



Akademia  
Nauk Stosowanych  
Towarzystwo Wiedzy Powszechnej w Szczecinie



Ministerstwo  
Edukacji i Nauki

## **RAPORT Z BADAŃ**

### **pn. Poprawa relaksacji oraz koncentracji uwagi w grupie dziewcząt trenujących piłkę siatkową w Szkole Mistrzostwa Sportowego w Policach za pomocą metody EEG Biofeedback**

przeprowadzonych w ramach projektu

Ministerstwa Edukacji i Nauki

pn. „Społeczna odpowiedzialność nauki”,  
modułu „Popularyzacja nauki i promocja sportu”,  
tytułu projektu „Wiedza na warsztat”

**Badania i raport opracowała:**

mgr Elżbieta Ciuksza Akademia Nauk Stosowanych TWP w Szczecinie

**Konsultant merytoryczny:**

dr Grażyna Leśniewska Akademia Nauk Stosowanych TWP w Szczecinie

**Szczecin, 2023 r.**



## SPIS TREŚCI

### Wstęp

1. Historia EEG – biofeedback .....	3
2. Rodzaje biofeedbacku .....	5
3. Trening biofeedback .....	6
4. Odbiorcy terapii biofeedback .....	8
4.1 Neurofeedback-EEG jako narzędzie wspomagające sportowców .....	8
5. Dobór próby badawczej .....	9
5.1 Główne pytania i cele badawcze .....	9
5.2 Narzędzia badawcze .....	10
5.3 Przebieg badań .....	10
5.4 Analiza zebranego materiału badawczego .....	10
6. Wnioski i podsumowanie.....	30
Bibliografia.....	32



## Wstęp

Nasz mózg jest pełen sekretów, które wciąż czekają, aby je odkryć i zrozumieć. To fascynujący organ, którego budowa i funkcjonowanie są doprawdy wyjątkowe. Naukowcy nieustannie zgłębiają tajniki jego pracy, publikując coraz nowsze i coraz bardziej wnikliwe wyniki badań. W niniejszym raporcie zostanie zaprezentowana metoda biofeedbecku wykorzystywana m. in. w psychologii, medycynie, sporcie i biznesie. Udowodniono, że ta metoda zwiększa możliwości umysłu: poprawia zdolności zapamiętywania, koncentrację uwagi, szybkość i kreatywność myślenia, podwyższa samoocenę, równocześnie uczy relaksu, niweluje stres, lęki oraz napięcie. Jest to metoda całkowicie bezpieczna i bezinwazyjna.

Termin EEG Biofeedback (z ang. EEG – elektroencefalogra, biofeedback – biologiczne sprzężenie zwrotne) odnosi się do nieinwazyjnej metody terapii polegającej na monitorowaniu przez specjalne urządzenie zmian fizjologicznych organizmu i modelowanie pracy elektrycznej mózgu. Wykorzystuje się tu zdolność neuronów do trwałych przekształceń funkcjonalnych. Dzięki tej metodzie pacjenci uczą się, jak radzić sobie z reakcjami swojego organizmu oraz jak kontrolować odpowiednio fale mózgowie, by nie wywoływać u siebie uczucia napięcia czy stresu. Metoda ta służy do optymalizacji czynności bioelektrycznej mózgu w celu osiągnięcia usprawnienia jego działania przy równoczesnej relaksacji.

### 1. Historia EEG – biofeedback

Śledząc historię biofeedbecku należy cofnąć się do pierwszych laboratoryjnych badań elektrofizjologicznych a w szczególności do badań elektroencefalograficznych – EEG. Jest to jeden z kilku przykładów neuroobrazowania funkcjonalnego, który ukazuje bioelektryczną aktywność mózgu człowieka. Wykorzystując EEG można odpowiednio przeprowadzić diagnozę niektórych chorób (padaczka, stany pourazowe, bóle głowy, wykrycie guzów mózgu). Natomiast pierwszego połączenia elektroencefalografu z systemowym sprzężeniem zwrotnym dokonał japoński psycholog Joe Kamiya w roku 1958 kiedy to udowodnił, że człowiek jest w stanie wskazać, kiedy jego mózg produkuje fale (mózgowe) alfa.<sup>1</sup> Eksperymenty, które przeprowadził potwierdziły, że

---

<sup>1</sup> Okupińska A, Krzywowiąza A, *Biofeedback jako efektywna metoda w terapii deficytów poznawczych w ujęciu teorii umysłu*, Neurokogniastyka w patologii zdrowia, 2011-2013, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, s. 198, [https://old.pum.edu.pl/\\_data/assets/file/0009/66339/NK\\_2013\\_23\\_195-202.pdf](https://old.pum.edu.pl/_data/assets/file/0009/66339/NK_2013_23_195-202.pdf), data pobrania 12.04.2022.



konieczna jest zmiana stanu psychicznego oparta na otrzymywanych informacjach zwrotnych, czyli człowiek może wysiłkiem woli kontrolować fale alfa. Osoby biorące udział w eksperymencie prosił o informację, czy w danym momencie wytwarzają fale alfa. Odpowiedź pozytywna była we właściwy sposób wzmacniana co powodowało, że po czterech dniach badany wskazywał tylko poprawne stany a także sam potrafił je wywoływać. Wyniki tego eksperymentu doprowadziły J. Kamiya do opracowania urządzenia, które dostarczałoby badanemu biologicznego sprzężenia zwrotnego w postaci dźwiękowej. Wykorzystał do mierzenia procesów biologicznych monitorowanie elektrycznej aktywności komórek, czyli fal mózgowych, dzięki elektrodom podłączonym do skóry głowy. Cały obraz tego procesu mógł obserwować na monitorze komputera<sup>2</sup>. Dekadę później za ojca metody EEG Biofeedback uznano profesora psychologii M. Bary Stermana, który w latach sześćdziesiątych XX. wieku na Uniwersytecie Kalifornijskim prowadził badania na kotach. Zauważył, że dzięki warunkowaniu instrumentalnemu można zwiększyć amplitudy fal mózgowych o częstotliwościach między 12-19 Hz. Falom mózgowym o częstotliwości 12-15 Hz, nadał nazwę rytmu sensomotorycznego (SMR)<sup>3</sup>.

W trakcie badań zaobserwował, że koty u których wzrosła aktywność SMR, były odporne na ataki padaczkowe. To samo badanie zastosował badając pacjentów, u których występowały napady padaczkowe. Zauważył, że zastosowane wcześniej u kotów metody warunkowania instrumentalnego zmniejszyły częstotliwość, długość oraz siłę napadów, a nawet pozwalało je w pełni kontrolować.

Do grona badaczy współpracujących z M. Bary Stermanem dołączył Joel Lubar. Ich wspólna praca pozwoliła na wyciągnięcie wniosków, że niektórzy pacjenci z napadami padaczkowymi są równocześnie nadpobudliwi, a po zastosowaniu treningu SMR stali się wyciszeni. Wyniki badań na tyle były interesujące, że J. Lubar wraz z Margareth Shouse postanowili rozszerzyć tematykę pracy z dziećmi z nadpobudliwością psychoruchową, a pod koniec lat siedemdziesiątych XX. wieku pojawiły się ich prace na temat leczenia dzieci z ADHD<sup>4</sup>.

Dzięki obecnym badaniom dotyczącym budowy i pracy mózgu osób z ADHA wykazano, że osoby cierpiące na te zaburzenia inaczej przetwarzają informacje. Zaburzenia te dotyczą innego

---

<sup>2</sup> Tamże, s.199.

<sup>3</sup> Tamże, s.199.

<sup>4</sup> Walkowiak H., *EEG Biofeedback: charakterystyka, zastosowanie, opinie specjalistów*, Studia Edukacyjne, 2015 nr 36 [https://repozytorium.amu.edu.pl/bitstream/10593/14229/1/SE\\_36\\_2015\\_\\_Walkowiak.pdf](https://repozytorium.amu.edu.pl/bitstream/10593/14229/1/SE_36_2015__Walkowiak.pdf) s. 311-312.



funkcjonowania kory przedczołowej, struktur podkorowych, spoidła wielkiego oraz mózdzku. Wyniki neurofizjologicznych badań obrazowych u osób z ADHD wykazały, że 85-90% z nich odnotowuje się zmienne w obszarze czołowym i środkowym kory mózgowej, odpowiadające za nadaktywność<sup>5</sup>.

Biofeedback korzysta z tego, że mózg jest plastyczny. Oznacza to, że organ ten nie tylko zapamiętuje prawidłowy stan psychofizjologiczny naszego organizmu, ale także tworzy nowe struktury nerwowe uczestniczące w tworzeniu prawidłowej postawy, dzięki czemu łatwiej ją ponownie osiągnąć. W tym samym czasie komórki nerwowe nieuczestniczące w tej postawie zanikają jako te, z których mózg nie korzysta. A to koreluje z zanikiem nieprawidłowości objawów. Jest to tak jak z mięśniami, które zanikają jeśli są bezczynne<sup>6</sup>. Wykorzystując terapię biofeedback stwarzamy sytuacje dzięki którym w mózgu tworzą się nowe połączenia (synapsy) i komórki nerwowe. Proces ten trwa całe życie, ale młodszy mózg uczy się szybciej dlatego też terapia ta jest szczególnie cenna dla dzieci i młodzieży w procesie wspierania ich rozwoju.

Istotą procedury jest modelowanie aktywności ludzkiego mózgu w oparciu o graficzny zapis generowanych fal elektrycznych wykorzystujących informację zwrotną. Zapis rytmu fal stanowi dowód, że mózg wykonuje określoną czynność. Czynność ta, spontaniczna czy prowokowana, wynika z aktywności kory mózgu. Jej zapis rejestruje aparat EEG, specjalne oprogramowanie oraz algorytm QEEG, które umożliwią prezentację graficzną fal mózgowych. Każda półkula koduje w odmienny sposób: - lewa odpowiada za myślenie logiczne, analityczne i procesy werbalne, - prawa za myślenie syntetyczne i wyobraźnię przestrzenną. Prawidłowa synchronizacja między półkulowa dowodzi występowania dwóch fal, w dwóch częściach kory mózgowej i osiągnięcia zbliżonego natężenia w podobnym czasie.

## 2. Rodzaje biofeedbacku

Istnieje kilka rodzajów biofeedbacku, a każdy z nich wykorzystuje inne sygnały i ma inne zastosowanie. Parametrem analizowanym do oceny efektów działania metody Biofeedback jest amplituda poszczególnych fal. Znaczenie praktyczne ma pomiar tych wartości dla fal delta (0,5-4 Hz), theta (4-8 HZ), SMR – fala odpowiadająca w klasycznym zapisie EEG fali beta o niższej niż

<sup>5</sup> Pinkowicka M., *Wpływ treningu EEG - biofeedback na wybrane funkcje poznawcze u dzieci z ADHD*, Psychiatria, tom 12, nr 4, s. 256.

