



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

Aktywność pracy mózgu w procesie dydaktycznym w ujęciu badań elektroencefalograficznych

Brain Activity in the Didactic Process in the Context of Electroencephalographic Research

¹ ORCID: 0000-0002-8792-7794, doktor, Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Długosza w Częstochowie, Instytut Techniki i Systemów Bezpieczeństwa, Polska

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

³ Warszawski Uniwersytet Medyczny w Warszawie, Polska

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań encefalograficznych w zakresie aktywności pracy mózgu podczas procesu dydaktycznego. Głównym celem badań jest analiza aktywności poznawczej podczas uczenia się z wykorzystaniem symulacji komputerowych w kształceniu technicznym. Porównano aktywność poznawczą z uwzględnieniem wybranych czynników zakłócających w trakcie pracy ucznia na podstawie obserwacji częstotliwości fal pracy mózgu w badaniach QEEG.

Słowa kluczowe: efektywność dydaktyczna, programy symulacyjne, badania QEEG

Abstract

The article presents the results of encephalographic studies in the field of brain activity during the learning process. The main object of the research is to analyze cognitive activity while learning using computer simulations in technical education. Cognitive activity was compared with selected confounders during student's work based on observation of brain wave frequency in QEEG studies.

Keywords: didactic effectiveness, simulation programs, QEEG research

Wstęp

Badania encefalograficzne są metodą badawczą, która może dostarczyć informacji o aktywności układu nerwowego. Badania EEG oraz QEEG polegają na pomiarze impulsów elektrycznych o bardzo małej amplitudzie odczytywanych m.in. na powierzchni skóry głowy. Lokalizacja ta umożliwia rejestrację różnych częstotliwości przebiegów zmiennych (napięć elektrycznych), których

źródłem powstawania są procesy chemiczne zachodzące pomiędzy różnymi warstwami i tkankami mózgu oraz skóry głowy. Obserwacja występowania poszczególnych częstotliwości fal oraz ich analiza ilościowa umożliwia zlokalizowanie obszaru ich występowania w mózgu.

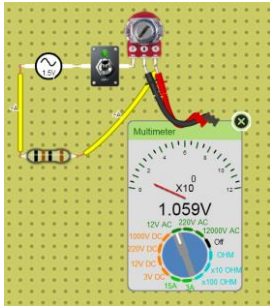
Temat ten szczegółowiej został omówiony w innych publikacjach autorskich (Prazuner, 2015–2019). Liczne badania udowodniły ścisły związek występowania określonych fal w mózgu w zależności od aktywności człowieka. Idąc tym tokiem rozważań, warto podjąć działania badawcze, które dostarczyłyby kolejnych danych, bardziej szczegółowych. Głównym celem długoletnich badań autorów jest uzyskanie m.in. odpowiedzi na problem badawczy co do słuszności stosowania metody QEEG w ocenie aktywności poznawczej człowieka w procesie dydaktycznym. Proces dydaktyczny zawsze przebiega w specyficznych, a jakże często odmiennych warunkach otoczenia. Warunki te określone są nie tylko indywidualnymi predyspozycjami uczącego się, ale także warunkami środowiska i otoczenia, w jakim zachodzą.

Głównym celem badań jest weryfikacja hipotez badawczych wynikających z postawionych problemów badawczych w zakresie kształcenia i efektywności dydaktycznej w technicznych kierunkach kształcenia z wykorzystaniem nowoczesnych aplikacji informatycznych. Jednym z tych problemów jest uzyskanie odpowiedzi na pytanie, czy i jeśli tak, to w jakim stopniu efektywność dydaktyczna jest uzależniona od wybranych warunków otoczenia podczas nauki z wykorzystaniem symulacji komputerowych. Jednym z czynników wpływających na efektywność kształcenia jest dźwięk towarzyszący pracy, a ściślej – tzw. zakłócenia akustyczne. Zakłada się, iż dźwięk może być czynnikiem negatywnie wpływającym na poziom zaangażowania się w pracę podczas wykorzystywania komputera w nauce. Powstaje więc kolejne pytanie do dalszych rozważań, czy istnieją określone zasady przy projektowaniu aplikacji multimedialnych (dydaktycznych) ze względu na dobór odpowiednich parametrów obrazu i dźwięku.

