

# Analiza możliwości wykorzystania wirtualnej rzeczywistości do badania reakcji na bodźce

Marcin Łukasiak, Kamil Machul, Mateusz Maj\*

Politechnika Lubelska, Instytut Informatyki, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, Polska

**Streszczenie.** Badanie miało na celu sprawdzenie możliwości wykorzystania technologii VR w celu wywołania konkretnych emocji badanego. Przeprowadzone badania literaturowe wykazały wysokie prawdopodobieństwo uzyskania pomyślnych wyników, jednak dotychczas badania opierane były na pomiarach uzyskanych przy użyciu wyspecjalizowanego, drogiego sprzętu. Niniejsza praca miała wykazać, że uzyskanie podobnych rezultatów jest możliwe również z wykorzystaniem budżetowych rozwiązań. Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że nawet korzystając z mało wyszukanych technologii można uzyskać zadowalające rezultaty, które mogą określić wpływ obrazu wyświetlanego w goglach na emocje badanego.

**Słowa kluczowe:** emocje; VR; EEG; puls

\*Autor do korespondencji.

Adres e-mail: mateusz.maj@pollub.edu.pl

# Analysis of possibility of virtual reality usage for investigating reaction on given conditions

Marcin Łukasiak, Kamil Machul, Mateusz Maj\*

Institute of Computer Science, Lublin University of Technology, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, Poland

**Abstract.** The study was tend to checking the possibility of using VR technology to invoke specific emotions on the subject. Literature studies have shown a high probability of obtaining successful results, but so far studies have been based on measurements obtained using specialized, expensive equipment. This study was about to show that obtaining similar results is also possible with usage of low budget solutions. Received results allow to conclude even using the less sophisticated technology, satisfactory results can be gained, which can determine the effect of the image displayed in the goggles on the emotions of the subject.

**Keywords:** emotions; VR; EEG; puls

\*Corresponding author.

E-mail address: mateusz.maj@pollub.edu.pl

## 1. Wprowadzenie

W ostatnich latach wirtualna rzeczywistość rozwinęła się w dużym stopniu. Dzięki szybkiemu rozwojowi technologii komponenty VR stały się szerzej dostępne i coraz częściej trafiają do gospodarstw domowych. Wirtualna rzeczywistość używana jest przede wszystkim do rozrywki, dominującym nurtem jest tu rynek gier. Na ten moment wiele gier posiada wersje dedykowane na zestawy VR, przez co użytkownicy mogą przeżywać gra na całkowicie innej płaszczyźnie. Mogą głębiej zanurzyć się w wirtualny świat.

Jednak VR nie służy tylko do rozrywki, może też mieć zastosowanie naukowe. Możemy badać różne aspekty rzeczywistości używając modeli prezentowanych za pomocą gogli. Niniejszy artykuł stara się odpowiedzieć na pytanie czy istnieje możliwość wykorzystania VR do badań emocji występujących u pacjenta w celu diagnozowania fobii lub profilowania emocji odczuwanych przez badanego. W przypadku upowszechnienia technologii VR możliwym stałoby się wytworzenie uniwersalnych programów-gier diagnostycznych, które można wykorzystać w domu. Jeśli emocje wywoływane przez wirtualną rzeczywistość

pokrywają się z tymi towarzyszącymi sytuacji rzeczywistej, gogle VR wraz z odpowiednimi trójwymiarowymi modelami mogłyby posłużyć również do wstępnych badań predyspozycji do wykonywania zawodu. Dzięki temu można określić, czy potencjalny pracownik byłby zdolny do wykonywania robót na wysokości lub czy jego zdolność odczuwania empatii do zwierząt pozwala mu na pracę w schronisku. Pozwoliłoby to na uniknięcie prób podjęcia zawodu w przypadku oczywistych przeciwwskazań psychologicznych.

## 2. Materiały i metody

W celu zgłębienia tematu zostały wykonane badania literaturowe, który pozwoliły wyłonić metody, za pomocą których przeprowadzono badania.

### 2.1. Obecność i strach w VR

W pracy wykonano eksperyment na 22 kobietach ze stwierdzonym lękiem przed pajakami (arachnofobia). Modele prezentowane były za pomocą technologii Powerwall (Rys. 1). Poziomy strachu oraz obecności były określane na podstawie badania EEG. Praca wykazała korelację pomiędzy poziomem

poczucia obecności (immersji) w wirtualnej rzeczywistości a poziomem odczuwanego strachu. Wszelkie przerwy w poczuciu obecności skutkowały zmniejszeniem poziomu lęku odczuwanego przez badane [1].



Rys. 1. Zdjęcie aparatury wykorzystanej przez badaczy

## 2.2. Kondycjonowanie sygnału strachu

Praca traktująca o kondycjonowaniu strachu jednej z najczęściej wykorzystywanej procedur leczenia zaburzeń lękowych. Badanie zostało przeprowadzone na grupie 50 kobiet - 25 o podwyższonym stopniu strachu przed pajakami i 25 nie wykazujących lęku ponad normę. Pajaki były prezentowane w środowisku VR na scenie symulującej pokój biurowy (Rys. 2). Reakcja była oceniana na podstawie przewodnictwa skóry oraz stopnia poczucia zaskoczenia u badanego. Badania wykazały wyższe poczucie strachu u osób, które deklarowały silniejszy lęk przed pajakami. Wnioskiem postawionym przez badaczy było stwierdzenie, że VR stwarza duże możliwości do sprawdzania i klasyfikowania procedur warunkowania strachu [2].