<sup>6</sup> Vetulani J. *Mózg: fascynacje, problemy, tajemnice*, 2014, Wydawnictwo Benedyktynów TYNIEC, s. 38.



częstotliwości (12-15Hz) oraz beta (15-20 HZ). Fale delta i theta jako nieprawidłowe wymagają redukcji amplitudy, natomiast SMR i beta są fizjologiczne – korzystne jest zatem ich wzmocnienie<sup>7</sup>. W zależności od problemów klinicznych trenuje się różne zakresy fal mózgowych. W defektach lewej półkuli trenuje się beta 1/nagroda przy 15-18 HZ, hamowanie 4-7 HZ i beta powyżej 20 HZ, w ubytkach funkcji prawej półkuli trenuje się częstotliwość SMR 12-15 HZ przy hamowaniu theta i beta 2<sup>8</sup>.

Najbardziej znane rodzaje biofeedbacku to:

- biofeedback EEG; wykorzystuje właściwości mózgu, który wytwarza różne zakresy fal elektromagnetycznych, w zależności od podejmowanych aktywności i wskazują one na stan ośrodkowego układu nerwowego. Zastosować można u osób, u których zdiagnozowano ADHD, autyzm, padaczkę, stres czy też zaburzenia procesu uczenia się,
- biofeedback EMG; wykorzystuje się elektromiografię (EMG). To neurologiczna metoda badania mięśni i nerwów. Dzięki niej pacjent może uzyskać dane na temat zwiększonego napięcia pewnych grup mięśniowych, co z kolei wskazuje na wysoki poziom stresu. Wychwytuje je i pokazuje w formie czytelnej dla pacjenta,
- biofeedback GSR; w tym wypadku mierzy się aktywność współczulnego układu nerwowego oraz elektryczne przewodnictwo skóry, a jest ono zmienne w zależności od pobudzenia układu nerwowego. Wykorzystywać można go między innymi lecząc nadciśnienie, w psychoterapii, relaksacji jak również poprawia koncentrację uwagi,
- biofeedback HEG; przeprowadza się za pomocą mierzenia temperatury głowy oraz przepływu krwi. Wykorzystuje się przy ADHD, leczeniu uzależnień, padaczki, zaburzeniach procesu uczenia się, zaburzeniach koncentracji uwagi,
- biofeedback HRV; jest to biofeedback rytmu serca. Pacjent pracuje ze wskaźnikiem tętna, czyli pletyzmografem. Urządzenie to odpowiada za mierzenie krwi w palcu za pośrednictwem podczerwieni. Zebrane informacje przekazywane są w aplikacji, która pokazuje np. rytm pracy

---

<sup>7</sup> Sobaniec W., Bobrowski R., Otapowicz D., Kułak W., Sobaniec S., *Ocena wpływu metody Biofeedback oraz funkcje poznawcze u dzieci z mózgiem porażeniem dziecięcym*, Neurologia Dziecięca, 14/2005/28, s. 25-31.

<sup>8</sup>Pakszys M, *Biofeedback – metoda terapii instrumentalnej*, Neuroterapia, <https://neuroterapia.livejournal.com/2250.html>, data pobrania 17.04.2022.



serca. Kolejny czujnik zbiera dane na temat naszego oddechu. Dzięki obu czujnikom można określić zmienność serca i z nią pracować<sup>9</sup>.

### 3. Trening biofeedback

Najczęściej stosowanym rodzajem biofeedbacku jest neurobiofeedback (EEG biofeedback). Na jego podstawie można przedstawić jak przebiega proces treningowy. Wykorzystuje się w nim komputerową aparaturę, która pozwala na jakościową i ilościową ocenę zapisu fal mózgowych z różnych obszarów w mózgu. Aparatura ta posiada opcję treningową do sprzężenia zwrotnego. Po umieszczeniu elektrod w wybranych punktach na głowie osoby poddanej treningowi możliwa jest rejestracja czynności bioelektrycznej mózgu w tych okolicach. Zaburzenia funkcjonowania wiążą się z ilościowymi zaburzeniami czynności bioelektrycznej mózgu. Rejestrowana aktywność mózgu przetwarzana jest w graficzny zapis wideogry, którą poddawany treningowi obserwuje na swoim monitorze. Trening polega na prowadzeniu gry lub podtrzymywaniu aktywności materiału filmowego tylko za pomocą własnych myśli np. stara się utrzymać dużą szybkość jadącego samochodu – siłą woli. Pacjent przez cały czas otrzymuje informację zwrotną o swoim stanie, odnosi sukcesy w grze za realne osiągnięcia (punkty za wzrost aktywności mózgu w pożądanym paśmie częstotliwości). Brak punktów świadczy o nieudanej grze przy wzroście aktywności w paśmie niepożądanym. Dzięki tej metodzie mózg trenującego uczy się wytwarzania nowych, bardziej odpowiednich częstotliwości fal mózgowych, zachodzi tzw. wewnętrzna samoregulacja. Ćwiczenia są łatwe do wykonania niezależnie od wieku. Odbywają się w ciszy i stanie relaksacji. Terapeuta przekazuje pacjentowi w czasie treningu tylko krótkie i proste komunikaty<sup>10</sup>.

Głównym celem treningu jest polepszenie czynności mózgu wraz z ukierunkowaniami wzmocnieniem koncentracji uwagi, hamowania stanów nadmiernego pobudzenia, stanów nadmiernego hamowania lub obu stanów równocześnie. Stany te osłabiają korową regulację zachowania co prowadzi z kolei do zaburzeń funkcji poznawczych, takich jak: koncentracja,

---

<sup>9</sup> Suchocka N., *Biofeedback – co to jest, rodzaje, przeciwwskazania*, <https://www.hellozdrowie.pl/bioeedback-co-to-jest-rodzaje-przeciwwskazania-cena/>, data pobrania 12.04.2022.

<sup>10</sup> Zielińska J., *Wykorzystanie metody EEG biofeedback w procesie wspierania rozwoju dzieci i młodzieży ze specjalnymi potrzebami*, *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis, Studia Paedagogica IV* (2015), s. 21–22.



uwaga, wola, zdolność planowania, zakończenia czynności, przewidywania swoich reakcji, ogólnej samokontroli danej osoby.

Zaleceniem przed rozpoczęciem treningów biofeedback jest wykonanie badania EEG głowy, gdyż w przypadku niektórych schorzeń neurologicznych ten rodzaj terapii nie jest wskazany. Jakość uzyskanych efektów jest sprawą indywidualną. Zależy od rodzaju dysfunkcji, planu terapii, jak również aktywności pacjenta oraz systematyczności treningów. Osobom zdrowym wystarczy 10 treningów, aby mogły mieć lepsze wyniki w szkole, szybciej uczyły się języków obcych, lepiej radziły sobie z sytuacjami stresogennymi. W zależności od typu schorzenia czy zapotrzebowania pacjenta, używa się protokołów treningu, które wzmacniają ten rodzaj reakcji mózgu, który jest najbardziej pożądanym dla prawidłowego funkcjonowania umysłu i całego organizmu<sup>11</sup>. Należy nadmienić, że czynność bioelektryczna mózgu zmienia się w zależności od wieku, stanu fizjologicznego jak również w zależności od różnych czynników wewnętrznych i zewnętrznych.

Uczestnictwo w terapii za pomocą biofeedbacku jest całkowicie bezpieczne i nie powoduje skutków ubocznych. Pozwala natomiast osiągać widoczne i trwałe efekty leczenia zaburzeń depresyjnych. Terapia jest dostosowywana do indywidualnych potrzeb pacjenta. Długość terapii uzależniona jest od nasilenia objawów oraz predyspozycji jednostki. Ze strony uczestnika terapii wymagane jest zaangażowanie w pracę nad swoimi problemami. Dzięki wsparciu i pomocy terapeuty chory może lepiej radzić sobie z wprowadzaniem zmian. Biofeedback praktycznie nie posiada przeciwwskazań do stosowania. Jedynym przeciwwskazaniem to brak zgody na udział w treningu i brak możliwości wytłumaczenia danej osobie, jak ma zachowywać się i co zrobić w trakcie terapii<sup>12</sup>.

#### 4. Odbiorcy terapii biofeedback

Popularyzatorka metody EEG Biofeedback Michaela Pakszys, która od lat zajmuje się biofeedbackiem uważa, że można go wykorzystywać zarówno z osobami w stanie zdrowia jak i choroby. W pierwszej grupie, czyli u osób zdrowych może nastąpić polepszenie funkcji

<sup>11</sup> Okupińska A, Krzywowiąza A. *Biofeedback jako efektywna metoda w terapii deficytów poznawczych w ujęciu teorii umysłu*, Neurokogniwytyka w patologii zdrowia, 2011-2013, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, s. 201, [https://old.pum.edu.pl/\\_data/assets/file/0009/66339/NK\\_2013\\_23\\_195-202.pdf](https://old.pum.edu.pl/_data/assets/file/0009/66339/NK_2013_23_195-202.pdf), data pobrania 14.04.2022.

<sup>12</sup> Zielińska J., <https://portal.abczdrowie.pl/biofeedback#>, data pobrania 15.04.2022.





poznawczych, lepsza relaksacja jak również lepsza zdolność do współpracy z innymi ludźmi. Z tego też powodu zalecana jest osobom, które często mierzą się w ciągu dnia z poczuciem stresu bądź też ich praca wymaga dużego skupienia czyli „osoby na stanowiskach kierowniczych, menadżerowie, przedsiębiorcy, kontrolerzy ruchu, piloci, policjanci, kierowcy, sportowcy wszystkich dyscyplin, artyści, muzycy, tancerze, piosenkarze, aktorzy i inni...”.<sup>13</sup> Do drugiej grupy zalicza osoby z mikrozaburzeniami funkcji ośrodkowego układu nerwowego, co może skutkować zaburzeniem uwagi, koncentracji, trudnościami w procesie uczeniu się (dysleksja, dysortografia), zaburzeniach mowy (afazja motoryczna). Biofeedback można również stosować w zaburzeniach i chorobach psychiatrycznych i neurologicznych, w terapii uzależnień, zaburzeniach przyjmowania pokarmów czy też w bólach przewlekłych<sup>14</sup>.

#### **4.1 Neurofeedback-EEG jako narzędzie wspomagające sportowców**

Obecnie wyniki sportowe można poprawiać wieloma interesującymi metodami. Jedni zawodnicy korzystają z suplementacji diety, inni nabywają coraz lepsze pomoce, a jeszcze inni znajdują dla siebie niefarmakologiczne techniki stymulacji mózgu. Tymi ostatnimi zajmuje się nauka, a sugerowane jest też ich działanie wzmacniające wyniki sportowe. W świecie sportu nawet najmniejsza zmiana wyników może sprawić, że sportowcy będą coraz bardziej korzystać z neuroobrazowania. Dzięki zastosowaniu treningu biofeedback w sporcie możliwe jest osiągnięcie najwyższych wyników za sprawą wzrostu motywacji, kontroli emocji w stresujących sytuacjach i zwiększeniu koncentracji.