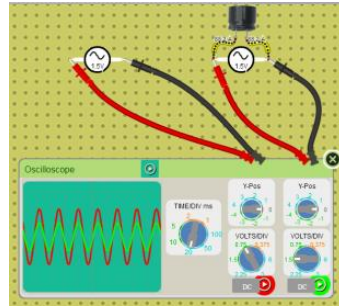
Metodologia badań

Badania wykonano w Laboratorium Badań Eksperymentalnych Biofeedback Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego im. Jana Długosza w Częstochowie. Do badań wykorzystano aparaturę pomiarową Mitsar EEG 202. Badania QEEG dostarczyły istotnych danych ilościowych umożliwiających graficzną interpretację aktywności pracy mózgu podczas pracy studenta z komputerem (pracy z programem symulacyjnym). W tym celu wykorzystano aplikację DCAClab służącą do modelowania i symulacji pracy układów elektronicznych. Symulacja komputerowa była środowiskiem pracy studenta, w którym miał do wykonania dwa wirtualne modele układów elektronicznych oraz uruchomienie ich działania. W tym celu student musiał w pierwszej kolejności zapoznać się z założeniami projektu modelu oraz dokumentacją ćwiczenia. Następnie modele zostały zweryfikowane, jeśli chodzi o poprawność ich konstrukcji i działania

(rys.1). Każde z zadań wykonywane było w odmiennych warunkach pracy. Pierwszy model student wykonywał w całkowitej niemalże ciszy, drugi przy towarzyszącej mu muzyce o dość intensywnej głośności i znacznej dynamice dźwięku. Był to zaplanowany czynnik zakłócający, który w założeniu miał utrudnić wykonanie zadania (spowodować dekoncentrację w pracy).



Rysunek 1. Projekt I. Projekt modelu regulacji napięcia zmiennego



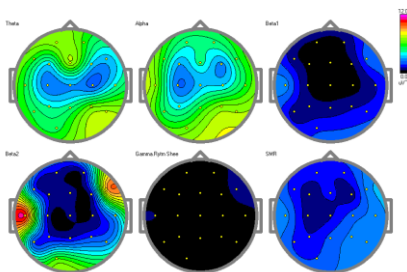
Rysunek 2. Projekt II. Zasada działania oscyloskopu w pomiarach przebiegów zmiennych

Źródło: DCAClab.

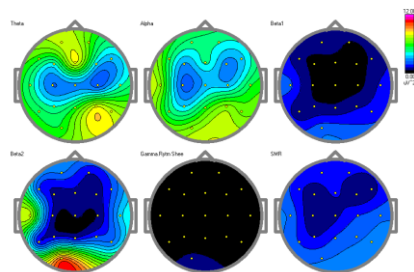
Analizie poddane zostały zarejestrowane przez aparaturę badawczą fale Theta, Alfa i Beta. Uwzględniając wynikające różnice w budowie i działaniu mózgu u każdego człowieka, można zauważyć, że obserwowana aktywność poznawcza może być rejestrowana w różnych częściach mózgu (Sadowski, Chmurzyński, 1989). Dlatego wskaźnikiem występowania danej zmiennej będzie nie tyle topologia danej fali, ile fakt jej wystąpienia oraz moc sygnału.

Wyniki badań

Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono przykładową analizę badań QEEG jednego z uczestników badań.



Rysunek 3. Mapa mocy widma EEG dla wybranych częstotliwości. Fragment I etapu badań: Etap bez dźwięku



Rysunek 4. Mapa mocy widma EEG dla wybranych częstotliwości. Fragment II etapu badań: Etap z dźwiękiem

Źródło: opracowanie własne.

Za element obserwacji przyjęto przebieg następujących częstotliwości fal świadczących o aktywności badanej osoby:

1. Fale Theta 4–7,5 Hz. Na ogół nadmiar fal Theta (płaty czołowe) powoduje dekoncentrację i problemy w skupieniu uwagi. Pojawiają się również, kiedy **właśnie zakończyliśmy jakieś działanie związane z wysiłkiem** lub zadanie, które wymagało dużo energii.

2. Fale Alfa 7,5–12 Hz. Fale Alfa emitowane są przez okolice potyliczno-ciemieniowe kory mózgowej odpowiadające za przetwarzanie informacji wzrokowych, są charakterystyczne dla stanu spokoju umysłu.

3. Fale Beta 12–36 Hz. Obrazują zaangażowanie kory mózgowej w aktywność poznawczą. Wytwarzanie fali Beta wiąże się ze stanem czuwania, czujności, orientacji zewnętrznej oraz myślenia logicznego, rozwiązywania problemów i uwagi. Szeroki zakres Bety możemy rozbić na mniejsze zakresy częstotliwości, które w większym stopniu odpowiadają poszczególnym sposobom funkcjonowania kory mózgowej (Thompson, 2012, s. 73):

a. Fale 12–15 Hz, tzw. SMR, 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.

b. Fale Beta1 16–20 Hz wiążą się z koncentracją na jednym zagadnieniu, z ukierunkowaniem zewnętrznym. 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 Alfę (8–10 Hz) (Thompson, 2012, s. 74). Pasma te koreluje z aktywnością poznawczą charakterystyczną dla aktywnego rozwiązywania problemów (intensywny wysiłek umysłowy).

c. Fale 18–36 Hz, tzw. 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.

4. Fale 38–42 Hz, tzw. Gamma. Zaobserwowano, że właśnie ten rytm ma istotne znaczenie dla procesu uczenia się (Thompson, 2012, s. 74). Fale Gamma wiążą się z wysokim poziomem zadań procesów poznawczych oraz naszym stylem uczenia się, zdolnością do przyjmowania nowych informacji, a także z naszymi zmysłami i sposobem postrzegania.

