekonujące wyniki, osiągnąć cel zamierzonych przedsięwzięć, a także stworzyło nowe możliwości badania procesów poznawczych z uwzględnieniem indywidualnych różnic. Jest to jedno z osiągnięć naukowych habilitantki. Aby jednak móc sklasyfikować opracowanie tej metodyki jako optymalizację w w/w słownikowym sensie 2), domyślnym w odniesieniu do doskonalenia algorytmów (urządzeń, procesów, itd.) w zakresie nauk inżynieryjno-technicznych, należałoby przeprowadzić formalny dowód optymalności opracowanego rozwiązania. Uznaje się, że w dowodzeniu takiej cechy pomocne są studia ablacyjne (ang. *ablation studies*, np. Meyes i in. 2019, <https://arxiv.org/pdf/1901.08644>, dostęp 8 lipca

RMetela

2026) — kontrolowany eksperyment, podczas którego usuwa się kolejno elementy proponowanego rozwiązania, nie zmieniając pozostałych, i ocenia efekty tego kroku według ustalonego kryterium i założeń. Artykuły A1-A8 nie opisują jednoznacznie takich studiów w odniesieniu do opracowanych i zaproponowanych przez autorkę procedur. Propozycja dr Maciejewskiej została przez międzynarodową społeczność badaczy uznana i przyjęta, jej zastosowania są cytowane, ale rygorystycznego dowodu optymalności zestawu metod cykl nie zawiera. Doskonalenie metodyki ocenianych badań naukowych, którego dokonała habilitantka, jest optymalizacją w znaczeniu intuicyjnym, przyjętym w codziennej komunikacji osób posługujących się językiem polskim.

3.2. Aktywność naukowa

Pani Karina Maciejewska jest zatrudniona na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach od 15 lat. W tym czasie odbyła 4 staże naukowe — 3 zagraniczne (Technische Universität, Ilmenau, 2014, 1 miesiąc; University California, Davis, 2019, 4 miesiące; Università Campus Bio-Medico di Roma, Rzym, 2021-2023, 12 miesięcy) i jeden krajowy (Centrum Diagnostyki i Terapii Onkologicznej Katowice Sp.z o.o., 2014, 1 miesiąc). Projekt opisany w artykule A5 był realizowany podczas stażu w USA.

Po otrzymaniu stopnia doktora, oprócz artykułów wspomnianych we wstępie recenzji i artykułów cyklu, habilitantka opublikowała 2 artykuły w materiałach konferencji międzynarodowych (*IUPESM World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering*, Toronto, 2015; *CISP-BMEI 9th International Congress on Image and Signal Processing*, Datong, 2016), 1 artykuł w serii wydawniczej *Advances in Intelligent Systems and Computing, Innovations in Biomedical Engineering*, Springer, 2017 oraz 1 artykuł w *Polish Journal of Medical Physics and Engineering*, 2024 (IF=0.8). W latach 2017-2026 wygłosiła 8 wykładów na zaproszenie komitetów organizacyjnych imprez naukowych — siedmiu krajowych i jednej zagranicznej. Przedstawiła 17 referatów i plakatów na konferencjach krajowych i zagranicznych. Tematyka tych artykułów, wykładów oraz komunikatów konferencyjnych mieści się w zakresie zagadnień naukowych dyscypliny inżynieria biomedyczna i dyscyplin pokrewnych — fizyki medycznej oraz neuronauki. Publikacje dr Maciejewskiej były cytowane 83 razy (wg Scopus, bez cytowań we własnych artykułach), indeks Hirscha $H=6$, a sumaryczny wskaźnik wpływu $IF \approx 34,3$.

Od 2020 roku dr Maciejewska opracowała 16 recenzji artykułów złożonych w redakcjach renomowanych czasopism naukowych, takich jak *Biomedical Physics and Engineering Express* ($IF \approx 2,0$), *Journal of Optics* ($IF \approx 2,2$), *Neuroscience Letters* ($IF \approx 2,2$), *Applied Sciences* ($IF \approx 3,0$), *Physiology & Behavior* ($IF \approx 3,1$), *PLOS ONE* ($IF \approx 3,3$), *Diagnostics* ($IF \approx 3,6$), *IEEE Access* ($IF \approx 4,3$), *PLOS Computational Biology* ($IF \approx 4,4$), *Scientific Reports* ($IF \approx 4,8$), *IBRO Neuroscience Reports* ($IF \approx 2,9$), *JMIR MHealth and UHealth* ($IF \approx 7,2$), *Frontiers in Behavioral Neuroscience* ($IF \approx 3,7$), *Frontiers in Systems Neuroscience* ($IF \approx 3,6$), *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* ($IF \approx 6,7$). Od 2023

K. Maciejewska

roku jest członkiem redakcji *Frontiers in Human Neuroscience*, jako „Review Editor”.

W 2019 roku habilitantka była laureatką konkursu Miniatura 2 NCN. Dwukrotnie kierowała projektami naukowo-badawczymi w ramach edycji 2023 i 2024 konkursów Inicjatywy Doskonałości Badawczej UŚ. W latach 2024-2025 uczestniczyła w pracach komisji konkursowej UŚ oceniającej wnioski o dofinansowanie badań naukowych. Współpracowała z instytucjami ochrony zdrowia, takimi jak Śląskie Centrum Telemedycyny Kardiotele przy Śląskim Centrum Chorób Serca w Zabrzu. W latach 2014-2016 pracowała jako fizyk medyczny w Szpitalu Specjalistycznym w Dąbrowie Górniczej, prowadziła też zajęcia na szkoleniach zawodowych w Centrum Onkologii – Instytut im. M. Skłodowskiej-Curie, Oddział w Gliwicach. W roku 2025 nawiązała współpracę ze Szpitalem Joannitas w Pszczynie, jest jej koordynatorem ze strony UŚ. Jest członkinią stowarzyszeń zawodowych – dwóch międzynarodowych i czterech krajowych.

Aktywność naukowa dr Maciejewskiej jest istotna. Zaowocowała doniesieniami opublikowanymi w periodykach o międzynarodowej renomie, otwiera obszary nowych projektów naukowo-badawczych oraz zastosowań, jest prowadzona we współpracy z instytucjami naukowymi, redakcjami czasopism naukowych oraz organizacjami ochrony zdrowia, w Polsce i za granicą.

4. Wnioski

Z przedstawionej do oceny dokumentacji wynika, że

- 1) pani Karina Maciejewska ma stopień doktora,
- 2) w swoim dorobku posiada osiągnięcia naukowe, w tym cykl powiązanych ze sobą tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych, które w roku ich opublikowania były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami,
- 3) jej osiągnięcia naukowe stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria biomedyczna, a także
- 4) wykazała się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej.

Fakty te odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r., poz. 1571 ze zm.). W związku z tym **moja opinia** w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr Karinie Maciejewskiej w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria biomedyczna, **jest pozytywna**.

Rudraja Mateka

Łódź, 18 lipca 2026