Badania pokazują, że to właśnie obniżenie koncentracji uwagi, wysoki poziom pobudzenia i uwalniania hormonów stresu powoduje spadek wydajności zawodników i innych osób uprawiających sport. Wykonanie precyzyjnego ruchu w sporcie wymaga jednoczesnego przetworzenia wielu sygnałów i szybkiej reakcji na więcej niż jeden bodziec. Trening EEG Biofeedback można uznać za trening siłowy dla mózgu, który ma pomóc w lepszym wykorzystaniu własnego potencjału. Dzięki temu treningowi sportowcy są w stanie rozpoznać zarówno stan skupienia, jak i moment, kiedy zajmują ich marzenia, rozmyślania lub prowadzą negatywny monolog wewnętrzny. Skutkiem tego sportowiec

<sup>13</sup> Pakszys M., <https://neuroterapia.livejournal.com/2250.html>, data pobrania 12.04.2022.

<sup>14</sup> Pakszys M., <https://neuroterapia.livejournal.com/2250.html>, data pobrania 12.04.2022.



może stać się lepszy w regulacji swojego stanu psychicznego, radzić sobie z zakłóceniami i skupiać się na wykonywanym zadaniu

## **5. Dobór próby badawczej**

W badaniu wzięło udział 15 dziewcząt w wieku 15-16 lat, które są zawodniczkami uprawiającymi piłkę siatkową w Szkole Mistrzostwa Sportowego w Policach. Zawodniczki zostały wybrane do projektu przez trenerów, którzy nimi się zajmują. Dziewczęta na terenie Zespołu Szkół im. I. Łukasiewicza w Policach trenują piłkę siatkową w ramach obowiązkowych dwóch treningów dziennie – jeden rano i drugi popołudniu. Każdy trening trwa 90 minut. Oprócz codziennych treningów zawodniczki realizują obowiązek szkolny. Każda z nich uczęszcza na zajęcia lekcyjne do szkoły, która również mieści się na terenie Zespołu Szkół.

### **5.1. Główne pytanie i cele badawcze**

W jakim stopniu wykorzystanie metody biofeedback może wpłynąć na poprawę relaksacji i koncentracji uwagi wśród zawodniczek uprawiających piłkę siatkową?

#### **Cele badawcze:**

1. Przeprowadzenie analiz dynamiki zmienności wartości fal alfa i beta w grupie dziewcząt uprawiających piłkę siatkową w Szkole Mistrzostwa Sportowego w Policach
2. Określenie optymalnej liczby jednostek treningowych wystarczających do osiągnięcia relaksacji i koncentracji uwagi. dziewcząt uprawiających piłkę siatkową.
3. Przedstawienie wniosków z badań i promocja pomocy EEG Biofeedback w osiągnięciu równowagi psychofizycznej i poznawaniu siebie.

### **5.2. Narzędzia badawcze**

Metodą, czy też urządzeniem zastosowanym w badaniu zawodniczek był EEG biofeedback, który stosowany jest w pracy nad stanem aktywacji mózgu. Zawodnik poddawany treningowi biofeedback uczy się kontrolować aktywność swojego mózgu. Na podstawie uzyskanej informacji zwrotnej (biofeedback) można badać wpływ warunków zewnętrznych na działania



realizacji potencjału sportowego w przygotowaniu motywującym osiągnięcie najwyższych wyników sportowych.

Zawodniczki nigdy wcześniej nie korzystały z treningu EEG biofeedback.

### **5.3. Przebieg badań**

Przed przystąpieniem do badań wszystkie zawodniczki ze względu na brak pełnoletniości dostarczyły zgody rodziców na udział w zaproponowanym projekcie badawczym.

Badania rozpoczęły się w listopadzie 2022 roku, a zostały zakończone w czerwcu 2023 roku. Do badań zostało zaproszonych 15 zawodniczek ze Szkoły Mistrzostwa Sportowego w Policach. Każda z nich uczestniczyła w 10 indywidualnych treningach EEG Biofeedback. W trakcie zajęć były uaktywniane fale alfa i fale beta w oparciu o gry, które zainstalowane są w programie na urządzeniu.

Zajęcia w ramach treningu biofeedback odbywały się popołudniu w dni robocze, w godzinach dostosowanych do możliwości czasowych zawodniczek.

### **5.4. Analiza zebranego materiału badawczego**

Fale mózgowe są elektrycznymi falami generowanymi w każdym mózgu. Czynność bioelektryczna mózgu, zarówno spontaniczna, jak i wywołana, jest skutkiem aktywności neuronów kory mózgu pozostających w stałej łączności z neuronami struktur podkorowych. Zmiany w aktywności neuronów zachodzą zarówno w czasie przechodzenia ze stanu czuwania w stan snu, jak i w czasie odbioru, percepcji i analizy bodźców czuciowych, które zachodzą w określonej kolejności w poszczególnych polach korowych. Rozległość i kolejność występowania zmian w aktywności neuronów polach korowych jest wskaźnikiem intensywności procesów nerwowych zachodzących w całym mózgu. Dominacja poszczególnych składowych fal, zmienia poziom świadomości. Obecność EEG rytmu wskazuje, że mózg wykonuje jakąś działalność angażując jednocześnie miliony komórek, które działają w synchronicznym trybie. Ta działalność występuje w pierwszym rzędzie, w najwyższych czterech warstwach zewnętrznej warstwy kory mózgowej.



Wyróżniamy następujące rodzaje fal mózgowych: delta (0,5-4 Hz), theta (4-8 Hz), alfa (8-12Hz), SMR (12-15Hz), beta 1(15-19Hz), beta 2(19-34 Hz), gamma (34-42 Hz). Istotne jest aby nabyć umiejętność szybkich zmian stanu (pobudzenia), jak i wyuczenie relaksacji, koncentracji uwagi, pamięci, organizacji i planowania poczynań, odpowiedniej struktury snu, która daje pełny wypoczynek i regenerację, możliwość ulepszenia funkcji poznawczych i zwiększenia potencjału twórczego.

Wszystkie treningi neurofeedback-EEG są w istocie treningami relaksacyjnymi. Niezależnie od lokalizacji i wyuczonej częstotliwości w korowych komórkach mózgowych powstaje element relaksacji – aby działać synchronicznie, osoba badana musi się rozluźnić, umożliwiając rozwój potencjału postsynaptycznego. Gdy zezwoli się mózgowi na relaks i produkcję endogennych rytmów w różnych kombinacjach, da się wytrenować określone zmiany w stanie mózgu. Zawsze jednak mózg musi znaleźć własną drogę. Neurofeedback-EEG nigdy nie zmusza do niczego. Pokazuje natomiast, kiedy w mózgu jest obecny pożądany stan. Trening polega głównie na relaksacji, odpuśczeniu i pozwoleniu, aby sprzęt i mózg współpracowały. W ten sposób nauka jest naturalna i zostaje zachowana na dłużej. Nauczysz się relaksować i osiągać określone stany, osoba badana jest zatem przygotowana do dowolnego zadania z poczuciem pewności siebie, automatyzacją i prostotą.

Dla celów badawczych skupiono się na dwóch falach: alfa i beta, które zostaną omówione ze względu cel badania.

### **Fala alfa.**

W stanie alfa znajdujemy się zawsze na krótko przed zaśnięciem i zaraz po przebudzeniu, a także w chwilach głębokiego zamyślenia lub skupienia. Występuje wówczas przewaga fal alfa w mózgu, czyli czynności bioelektrycznej o częstotliwości 7 – 12 Hz. Fale alfa rejestrowane są głównie w okolicy potyliczno-ciemieniowej i charakteryzują się zmienną amplitudą. Są one wyrazem synchronizacji czynności wielu jednostek dendrytycznych i pojawiają się w stanie czuwania z relaksem. Występują zwykle przy zamkniętych oczach. Znikają podczas wysiłku np. wykonywaniu ćwiczeń albo przy otwarciu oczu i zadziałaniu światła. Tzw. stan alfa jest doskonałym stanem do odpoczynku i regeneracji organizmu.



Możemy dzięki treningowi alfa wpływać na własne zdrowie i samopoczucie, pozbywać się zahamowani, wzmacniać wiarę w siebie, łatwiej rozwiązywać problemy, a co najważniejsze w sporcie, możemy programować podświadomość na osiągnięcie sukcesów. Osiągnięcie stanu alfa jest dla sportowca niezastąpionym środkiem regeneracji oraz sposobem na zmniejszenie poziomu napięcia mięśni podczas ćwiczeń rehabilitacyjnych. Alfa dominuje w obrazie EEG rejestrowanym w miejscu centralnym podczas fantazjowania, a także podczas medytacji. Osoby zestresowane oraz osoby odczuwające niepokój mogą mieć obniżoną amplitudę alfy

Znając znaczenie wpływu fali alfa na funkcjonowanie jednostki można programować podświadomość na osiągnięcie sukcesów między innymi w sporcie. W tym celu świadome wprowadzanie się w stan relaksacji pozwala na lepszą regenerację organizmu. Dzięki wykorzystaniu treningu biofeedback zawodniczki mogą nabyć taką umiejętność.

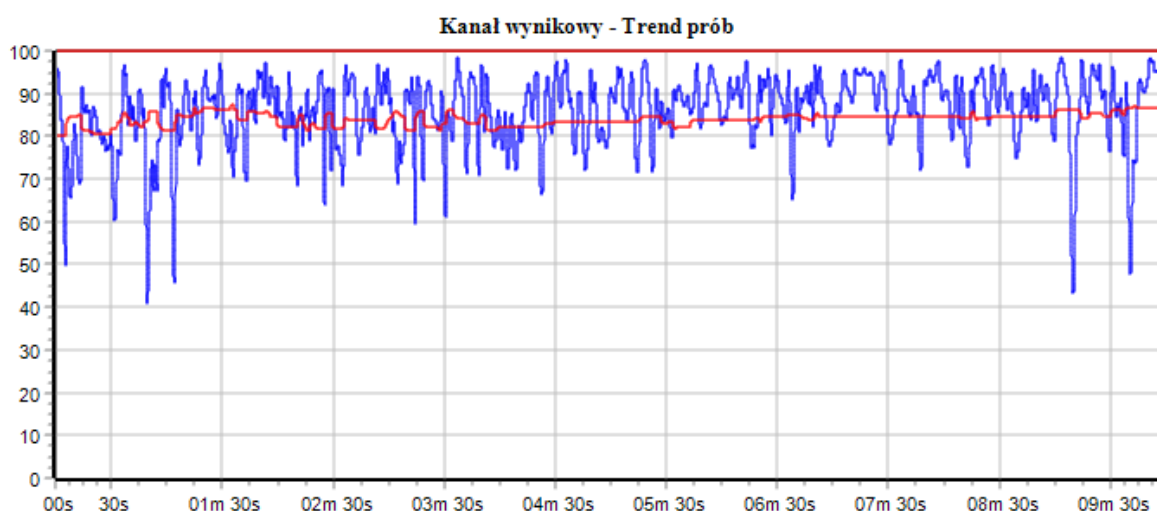
## 2.2 Prezentacja raportu po pierwszym treningu biofeedback z wykorzystaniem fali alfa.