Podsumowanie

Analiza wyników badań skłania do następujących wniosków:

1. W drugim etapie badań zaobserwowano znaczny wzrost w okolicy płata czołowego amplitudy fali Theta, co może świadczyć o dekoncentracji i pro-

blemach w skupieniu uwagi. Jej amplituda zauważalnie wzrosła w momencie zakończenia zadania, co może świadczyć o znacznym wysiłku i zaangażowaniu mózgu w rozwiązaniu problemu. Jej obecność może wskazywać, iż osoba badana musiała wykazać się większym skupieniem w pracy, a jej wystąpienie jest oznaką powrócenia organizmu do stanu odprężenia i równowagi.

2. Fale Alfa są na identycznym poziomie w obydwu etapach badań, a związane są głównie z ich występowaniem w okolicach płatów potyliczno-ciemieniowych, co jest konsekwencją aktywności narządu wzroku.

3. Zdziwiająco niski jest w obydwu etapach poziom fali SMR. Zbyt niski poziom SMR świadczy o deficycie uwagi w trakcie pracy.

4. Wystąpienie fali Beta1 również podważa celową aktywność człowieka w rozwiązywaniu zadania. Wydaje się, iż jej znikoma ilość jest związana z niezbyt twórczą pracą, a raczej czynnościami, którym nie towarzyszyło twórcze myślenie, a jedynie były to czynności zautomatyzowane i powielane. Niski poziom Beta1 towarzyszy deficytom intelektualnym, zaburzeniom koncentracji i uwagi.

5. W stosunku do Beta1 można zauważyć znaczny wzrost fal Beta2. Fale te towarzyszą stanom emocjonalnym związanymi ze stresem i stanem niepokoju. Być może są efektem zakłopotania w rozwiązaniu zadania, braku pewności w obsłudze oprogramowania itp.

6. Fal Gamma nie zarejestrowano, co jest wynikiem niskim poziomem Beta1.

Analiza badań QEEG świadczy o tym, iż towarzyszący dźwięk (rozumiany jako sygnał zakłócający, niepożądany) wpływa w niewielkim stopniu na poziom zaangażowania studenta w pracy z programem symulacyjnym. Efektywność kształcenia jest więc uzależniona od warunków, w jakich się ono odbywa. Praca z programem symulacyjnym wymaga warunków otoczenia, w których student może się skoncentrować nad zadaniem. Dźwięk charakteryzuje się wieloma parametrami. Przykładem mogą być tzw. dudnienia różnicowe, które przyczyniają się do zmiany stanu świadomości. Jest to zjawisko związane z docieraniem na przemian do każdego z osobna narządu słuchu dwóch różnych częstotliwości, np. 500 Hz i 520 Hz. Mózg interpretuje te sygnały w sposób złożony, wytwarza wrażenie trzeciego dźwięku (Byczuk, 2019). Podobnych efektów dźwiękowych może powstać więcej, co w odniesieniu do interpretacji tych dźwięków przez mózg może mieć znaczenie w jego działaniu.

Literatura

- Budzynski, T.H., Budzynski, H.K., Evans, J.R., Abarbanel, A. (2009). *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback. Advanced Theory and Applications*. Academic Press.
- Byczuk, P. (2019). *Dudnienia różnicowe i odmienne stany świadomości*. Pobrane z: <https://hemisync.com.pl/dudnienia-roznicowe-odmienne-stany-swiadomosci/> (24.4.2019).
- Dokumentacja oprogramowania DCAClab. Pobrane z: <https://dcaclab.com> (7.04. 2019).
- Duch, W. (2018). *Przetwarzanie informacji przez mózgi*. Pobranez: <http://www.is.umk.pl> (3.04.2018).

- 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. *Proceedings of the International Scientific Conference. Society. Integration. Education, IV*, 480–489.
- Prauzner, T. (2018). Cognitive Mechanisms in the Didactics of Technical Vocational Subjects in the Light of Research on Bioelectrical Brain Activity. *Proceedings of the International Scientific Conference. Society. Integration. Education, I*, 454–463.
- Prauzner, T., Prauzner, M., Prauzner, K. (2019). Aktywność pracy mózgu w procesie dydaktycznym w ujęciu badań elektroencefalograficznych. *Edukacja – Technika – Informatyka*, 2(28), 312–317.
- Sadowski, B., Chmurzyński, J.A. (1989). *Biologiczne mechanizmy zachowania*. Warszawa: PWN.
- Salinsky, M.C., Oken, B.S., Moehnd, L. (1991). Test-retest Reliability in EEG Frequency Analysis. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 79(5), 382–392
- Thompson, M., Thompson, L. (2012). *Neurofeedback, wprowadzenie do podstawowych koncepcji psychofizjologii stosowanej (The Neurofeedback Book. An Introduction to Basic Concepts in Applied Psychophysiology)*. Wrocław: Biomed Neurotechnologie.