



**TOMASZ PRAUZNER¹, MAŁGORZATA PRAUZNER²,
KACPER PRAUZNER³**

Ocena aktywności poznawczej w ujęciu aktualnych badań QEEG

Assessment of Cognitive Activity in Terms of Current QEEG Research

¹ Doktor, Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie, Instytut Techniki i Systemów Bezpieczeństwa, Polska

² Magister inżynier, Szkoła Podstawowa nr 31 z Oddziałami Integracyjnymi, Częstochowa, Polska

³ II Liceum Ogólnokształcące im. Romualda Traugutta w Częstochowie, Polska

Streszczenie

W artykule przedstawiono koncepcję oceny procesu poznawczego na podstawie planowanych badań elektroencefalograficznych QEEG. Głównym problemem badawczym jest próba odpowiedzi na pytanie, czy i w jakim stopniu wykorzystanie nowoczesnych programów symulacyjnych stosowanych w kształceniu zawodowym wpływa na efektywność kształcenia. Efektywność kształcenia jest pochodną aktywności procesu poznawczego podczas uczenia się. W celu odpowiedzi na ten problem planuje się analizę aktywności mózgu dzięki rejestracji i obserwacji przebiegu różnych fal oraz wielkości potencjałów generowanych przez układ nerwowy.

Słowa kluczowe: efektywność dydaktyczna, programy symulacyjne, badania QEEG

Abstract

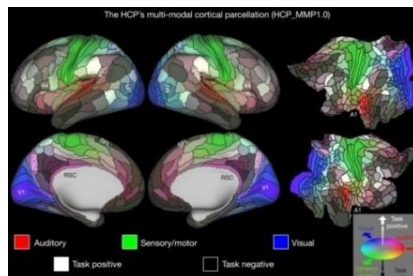
The article presents the concept of assessment of the cognitive process based on planned QEEG encephalography. One of the stages of the planned research is to determine the research problem and any variables. The main research problem is, therefore, the attempt to answer the question whether and to what extent the use of modern simulation programs used in vocational education affect the effectiveness of teaching? The effectiveness of teaching is a derivative of the activity of the cognitive process during learning. In order to answer this problem, it is planned to analyze brain activity by recording and observing the course of various waves and the magnitudes of potentials generated by the nervous system.

Keywords: didactic effectiveness, simulation programs, QEEG research

Wstęp

Jednym z zadań układu nerwowego jest funkcja nadzorująca i koordynująca wszelkie czynności zmysłowo-sensomotoryczne, ruchowe. W ujęciu problematyki aktywności poznawczej niezwykle interesujące są wszelkie zagadnienia związane z budową i działaniem mózgu. Obserwacja jego działania i reagowania na zewnętrzne bodźce dostarcza wielu informacji dotyczących aktywności człowieka. Do oceny aktywności poznawczej wykorzystać można badania elektroencefalograficzne mózgu oparte na badaniu EEG¹ lub bardziej zaawansowanej formy tych badań – QEEG (mapowanie mózgu – *quantitative* – czyli „ilościowe” EEG).

Neurofeedback (NFB), nazywany także neuroterapią, jest typem badań biofeedback (informacja zwrotna) wykorzystującym zapis elektroencefalogramu w czasie rzeczywistym w celu wizualnego przedstawienia aktywności mózgu. Mózg jest złożonym narządem regulacji aktywności człowieka. Składa się on z wielu rozmaitych struktur pełniących różne role w regulacji zachowania się. W badaniach obserwujemy sygnały z czujników umiejscowionych na skórze głowy, a więc będą to sygnały powstałe na różnych poziomach przestrzeni budowy mózgu. W literaturze spotkać się możemy z różnymi schematami topologii funkcjonalności pracy mózgu, jednak najnowszą reprezentuje opracowany w 2016 r. model HCP’s multi-modal parcellation, v1.0 (Glasser, 2016, s. 171–178) (rys. 1).



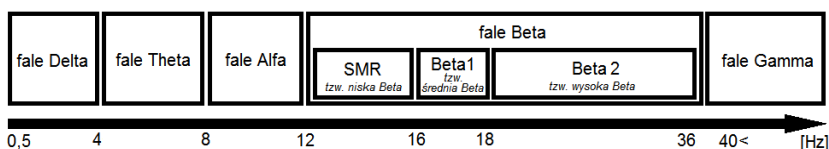
Rysunek 1. Przykładowy model mózgu ze względu na wydzielone obszary funkcjonalne

Źródło: Glasser (2016).