Osoba badana - zawodniczka w wieku 15 lat, siatkarka,

- O1-T3 - EEG (Alpha-rytm) Left brain hemisphere

- O2-T4 - EEG (Alpha-rytm) Right brain hemisphere

Wykres 1.



Źródło: Opracowanie własne.

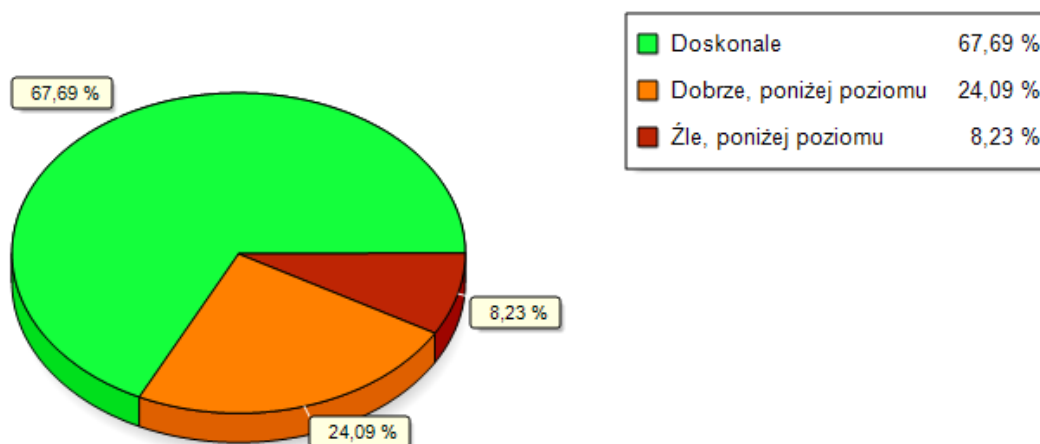


Powyższy wykres obrazuje całościowy rezultat stopnia trafialności w próg dla obydwu półkuli mózgu klienta. Dolna skala przedstawia czas trwania treningu, zaś lewa odnosi się do poziomu (na schemacie odpowiadającym obydwu półkulom próg zawsze wyznaczony jest w przedziale ok. 80-100, co w pewnym sensie obrazuje 80%-100% możliwości i jakości pracy klienta). Czerwone linie odzwierciedlają zakres progu wyznaczonego przez system. Na wykresie widoczne są działania związane z manipulacją progiem (podnoszenie, obniżanie, zawężanie, rozszerzanie) – w tym przypadku można zaobserwować zmianę ustawień progu przy ok. 1 min. treningu, następnie ok. 3 min. 30 s., 8 min. oraz ok. 9 min. i 9min. 30 s. Ważne jest że zmiana progu nawet przy jednej półkuli przekłada się na zmiany progu w powyższym wykresie. Z wykresu można odczytać, że ogólna relaksacja zawodniczki przebiega w miarę stabilnie. Choć przez większość czasu badanej siatkarce udało się trafić w próg (właściwa relaksacja), widoczne są częste wyraźne wybicia (nietrafienia w próg) wzmożone szczególnie na początku i pod koniec treningu.

Wykres 2.



### Kanał wynikowy - Wykres kołowy prób



Źródło: Opracowanie własne.

Na początku pierwszego treningu stan odprężenia, w którym dominowały fale alfa, utrzymywał się u zawodniczki. przez **67,69%** czasu (zielony kolor). **24,09%** na wykresie wskazuje na czas podejmowanych prób, aby wejść w stan relaksu (pomarańczowy kolor). Przez **8,23%** mierzonego czasu zawodniczka. nie mogła się zrelaksować (czerwony kolor).

Wykres 3.



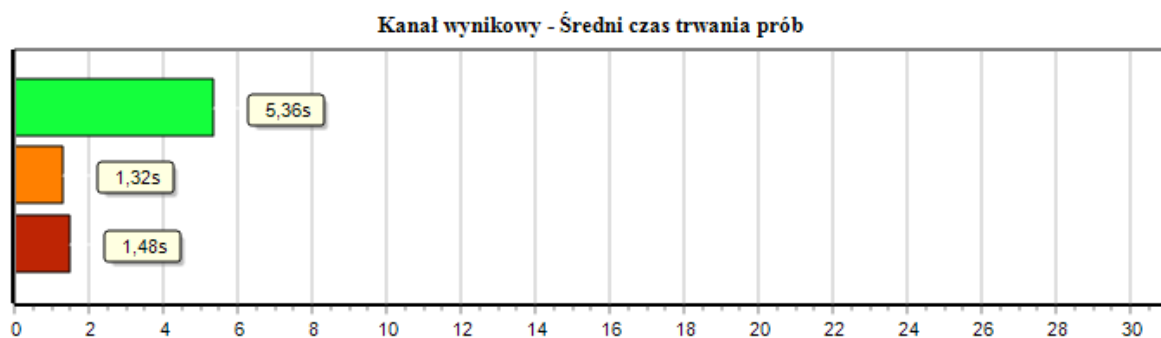
Źródło: Opracowanie własne.

Powyższe wykresy słupkowe odzwierciedlają maksymalny czas próby, tzn. czas, w jakim dany poziom dokładności dla obydwu półkul utrzymywał się najdłużej. Można z tego odczytać, że zawodniczka przez maksymalnie 28,24 s. była zrelaksowana na tyle, że



doskonale trafiała w wyznaczony próg. Przez 6,60 s. jej relaksacja była nieco poniżej wyznaczonego progu (nadal dobrze, choć może być lepiej). Zaś 6,80 s. to najdłuższy czas, podczas którego zawodniczka nie była odpowiednio zrelaksowana (znaczne nietrafienia w próg).

Wykres 4.



Źródło: Opracowanie własne.

Powyższe wykresy słupkowe odzwierciedlają maksymalny czas próby, tzn. czas, w jakim dany poziom dokładności dla obydwu półkul utrzymywał się najdłużej. Można z tego odczytać, że zawodniczka przez maksymalnie 5,36 s. była zrelaksowana na tyle, że doskonale trafiała w wyznaczony próg. Przez 1,32 s. jej zrelaksowanie było nieco poniżej wyznaczonego progu (nadal dobrze, choć może być lepiej). Zaś 1,48 s. to najdłuższy czas, podczas którego zawodniczka nie był odpowiednio zrelaksowana (znaczne nietrafienia w próg).

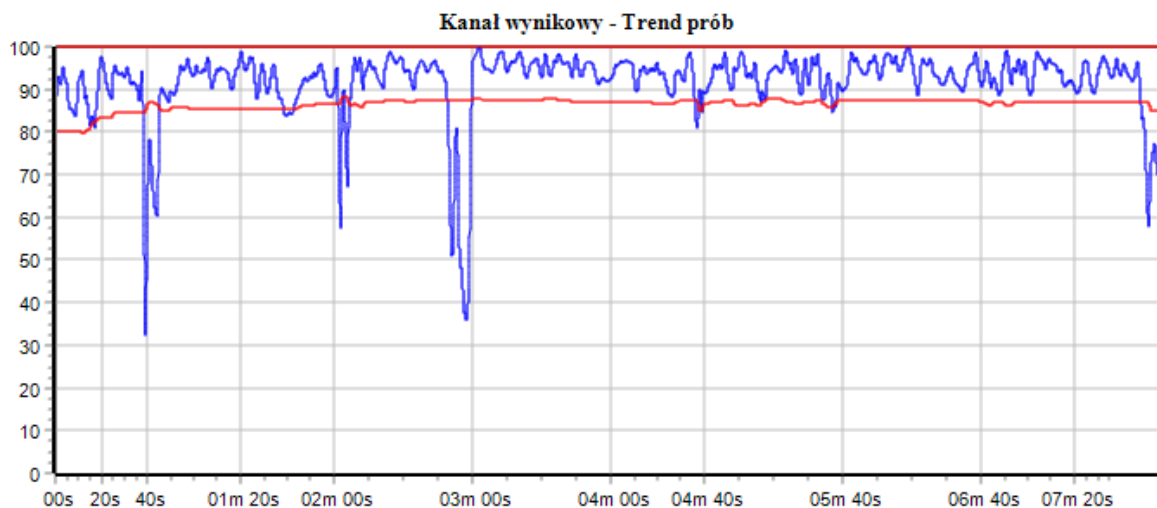
#### **Prezentacja raportu po ostatnim treningu biofeedback z wykorzystaniem fali alfa.**

- O1-T3 - EEG (Alpha-rytm) Left brain hemisphere
- O2-T4 - EEG (Alpha-rytm) Right brain hemisphere





Wykres 5.



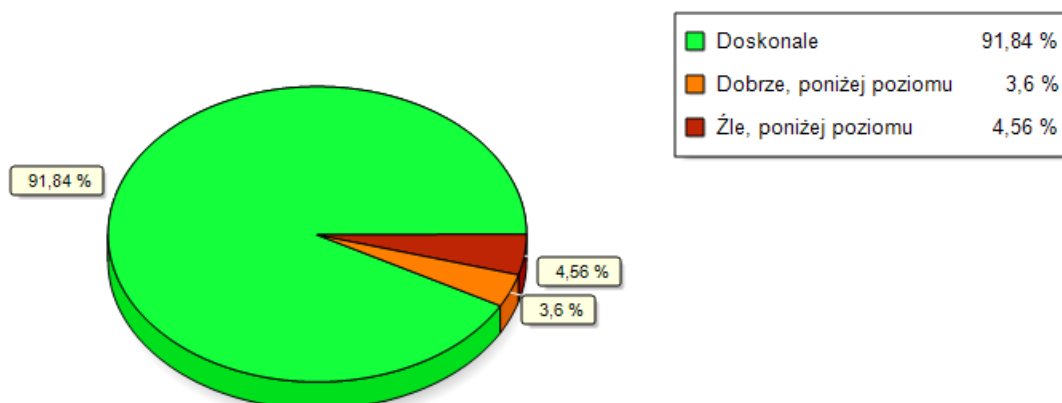
Źródło: Opracowanie własne.

Na wykresie widoczne są działania związane z manipulacją progiem (podnoszenie, obniżanie, zawężanie, rozszerzanie) – w tym przypadku można zaobserwować zmianę ustawień progu przy ok. 440 s. treningu, następnie ok. 2 i 3 min. oraz na zakończenie treningu, około 8 minuty. Z wykresu można odczytać, że ogólna relaksacja klientki przebiega w stabilne. Przez większość czasu zawodniczce udało się trafić w próg (właściwa relaksacja), widoczne są nieduże wybicia (nietrafienia w próg) pojawiające się na początku treningu oraz pod koniec treningu.

Wykres 6.



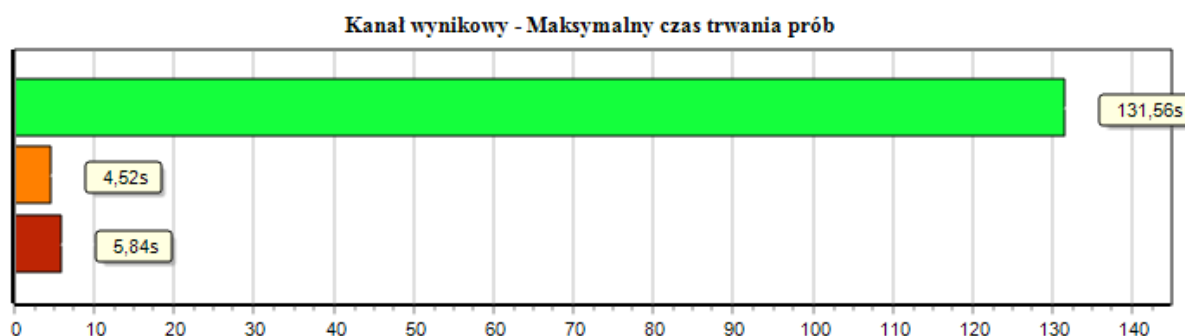
Kanał wynikowy - Wykres kołowy prób



Źródło: Opracowanie własne.

Na ostatnim treningu stan odprężenia, w którym dominowały fale alfa, utrzymywał się u zawodniczki. przez **91,8%** czasu (zielony kolor). **3,6%** na wykresie wskazuje na czas podejmowanych prób, aby wejść w stan relaksu (pomarańczowy kolor). Przez **4,56%** mierzonego czasu zawodniczka. nie mogła się zrelaksować (czerwony kolor).

Wykres 7.



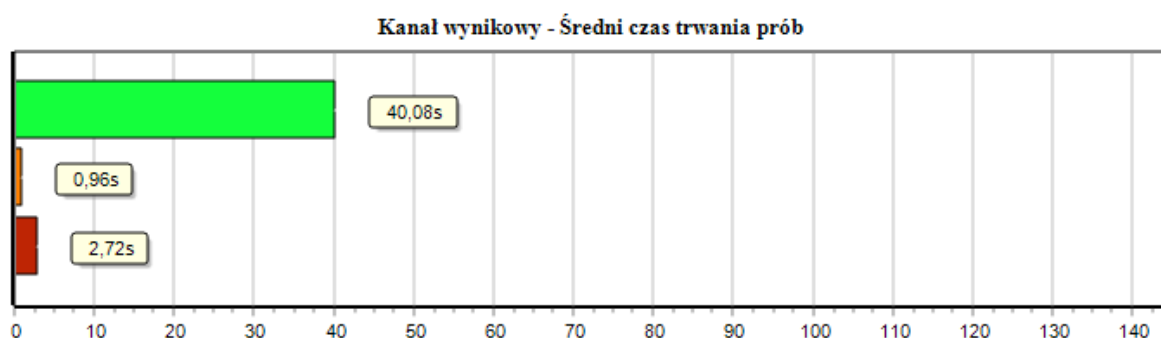
Źródło: Opracowanie własne.

Analizując ostatni trening zawodniczki wykorzystując fale alfa można zauważyć, że zawodniczka przez maksymalnie 131,56 s. była zrelaksowana na tyle, że doskonale trafiała w wyznaczony próg. Przez 3,6 s. jej relaksacja była nieco poniżej wyznaczonego progu (nadal



dobrze, choć może być lepiej). Zaś 4,56 s. to najdłuższy czas, podczas którego zawodniczka nie była odpowiednio zrelaksowana (znaczne nietrafienia w próg).

Wykres 8.



Źródło: Opracowanie własne.

Maksymalny czas próby, tzn. czas, w jakim dany poziom dokładności dla obydwu półkul utrzymywał się najdłużej w ostatnim treningu wyglądał następująco: zawodniczka przez maksymalnie 40,08 s. była zrelaksowana na tyle, że doskonale trafiała w wyznaczony próg. Przez 0,96 s. jej zrelaksowanie było nieco poniżej wyznaczonego progu. Zaś 2,72 s. to najdłuższy czas, podczas którego zawodniczka nie był odpowiednio zrelaksowana (znaczne nietrafienia w próg).

Tabela 1. Porównanie 1 i ostatniego treningu z wykorzystaniem fali alfa

Kategoria poziomu	1 trening alfa	Ostatni trening alfa
Doskonale	67,69%	91,84%
Dobrze, poniżej poziomu	24,09%	3,6%
Źle, poniżej poziomu	8,23%	4,56%

Źródło: Opracowanie własne.

Analizując dane można zauważyć, że zawodniczka między pierwszym a ostatnim treningiem z wykorzystaniem fal alfa poczyniła postęp. Jej poziom relaksacji wzrósł, co może



przyczynić się do lepszego odpoczynku i lepszej regeneracji organizmu a w efekcie może pozytywnie wpływać na zdrowie i samopoczucie zawodniczki. Biorąc pod uwagę również wysiłek umysłowy jaki jest podejmowany codziennie podczas edukacji szkolnej nabycie tej umiejętności jest bardzo istotne.

### **Fala beta.**

Drugą falą, która była wykorzystana podczas treningu biofeedback była fala beta, która charakteryzuje się częstotliwością powyżej 12 Hz. Wyłączając rytm sensomotoryczny fale beta wytwarzane są w pniu mózgu i w korze mózgowej. Czynność beta w korze mózgowej jest oznaką lokalnej czynności w obszarze znajdującym się pod elektrodą czynną. Wytwarzanie bety wiąże się ze stanem czuwania, czujności, orientacji zewnętrznej oraz myślenia logicznego, rozwiązywania problemów i uwagi. Czynność beta jest widoczna podczas słuchania tekstu mówionego oraz podczas rozwiązywania problemów. Także widoczna jest gdy jesteśmy spięci i niespokojni.

### **Prezentacja raportu po pierwszym treningu biofeedback z wykorzystaniem fali beta.**

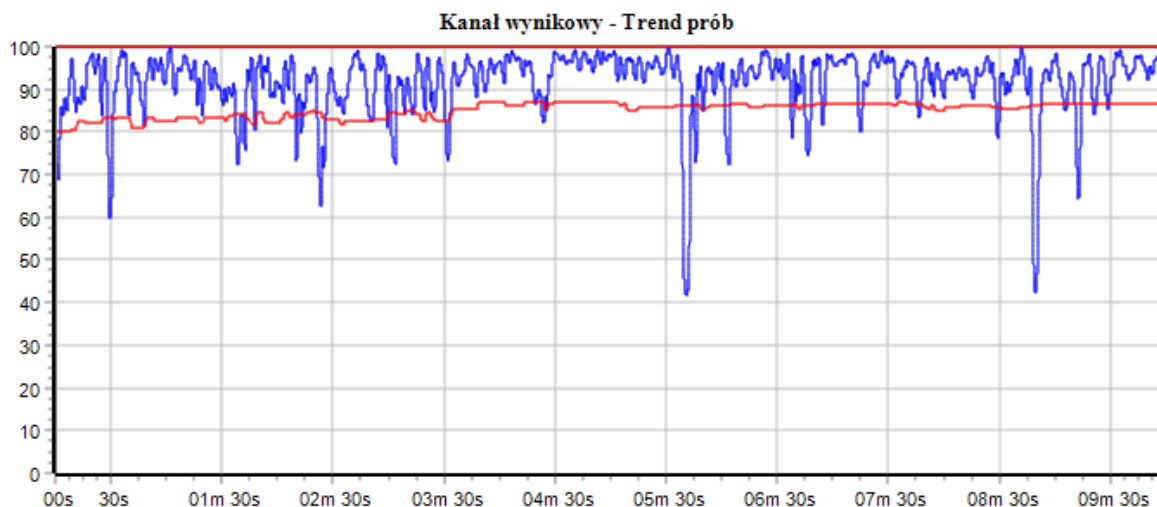
Poniżej przedstawione zostały wyniki z badania fal beta.

Osoba badana - zawodniczka w wieku 15 lat, siatkarka,

- O1-T3 - EEG (Betha-rytm) Left brain hemisphere

- O2-T4 - EEG (Betha-rytm) Right brain hemisphere

Wykres 8.



Źródło: Opracowanie własne.

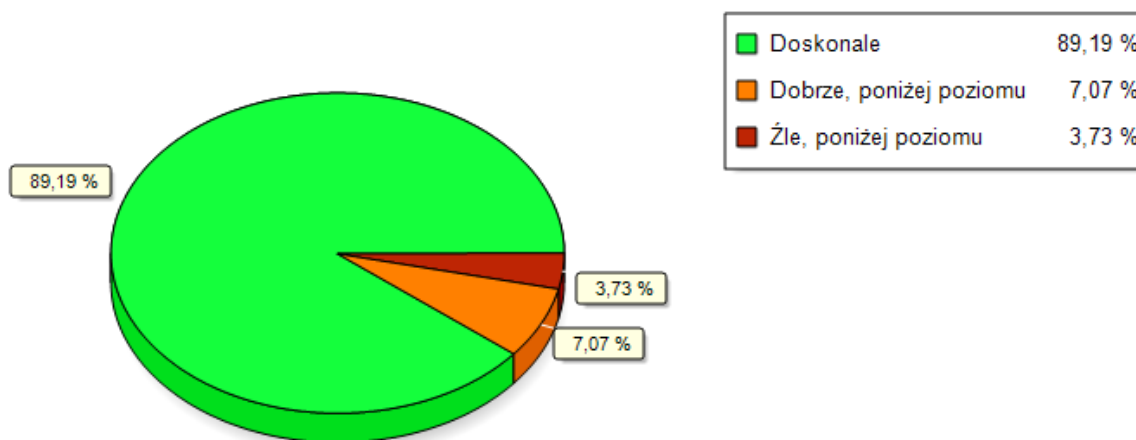
Powyższy wykres obrazuje całościowy rezultat stopnia trafialności w próg dla obydwu półkuli mózgu klienta. Dolna skala przedstawia czas trwania treningu, zaś lewa odnosi się do poziomu (na schemacie odpowiadającym obydwu półkulom próg zawsze wyznaczony jest w przedziale ok. 80-100, co w pewnym sensie obrazuje 80%-100% możliwości i jakości pracy klienta). Czerwone linie odzwierciedlają zakres progu wyznaczonego przez system. Na wykresie widoczne są działania związane z manipulacją progiem (podnoszenie, obniżanie, zawężanie, rozszerzanie) – w tym przypadku można zaobserwować zmianę ustawień progu przy ok. 2 min. 30 s. treningu, następnie ok. 5 min. 30 s., 6 min. 30 s. oraz ok. 7 min. 30 s.