Różne miejsca w mózgu są źródłem powstania różnych częstotliwości fal elektrycznych, których reprezentacja uwidocznioma jest w postaci zmiennego wykresu ciągłego. Jest to odpowiedź mózgu na dochodzące do niego sygnały z zewnątrz oraz zachodzących zjawisk fizykochemicznych w sieci neuronowej mózgu. W badaniach neuroobrazowych potwierdzono dotychczasowe wnioski neuropsychologiczne dotyczące relacji różnych „ośrodków” korowych z konkretnymi funkcjami umysłowymi. Wykazano także, że relacje mózg–umysł są znacznie bardziej złożone, niż to początkowo zakładano. W wielu przypadkach

¹ EEG to skrót od elektroencefalografii – *elektro* + *encephalon* (z łac. mózgowie) + *graphia* (z łac. zapis, wykres) – czyli zapis czynności elektrycznej mózgu.

konkretna aktywność umysłowa angażuje nie tylko dany ośrodek korowy, ale i pozostałe struktury (Schacter, 2003; Kalat, 2006). W odniesieniu do procesu poznawczego interesują nas jednak bardziej złożone czynności psychiczne, czyli procesy wynikające ze złożonej współpracy różnych obszarów mózgu. Uwzględniając wynikające różnice w budowie i działaniu mózgu u każdego człowieka, można zauważyć, że obserwowana aktywność poznawcza może być rejestrowana w różnych częściach mózgu (Sadowski, Chmurzyński, 1989). Dlatego też wskaźnikiem występowania danej zmiennej będzie nie tyle topologiadanej fali (związane z czynnościami elementarnymi), a jej fakt wystąpienia, przebieg oraz czas powstania (rys. 2).



Rysunek 2. Uproszczony schemat występujących fal przy badaniach EEG

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Thompson (2012).

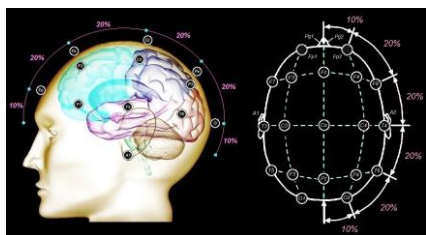
Odzwierciedlenie pracy neuronów w postaci rejestrowanych impulsów może być interpretowane przez określoną aktywność zarówno poznawczą zachodzącą w mózgu, jak i typowo ruchową ciała. Należy, więc umiejętnie wyodrębnić jedynie te sekcje pomiaru, które mogą wskazywać na aktywność poznawczą człowieka. Wiele badań prowadzonych metodą QEEG wykazuje bardzo dużą rzetelność i powtarzalność rzędu od 82% dla 20-sekundowego zapisu do 92% dla 60-sekundowego zapisu (Budzynski, Budzynski, Evans, Abarbanel, 2009, s. 276; Salinsky, Oken, Moehead, 1991, s. 382–392).

Dzięki neuroprzekaznikom, neuromodulatorom i neurohormonom mózg może mieć wpływ na każdą komórkę w organizmie (Thompson, 2012, s. 35). Elektroda (sensor) rejestruje oznaki aktywności elektrycznej wytwarzane przez neurony (komórki nerwowe). Różne wzorce zapisu EEG odpowiadają odmiennym stanom psychicznym (Thompson, 2012, s. 37). Dane uzyskane metodą EEG dorównują jakością innym metodom powszechnie używanym w medycynie (Thompson, 2012, s. 39). Na rys. 2 przedstawiono obecnie funkcjonującą klasyfikację i podział obserwowanych fal mózgu. Poniżej wyodrębniono dane związane bezpośrednio z przedstawionym obszarem badań dotyczącym efektywności kształcenia i oceny złożonego procesu poznawczego podczas pracy z programami symulacyjnymi.

Metodologia badań własnych

Badania QEEG przeprowadzone zostaną w Laboratorium Badań Eksperymentalnych Biofeedback Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie. Wstęp-

ne pilotażowe badania potwierdziły przydatność tej metody w badaniach (Prazuner, 2015, s. 480–489). Pierwszy etap badań polegać będzie na obserwacji wybranych częstotliwości zarejestrowanych fal podczas wykonywania określonych zadań w programie symulacyjnym. Badaniom poddani zostaną wybrani studenci według ustanowionego kryterium (Prazuner, 2018). W badaniach wykorzystana zostanie aparatura pomiarowa Mitsar EEG 202.