Ważne: zmiana progu nawet przy jednej półkuli przekłada się na zmiany progu w powyższym wykresie. Z wykresu można odczytać, że ogólne skupienie klienta (poznawcze skupienie uwagi i kontrola emocji) jest w miarę stabilne. Choć przez większość czasu klientowi udało się trafić w próg (właściwe skupienie), widoczne są częste wyraźne wybicia (nietrafienia w próg) wzmożone szczególnie w drugiej połowie, od ok. 5 min.

Wykres 9.



### Kanał wynikowy - Wykres kołowy prób



Źródło: Opracowanie własne.

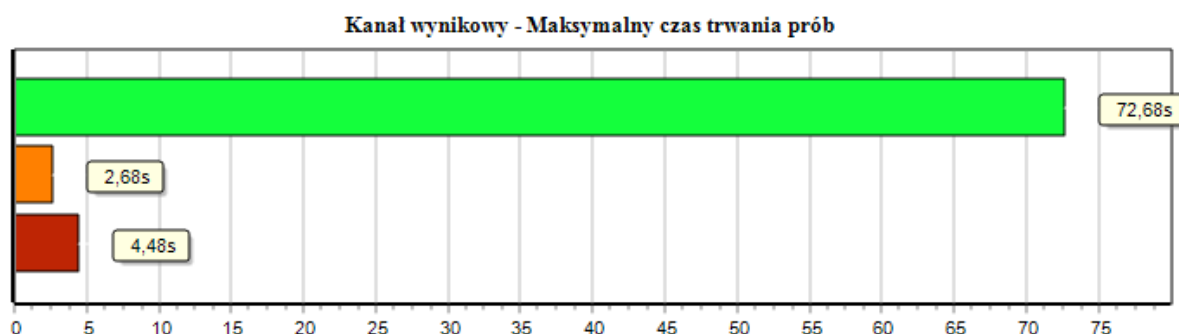
Na początku drugiego treningu stan koncentracji, w którym dominowały fale beta, utrzymywał się u zawodniczki przez 89,19 % czasu (zielony kolor). 7,07% na wykresie wskazuje na czas podejmowanych prób, aby wejść w stan skupienia (pomarańczowy kolor). Przez 3,73% mierzonego czasu zawodniczka nie mogła się skoncentrować (czerwony kolor). Powyższy wykres kołowy jest bardziej szczegółową formą przedstawienia wyników klienta - zawodniczki. Każdy kolor informuje o stopniu dokładności trafień w próg (dla obydwu półkul), a zatem o prawidłowym (bądź nie) skupieniu uwagi. Interpretacja kolorów jest następująca:

- Zielony – doskonale (trafienie dokładnie w wyznaczony próg)
- Pomarańczowy – dobrze poniżej poziomu (nieznaczne odchylenie poniżej progu)
- Bordowy – źle poniżej poziomu (znaczne odchylenie poniżej progu)

Ponadto przy każdym z kolorów widnieje jego zapis procentowy. Zapis ten informuje przez jaki procent raportowanego czasu poziom skupienia klienta był odpowiedni bądź nie. Z powyższego wykresu możemy zatem odczytać, że klient był przez 74,35% czasu raportowanego treningu (10 min.) odpowiednio skupiony (lewa półkula) wraz z kontrolą emocji (prawa półkula). Przez 10,57% czasu jego skupienie i kontrola emocji było nieco



poniżej wyznaczonego progu (nadal dobrze, choć może być lepiej), zaś przez 15,08% czasu klient nie był odpowiednio skupiony wraz z kontrolą emocji (znaczne nietrafienia w próg).



Źródło: Opracowanie własne.

Powyższe wykresy słupkowe odzwierciedlają maksymalny czas próby, tzn. czas, w jakim dany poziom dokładności dla obydwu półkul utrzymywał się najdłużej. Można z tego odczytać, że zawodniczka przez maksymalnie 72,68 s. była skupiona na tyle, że doskonale trafiała w wyznaczony próg. Przez 2,68s. jej skupienie było nieco poniżej wyznaczonego progu (nadal dobrze, choć może być lepiej). Zaś 4,48s. to najdłuższy czas, podczas którego zawodniczka nie była odpowiednio skupiona (znaczne nietrafienia w próg).

Wykres 11.



Źródło: Opracowanie własne.

Powyższe wykresy słupkowe odzwierciedlają maksymalny czas próby, tzn. czas, w jakim dany poziom dokładności dla obydwu półkul utrzymywał się najdłużej. Można z tego odczytać, że zawodniczka przez maksymalnie 17,28 s. była skupiona na tyle, że doskonale



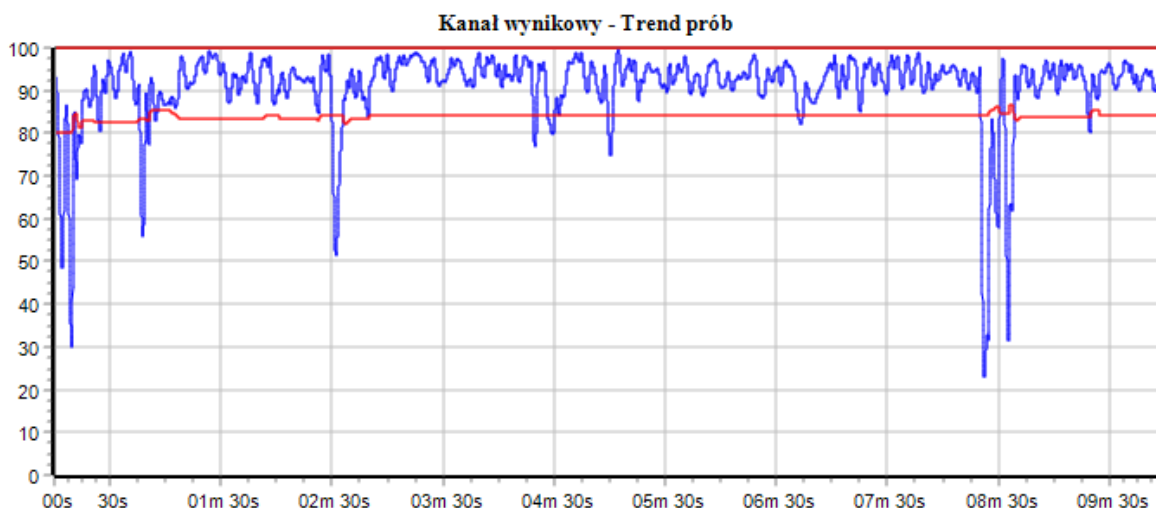
trafiała w wyznaczony próg. Przez 0,96 s. jej skupienie było nieco poniżej wyznaczonego progu). Zaś 1,72 s. to najdłuższy czas, podczas którego zawodniczka nie była odpowiednio skupiona (znaczące nietrafienia w próg).

### **Określenie optymalnej liczby jednostek treningowych wystarczających do osiągnięcia relaksacji i koncentracji uwagi dziewcząt uprawiających piłkę siatkową.**

#### **Prezentacja raportu po ostatnim treningu biofeedback z wykorzystaniem fali beta.**

- O1-T3 - EEG (Betha-rytm) Left brain hemisphere
- O2-T4 - EEG (Betha-rytm) Right brain hemisphere

Wykres 12.

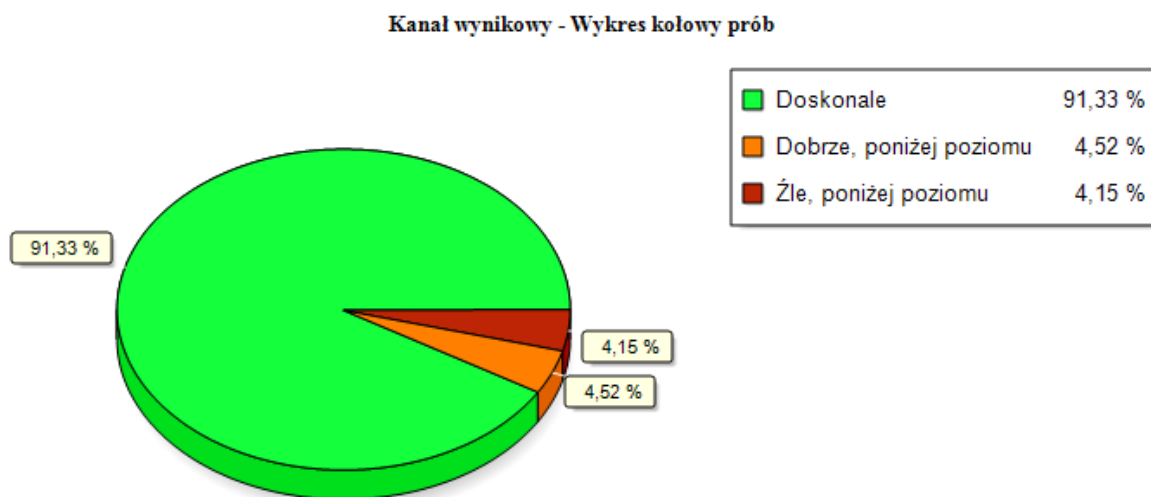


Źródło: Opracowanie własne.

Na wykresie widoczne są działania związane z manipulacją progiem (podnoszenie, obniżanie, zawężanie, rozszerzanie) – w tym przypadku można zaobserwować zmianę ustawień progu przy pierwszych 30 s., następnie po 2min, 30 s., a ostatnie około 8 min, 30 s. Z wykresu można odczytać, że ogólne skupienie klienta (poznawcze skupienie uwagi i kontrola emocji) jest w miarę stabilne. Choć przez większość czasu klientowi udało się trafić w próg (właściwe skupienie), widoczne są wyraźne wybicia (nietrafienia w próg) wzmożone szczególnie na początku treningu oraz pod koniec.



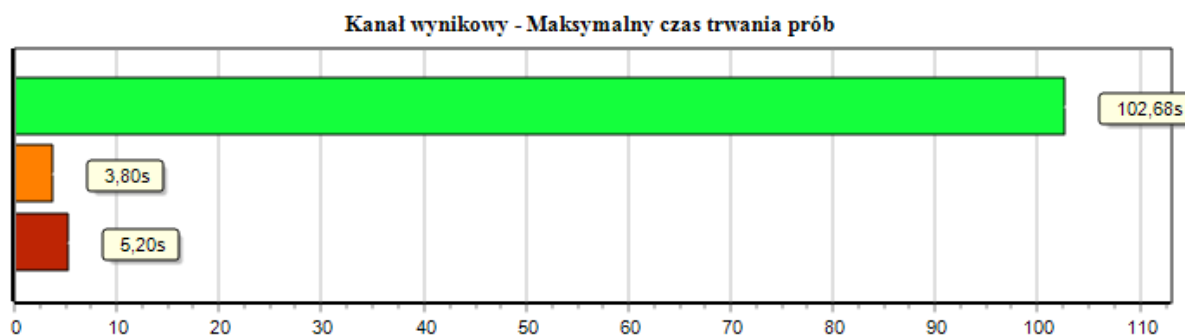
Wykres 13.