Rysunek 3. Rozplanowana lokalizacja czujników w QEEG: system rozmieszczenia elektrod 10/20 (19-sensorowe)

Źródło: opracowanie własne oraz na podstawie zdjęć z stylnazdrowie.pl, mlodytechnik.pl.



Rysunek 4. Zdjęcie z badań pilotażowych
Źródło: opracowanie własne.

Za element obserwacji przyjmuje się przebieg wybranych częstotliwości fal świadczących o aktywnej pracy badanej osoby:

- Fale Beta o częstotliwości od 12 do ok. 36 Hz, o amplitudzie poniżej $30\mu\text{V}$. Obrazują one zaangażowanie kory mózgowej w aktywność poznawczą. Wytwarzanie fali Beta wiąże się ze stanem czuwania, czujności, orientacji zewnętrznej oraz myślenia logicznego, rozwiązywania problemów i uwagi. Fala ta będzie widoczna podczas słuchania tekstu mówionego oraz podczas rozwiązywania problemów. Szeroki zakres Bety możemy rozbić na mniejsze zakresy częstotliwości, które w większym stopniu odpowiadają poszczególnym sposobom funkcjonowania kory mózgowej (Thompson, 2012, s. 73). Fale te obserwujemy przy inspirującej energii, towarzyszą działaniu, charakteryzują logiczne i analityczne myślenie, zaangażowanie intelektualne. Człowiek jest wtedy przytomny, skupiony na odbieraniu bodźców zewnętrznych za pomocą swoich pięciu zmysłów: wzroku, słuchu, dotyku, smaku i węchu:

- Fale (12–15 Hz) tzw. SMR, niska Beta, zwana rytmem sensorycznym powstanie przy odbiorze informacji z pięciu zmysłów. Odpowiada za relaks z zewnętrzną uwagą oraz z rozwiązywaniem problemów. Człowiek jest w tym stanie odprężony, ale gotowy obserwować świat. Zbyt niski poziom SMR towarzyszy deficytom uwagi.

– Fale Beta1 (16–20 Hz), tzw. średnia Beta, wiążą się z koncentracją na jednym zagadnieniu, z ukierunkowaniem zewnętrznym (czasami na częstotliwościach powyżej 20 Hz). Jeśli człowiek stanie przed koniecznością rozwiązania np. zadania matematycznego, to zauważymy, iż najpierw wzrośnie amplituda czynności około 17 Hz oraz dokładnej w tym samym czasie zmniejszy się amplituda Thety i niskiej Alfy (8–10 Hz) (Thompson, 2012, s. 74). Pasma to koreluje z aktywnością poznawczą charakterystyczną dla aktywnego rozwiązywania problemów (intensywny wysiłek umysłowy). Opanowanie nowej czynności wymaga więcej fal Beta niż wykonywanie jej, gdy zostanie już opanowana (Thompson, 2012, s. 44). Im większa częstotliwość, tym większe pobudzenie twórcze i abstrakcyjne myślenie, uwaga jest skupiona na problemie. Koncentrujemy się na wykonywaniu zadań, rodzą się wtedy nowe pomysły rozwiązań. Zadania wykonywane są szybko, łatwo, człowiek pracuje z pełną uwagą. W tym stanie impulsy nerwowe przepływają w błyskawicznym tempie. Osoba może realizować ambitne cele, osiągać intelektualne szczyty. Towarzyszy błyskawicznemu rodzeniu się nowych pomysłów. Umożliwia prezentację, szybką analizę i organizowanie informacji i każdą inną działalność, gdzie potrzebny jest świeży, szybko działający mózg, kluczowe narzędzie dla naszego sukcesu.

– Fale (18–36 Hz), tzw. wysoka Beta lub Beta2 – stresogenna fala niepokoju, towarzyszy nam w trakcie intensywnej pracy umysłowej. Związana jest ze zwiększonym napięciem emocjonalnym, gdyż jej emisja towarzyszy wydzielaniu adrenaliny odpowiedzialnej za stan gotowości organizmu. Dla powyższych badań, oceniana raczej jako niepożądana.