Źródło: Opracowanie własne.

Na początku ostatniego treningu, w którym dominowały fale betha stan koncentracji oraz kontrola emocji utrzymywał się u zawodniczki przez 91,33 % czasu (zielony kolor). 4,52% na wykresie wskazuje na czas podejmowanych prób, aby wejść w stan skupienia i kontroli emocji (pomarańczowy kolor), zaś przez 4,15% mierzonego czasu zawodniczka nie była odpowiednio skupiona oraz miała trudność z kontrolą emocji (czerwony kolor).

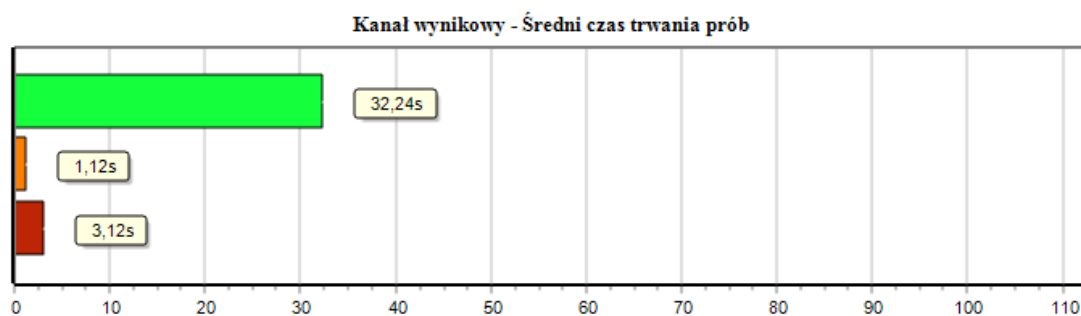
Wykres 14.



Źródło: Opracowanie własne.

Powyższe wykresy słupkowe odzwierciedlają maksymalny czas próby, tzn. czas, w jakim dany poziom dokładności dla obydwu półkul utrzymywał się najdłużej. Można z tego odczytać, że zawodniczka przez maksymalnie 102,68 s. była skupiona na tyle, że doskonale trafiała w wyznaczony próg. Przez 3,80 s. jej skupienie było nieco poniżej wyznaczonego progu (nadal dobrze). Zaś 5,20s. to najdłuższy czas, podczas którego zawodniczka nie była odpowiednio skupiona (znaczne nietrafienia w próg).

Wykres 15.



Źródło: Opracowanie własne.

Powyższe wykresy słupkowe odzwierciedlają maksymalny czas próby, tzn. czas, w jakim dany poziom dokładności dla obydwu półkul utrzymywał się najdłużej. Można z tego odczytać, że zawodniczka przez maksymalnie 32,24 s. była skupiona na tyle, że doskonale trafiała w wyznaczony próg. Przez 1,12 s. jej skupienie było nieco poniżej wyznaczonego progu). Zaś 3,12 s. to najdłuższy czas, podczas którego zawodniczka nie była odpowiednio skupiona (znaczne nietrafienia w próg).

Tabela 2. Poziomy koncentracji badanych zawodniczek na podstawie 1 i ostatniego treningu z wykorzystaniem fali beta

Kategoria	1 trening beta	Ostatni trening beta
Doskonale	89,19%	91,33%



<b>Dobrze, poniżej poziomu</b>	7,97%	4,52%
<b>Źle, poniżej poziomu</b>	3,73%	4,15%

Źródło: Opracowanie własne.

Podsumowując wyniki pierwszego i ostatniego treningu z wykorzystaniem fal beta można zauważyć, że zawodniczka z większą precyzją potrafi wchodzić w stan koncentracji uwagi oraz potrafi lepiej kontrolować swoje emocje, co jest bardzo potrzebne na boisku grając w zespole. Umiejętność ta może przynieść także lepsze funkcjonowanie w życiu codziennym.

### **Określenie optymalnej liczby jednostek treningowych wystarczających do osiągnięcia relaksacji i koncentracji uwagi dziewcząt uprawiających piłkę siatkową.**

Tabela 3. Zbiorcze zestawienie badanych 15 zawodniczek według uzyskanych poziomów relaksacji (trening alfa).

Zawodniczka	trening	Doskonale	Dobrze, poniżej poziomu	Źle, poniżej poziomu
1	1	47,93 %	21,97 %	30,1%
	ostatni	91,8 %	3,60 %	4,56 %
2	1	82,82 %	7,81%	9,38 %
	ostatni	90,71 %	3,15 %	6,10 %
3	1	86,01%	9,21%	4,79 %
	ostatni	66,69 %	11,22 %	22,08 %
4	1	80,99 %	8,83 %	10,19 %
	ostatni	79,05 %	11,66 %	9,29 %
5	1	62,74 %	21,5 %	15,76 %
	ostatni	79,74 %	14,65 %	5,61%
6	1	62,62 %	18,50%	18,88 %
	ostatni	48,92 %	22,60%	28,48 %
7	1	52,92 %	28,57%	18,51%
	ostatni	88,65 %	9,15 %	2,20 %
8	1	97,10 %	0,53%	2,37 %
	ostatni	69,70 %	13,9%	16,41 %
9	1	87,08 %	0,33 %	12,58 %

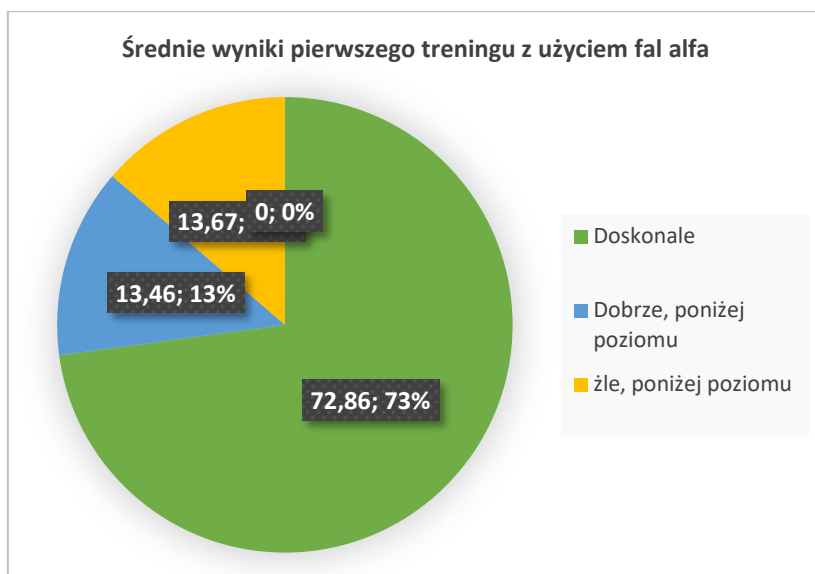


	ostatni	98,43 %	1,57 %	0,00 %
10	1	50,69 %	28,32 %	21,00 %
	ostatni	42,69 %	28,17%	29,14 %
11	1	63,5 %	23,05 %	13,46 %
	ostatni	75,62 %	12,17%	12,21%
12	1	81,43 %	10,67 %	7,90 %
	ostatni	89,20 %	5,10 %	5,59 %
13	1	82,14 %	0,27 %	17,59 %
	ostatni	91,78%	7,15 %	1,07%
14	1	72,31 %	19,29 %	8,40%
	ostatni	61,37 %	19,91%	18,72 %
15	1	82,65 %	3,17 %	14,18 %
	ostatni	50,18 %	16,04 %	33,78 %
Średni wynik	1	72,86	13,46	13,67
	ostatni	74,96	11,22	13,01

Źródło: Opracowanie własne.

Analizując dane można zauważyć, że podczas pierwszego treningu biofeedback z wykorzystaniem fali alfa 9 zawodniczek osiągnęło wynik doskonały, a także na ostatnim treningu z wykorzystaniem fali alfa wynik doskonały osiągnęło 9 zawodniczek. Natomiast źle, poniżej poziomu na pierwszym treningu uplasowało się 7 zawodniczek, a na ostatnim treningu z wykorzystaniem fali alfa 6 zawodniczek.

Wykres 16.

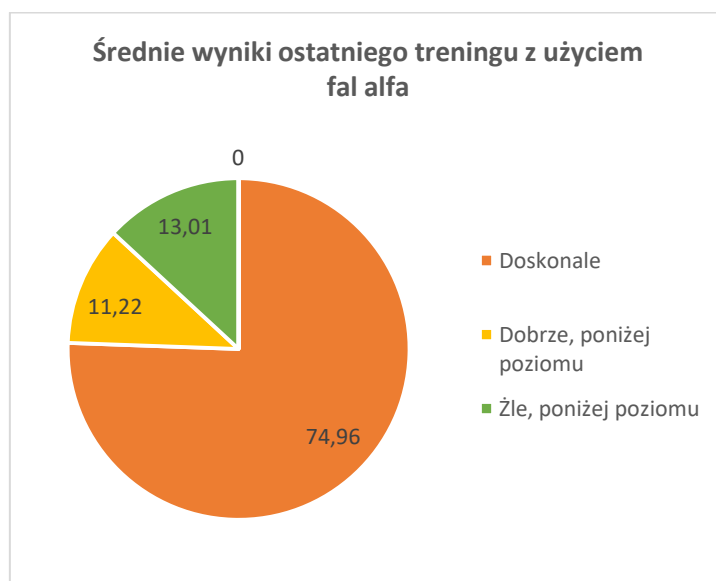


Źródło: Opracowanie własne.

Analizując dane można stwierdzić również, że 72,86% zawodniczek osiągnęło po pierwszym treningu biofeedback stan alfa w stopniu doskonałym, 13,46 dobrze, poniżej poziomu, a 13,67 źle, poniżej poziomu, co też zostało przedstawione na wykresie kołowym.

Część badanych wymagała większej liczby treningów z falą alfa gdyż wносиły ze sobą różne stany emocjonalne co powodowało utrudnienia w osiągnięciu równowagi emocjonalnej.

Wykres 17.



Źródło: Opracowanie własne.



Wyniki ostatniego treningu z wykorzystaniem fali alfa dla wszystkich zawodniczek wskazuje na nieduży wzrost poprawy wyniku w stosunku do pierwszego treningu. Doskonale w stan alfa wchodzi 74,96 % zawodniczek, dobrze, poniżej poziomu 11,22%, a źle, poniżej poziomu 13,01%.

Tabela 4. Porównanie średnich wyników zawodniczek uzyskanych podczas pierwszego i ostatniego treningu biofeedback z wykorzystaniem fali alfa

Kategoria	1 trening alfa	Ostatni trening alfa
Doskonale	72,86%	74,96%
Dobrze, poniżej poziomu	13,46%	11,22%
Źle, poniżej poziomu	13,67%	13,01%

Źródło: Opracowanie własne.

Porównując średnie wyniki wszystkich zawodniczek uzyskane podczas pierwszego i ostatniego treningu biofeedback z wykorzystaniem fali alfa okazuje się, że nastąpił nieduży progres co przedstawia poniższa tabela.

Tabela 5. Zbiorcze zestawienie badanych 15 zawodniczek według uzyskanych poziomów koncentracji uwagi (trening beta).

Zawodniczka	trening	Doskonale %	Dobrze, poniżej poziomu %	Źle, poniżej poziomu %
1	1	89,19	7,07	3,73
	ostatni	88,67	7,61	3,52
2	1	96,51	0,97	2,51
	ostatni	60,97	16,36	22,67
3	1	91,33	4,52	4,15
	ostatni	81,52	8,57	9,91
4	1	77,71	11,35	10,94
	ostatni	79,64	10,09	10,00
5	1	91,15	5,54	2,96

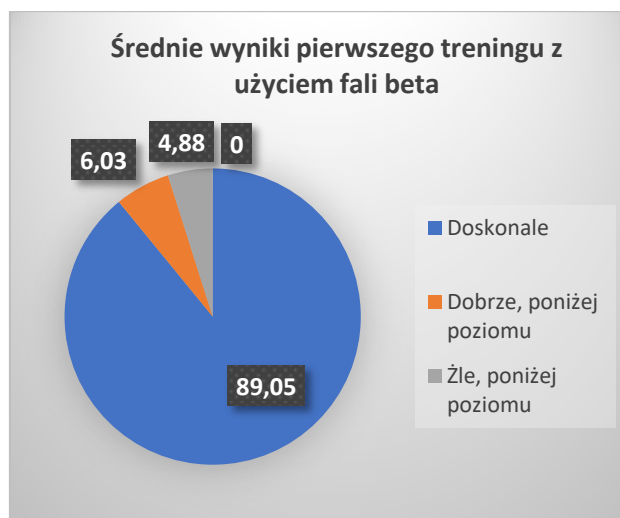


	ostatni	95,65	1,84	2,51
6	1	96,22	2,95	0,83
	ostatni	98,82	0,06	1,12
7	1	96,41	1,47	2,12
	ostatni	94,63	0,39	4,98
8	1	94,24	2,79	2,97
	ostatni	86,67	6,53	6,79
9	1	90,73	6,11	3,15
	ostatni	95,99	2,27	1,74
10	1	87,98	6,13	5,89
	ostatni	86,89	8,44	4,67
11	1	95,17	4,73	0,11
	ostatni	91,54	2,67	5,79
12	1	76,95	14,63	8,42
	ostatni	80,60	11,47	7,93
13	1	84,36	7,39	8,25
	ostatni	89,23	4,69	6,07
14	1	79,15	8,99	11,87
	ostatni	78,62	4,91	16,46
15	1	88,73	5,95	5,32
	ostatni	76,96	10,87	12,17
Średni wynik	1	89,05	6,03	4,88
	ostatni	85,76	6,45	7,75

Źródło: Opracowanie własne.

Podczas pierwszego i ostatniego treningu biofeedback z wykorzystaniem fali beta 9 zawodniczek osiągnęło wynik doskonały, czyli lepszy niż średni wynik pozostałych zawodniczek biorących udział w badaniu. Po pierwszym treningu źle, poniżej poziomu uplasowało się 5 zawodniczek, a po ostatnim treningu było ich 6.

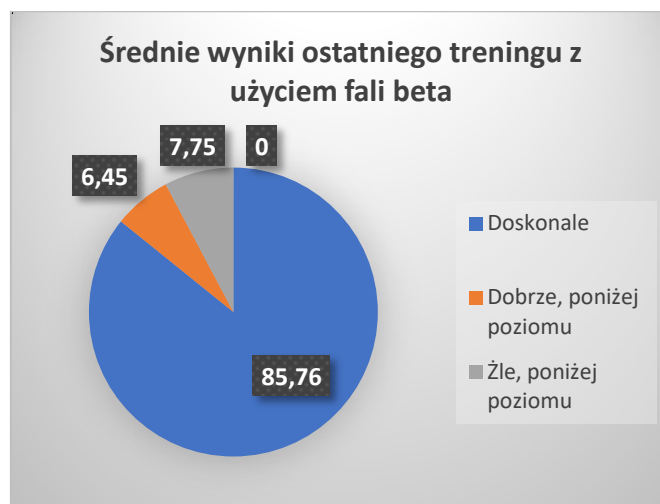
Wykres 18.



Źródło: Opracowanie własne.

Analizując dane można stwierdzić, że 89,05% zawodniczek osiągnęło po pierwszym treningu biofeedback stan beta w stopniu doskonałym, 6,03 dobrze, poniżej poziomu, a 4,88 źle, poniżej poziomu, co też zostało przedstawione na wykresie kołowym.

Wykres 19.



Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 6.

Kategorie	1 trening	Ostatni
-----------	-----------	---------





	<b>beta</b>	<b>trening beta</b>
<b>Doskonale</b>	89,05%	85,76%
<b>Dobrze, poniżej poziomu</b>	6,03%	6,45%
<b>Źle, poniżej poziomu</b>	4,88%	7,75%

Źródło: Opracowanie własne.

Analizując średnie wyniki treningu biofeedback wszystkich zawodniczek z wykorzystaniem fali beta okazuje się, że lepiej sobie radziły podczas pierwszego treningu, natomiast ich wyniki spadły podczas ostatniego treningu z wykorzystaniem fali beta co przedstawia tabela nr 6. Wynikać to może z faktu, że fale beta są szybsze niż fale alfa i wymagają większej koncentracji uwagi. Natomiast ostatnie treningi związane z falami beta odbywały się na pod koniec roku szkolnego. Ogólne zmęczenie zawodniczek (nauka – końcowe zaliczenia roczne, treningi dwa razy dziennie) mogło wpłynąć na nieduży spadek koncentracji uwagi.

#### **4. Wnioski z badań:**

Przeprowadzona analiza wyników badań empirycznych umożliwiła wyłonienie następujących wniosków:

1. Po treningach EEG Biofeedback zmienił się poziom relaksacji i koncentracji uwagi u zawodniczek.
2. EEG Biofeedback wspomaga zawodniczki w zwiększeniu odporności na stres, wyciszeniu się i relaksacji oraz zwalczaniu napięcia wewnętrznego.
3. Zawodniczki potrafią w zależności od potrzeby pobudzić się lub wyciszyć dzięki regulacji poziomu pobudzenia.

#### **Podsumowanie**



Psychologowie latami próbowali dociec, dlaczego niektórzy zawodnicy wygrywają, a inni nie, choć mają identyczne warunki fizyczne, a za sobą taki sam trening. Kluczem okazał się mózg i jego reakcja na stres i umiejętność koncentracji w ekstremalnych warunkach. Bez odpowiedniego nastawienia, umiejętności kontrolowania stresu, koncentracji uwagi, budowania samoświadomości, pewności siebie, a także umiejętności relaksacji i odprężenia trudno o sukcesy w sporcie.

Sport to przede wszystkim wysiłek fizyczny. Aby osiągnąć sukces, niezbędne są zarówno stosowne predyspozycje, jak i setki, a nawet tysiące godzin poświęconych na treningi. Zapewne nie każdy z nas zdaje sobie z tego sprawę, lecz równie istotną rolę odgrywa mózg. Refleks, precyzja, odpowiednia koordynacja ruchów, koncentracja, odporność na stres oraz należyty odpoczynek – to bardzo istotne kwestie. Wszystko to sprawia, że coraz więcej sportowców decyduje się poprawić swoje możliwości przy pomocy EEG biofeedbacku ponieważ zaczyna rozumieć, że to o czym myśli, czy na czym się koncentruje, wywołuje określoną reakcję w jego ciele.. Taka umiejętność wpływa na szybszą regenerację organizmu oraz poprawia efektywność na wszystkich poziomach życia.

Podsumowując badania można stwierdzić, że zajęcia z wykorzystaniem metody biofeedbacku w Szkole Mistrzostwa Sportowego w Policach przyniosły korzyść zawodniczkom. Dzięki treningowi biofeedback poznały swoje możliwości, nauczyły się w jaki sposób mogą się koncentrować w chwilach związanych z walką sportową na boisku i jak można relaksować po wysiłku fizycznym jak również psychicznym.

Można byłoby sobie życzyć, aby tego rodzaju zajęcia były praktyką codzienną w szkołach sportowych.



## Bibliografia

1. Jodzio K. *Neuronalny świat umysłu*. Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls: 2005.
2. Kubik A., *Szkolenie licencyjne specjalisty i terapeuty biofeedbacku*, cz.II, PTNK, Wydawnictwo Elmiko, Milanówek 2015.
3. Mikicin M., Mikicin E., [http://psjd.icm.edu.pl/psjd/element/bwmeta1.element.-psjd-doi-10\\_2478\\_rehab-2013-0013](http://psjd.icm.edu.pl/psjd/element/bwmeta1.element.-psjd-doi-10_2478_rehab-2013-0013).
4. Okupińska A., Krzywowiąza A., *Biofeedback jako efektywna metoda w terapii deficytów poznawczych w ujęciu teorii umysłu*, Neurokogniwytyka w Patologii i Zdrowiu, 2011-2013, PUM ww Szczecinie, s. 195-202.
5. Pakszys M. *EEG biofeedback – metoda neuroterapii instrumentalnej*, Neuroterapia, 23.02.2010, <https://neuroterapia.livejournal.com/2250.html>.
6. Pinkowicka M., *Wpływ treningu EEG- Biofeedback na wybrane funkcje poznawcze u dzieci z ADHD*, Via Medica, Gdański Uniwersytet Medyczny, 2015, tom 12, nr 4, s. 255-264.
7. Sobaniec W., Bobrowski R., Otapowicz D., Kułak W., Sobaniec S., *Ocena wpływu metody Biofeedback oraz funkcje poznawcze u dzieci z mózgiem porażeniem dziecięcym*, Neurologia Dziecięca, 14/2005/28, s. 25-31.
8. Suchocka N., Biofeedback- co to jest, rodzaje, przeciwwskazania.
9. <https://www.hellozdrowie.pl/biofeedback-co-to-jest-rodzaje-przeciwwskazania-cena/>.
10. Tompson M., Tompson L., *Neurofeedback. Wprowadzenie do podstaw koncepcji psychofizjologii stosowanej*, Wydawnictwo Biomed Neurotechnologie, 2003.
11. Walkowiak H., *EEG biofeedback: charakterystyka, zastosowanie, opinie specjalistów*, Studia Edukacyjne nr 36, Poznań 2015.
12. Vetulani J. *Mózg: fascynacje, problemy, tajemnice*, Wydawnictwo Benedyktynów TYNIEC, 2014.



Akademia  
Nauk Stosowanych  
Towarzystwo Wiedzy Powszechnej w Szczecinie



Ministerstwo  
Edukacji i Nauki

- 13.** Zielińska J., *Wykorzystanie metody EEG biofeedback w procesie wspierania rozwoju dzieci i młodzieży ze specjalnymi potrzebami*, *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis, Studia Paedagogica IV* (2015).