– Fale Gamma. Rytm Sheera (38–42 Hz). Zaobserwowano, że właśnie ten rytm ma istotne znaczenie dla procesu uczenia się. Może być związany z rodzajem uwagi charakterystycznym dla czynności łączenia ze sobą różnych aspektów obiektu w celu utworzenia jednego pojęcia. Przez niektórych klinicystów jest nazywany rytmem scalania i uznaje się, że jest powiązany ze stanem szczytowej sprawności (Thompson, 2012, s. 74). Rytm Sheera związany jest z wystąpieniem u człowieka dużej uwagi i skupieniu się, przy rozwiązywaniu problemów. Jest to częstotliwość trudna do zmierzenia w badaniach EEG z powodu występujących u człowieka artefaktów mięśniowych (Thompson, 2012, s. 278). Są też jedyną grupą częstotliwości znaną w każdej części mózgu. To dlatego przyjmuje się, że kiedy mózg równocześnie przetwarza informację w różnych częściach, to używa fal o częstotliwości 40 Hz. Fala Gamma związana jest z obróbką informacji skojarzeniowych (Krawczyk, 2018; Wietrzykowski, 2010). Jej występowanie zauważono również w stanach skrajnych emocji i przeżyć.

Podsumowanie

Przytoczone informacje są nowatorską koncepcją opracowania badań naukowych wykorzystującą najnowocześniejszą aparaturę do badań elektroencefalograficznych. Oczywiście jest to jedynie zarys problematyki, który wymaga

uszczerłowieńia o metodologię badań naukowych. Przypuszcza się, iż metoda ta pomoże w pogłębieniu wiedzy z zakresu oceny aktywności dydaktycznej, jednak nie z poziomu wyników pracy osoby poddanej badaniu, a w trakcie jego wysiłku intelektualnego. Pozwoli również na wyjaśnienie różnic aktywności poznawczej w procesie dydaktycznym, ale wynikających nie tyle z jakości przygotowanych materiałów, a z interpersonalnych różnic wynikających z odmiennej budowy i działania mózgu. Być może kolejnym etapem tych badań będą opracowane modele interaktywnych pomocy dydaktycznych powstałych na zasadzie działania sztucznych sieci neuronowych.

Literatura

- Budzynski, T.H., Budzynski, H.K., Evans, J.R., Abarbanel, A. (2009). *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback. Advanced Theory and Applications*. Cambridge: Academic Press.
- Duch, W. (2018). *Przetwarzanie informacji przez mózgi*. Pobrane z: <http://www.is.umk.pl> (4.03.2018).
- Glasser, M. (2016). A Multi-Modal Parcellation of Human Cerebral Cortex. *Nature*, 536 (7615), 171–178.
- Kalat, J.W. (2006). *Biologiczne podstawy psychologii*. Warszawa: PWN.
- Krawczyk, J. (2018). *Fale mózgowie – na jakich obrotach działa twój mózg?* Pobrane z: <http://zdrowie.gazeta.pl> (4.03.2018).
- Prauzner, T. (2015). Analysis of the Results of the pedagogical Research and EEG in the Aspect of Effective Modern Teaching Aids in the Technical Education. *SOCIETY. INTEGRATION. EDUCATION Proceedings of the International Scientific Conference, IV*, 480–489.
- Prauzner, T. (red.) (2016). *Dydaktyczne uwarunkowania rozwijania samodzielnego myślenia i działania studentów w kształceniu technicznym*. Częstochowa: Wyd. AJD.
- Prauzner, T. (2018). Cognitive Mechanisms in the Didactics of Technical Vocational Subjects in the Light of Research on Bioelectrical Brain Activity. *SOCIETY. INTEGRATION. EDUCATION Proceedings of the International Scientific Conference, I*, 454–463.
- Sadowski, B., Chmurzyński, J.A. (1989). *Biologiczne mechanizmy zachowania*. Warszawa: PWN.
- Salinsky, M.C., Oken, B.S., Moehead, L. (1991). Test-Retest Reliability in EEG Frequency Analysis. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 79 (5), 382–392.
- Schacter, D.L. (2003). *Siedem grzechów pamięci*. Warszawa: PIW.
- Thompson, M. (red.) (2012). *Neurofeedback. Wprowadzenie do podstawowych koncepcji psychofizjologii stosowanej (The Neurofeedback Book. An Introduction to Basic Concepts in Applied Psychophysiology)*. Wrocław: Biomed Neurotechnologie.
- Wietrzykowski, W. (2010). *Biologiczna Sieć Pakietowa*. Pobrane z: <http://net3plus.awardspace.com> (4.03.2018).