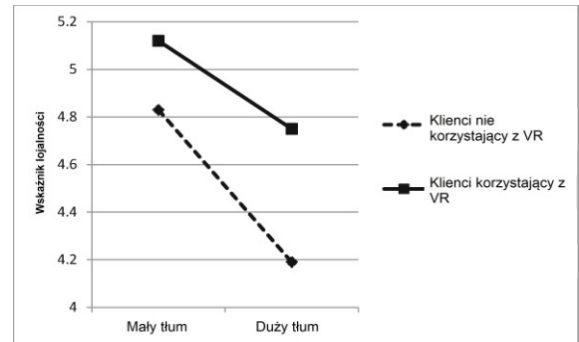


Rys. 2. Zrzut ekranu z aplikacji użytej przez badaczy

## 2.3. Odpoczynek od tłumu badanie w centrum handlowym

Tematem badania był wpływ tłumu w czasie zakupów w centrum handlowym na samopoczucie badanego. Badacze wyszli z założenia, że tłok w galerii wpływa na odczuwaną satysfakcję z dokonywanych zakupów. Celem badania było sprawdzenie, czy umożliwienie klientom skorzystania ze

stanowiska VR, na którym prezentowana była scena przejażdżki na saniach zaprzęzonych w renifery, wpłynie na satysfakcję klientów. Badanie zostało przeprowadzone w centrum handlowym „Les Bastions” w belgijskim Tournai. Wyniki wykazały, że skorzystanie ze stanowiska miało bardzo wysoki wpływ na odczuwaną satysfakcję, zadowolenie ze skorzystania z centrum oraz zwiększało szansę na kolejną wizytę klienta (Rys. 3) [3].



Rys. 3. Wykres porównujący deklaracje lojalności względem centrum handlowego

## 2.4. Rozpoznanie emocji na podstawie eeg i tętna

Artykuł opisuje eksperyment który miał na celu obserwację zmiany stanu emocjonalnego u osób umieszczonych w wirtualnym świecie. Badaniu została poddana grupa 60 osób, dla której przygotowano 4 pomieszczenia zaprezentowane w VR. Reakcja badanych na prezentowane otoczenie została zmierzony przy użyciu EEG i EKG (Rys. 4). Badania potwierdziły możliwość stymulacji scen wywołujących emocje przy użyciu wirtualnej rzeczywistości [4].



Rys. 4. Urządzenia zastosowane przez badaczy

## 2.5. Zrozumienie VR

Artykuł opisuje różne definicje wirtualnej rzeczywistości przedstawione przez poszczególnych autorów. Każdy z nich na przestrzeni lat miał inne podejście do przedstawionego tematu. Wraz z upływem czasu poszczególne definicje zostały skonfrontowane z obecnymi warunkami panującymi na rynku. Wraz z łatwiejszym dostępem do technologii oraz jej gwałtownym rozwojem skierowano swoje starania na zwiększenie poziomu immersji, czy to przez rozwinięcie płaszczyzny dźwiękowej, czy udoskonalenie kontrolerów do interakcji w symulacji. Definicja VR jest ciągle otwartą kwestią, która wciąż jest badana i dokładane są wszelkie starania w celu jej zrozumienia [5].

## 2.6. Rytm serca w rozpoznaniu normalnej i patologicznej adaptacji do wysiłku mentalnego

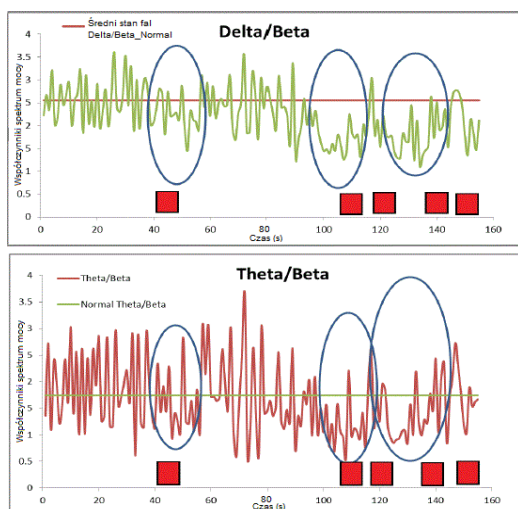
Artykuł objaśniający mechanizm zmian tętna w przypadkach typowych oraz u osób z zaburzeniami układu nerwowego. Praca wskazuje na minimalne odchylenia odczytów pulsu u dzieci z drobnymi zaburzeniami rozwojowymi. Wnioskami, które mogą być istotne dla niniejszej pracy są obserwacje jedynie minimalnych różnic w odczytach pulsu w przypadku sytuacji stresowych [6].

## 2.7. Rozpoznanie emocji za pomocą eeg podczas wyświetlania filmu

W powyższej publikacji zostaje poruszona kwestia rozpoznawania emocji przy pomocy EEG. Badanie zostało przeprowadzone na grupie 110 studentów (57 mężczyzn i 53 kobiety). Badacze podjęli próbę zakwalifikowania trzech emocji - złości, strachu i zaskoczenia odczuwanego przez badanych. Eksperymentatorzy doszli do wniosku, że badanie emocji za pomocą EEG daje możliwość odczytu emocji; za pomocą zastosowania trzech elementów badawczych - opasek częstotliwościowych, asymetrii mózgowej oraz funkcjonalności spójności EEG - można uzyskać precyzję na poziomie 68.1% dla gniewu, 61.5% dla strachu oraz 69.2% dla zaskoczenia [7].

## 2.8. Algorytm klasyfikacji emocji zapomocą przenośnego EEG

Praca opisująca utworzenie algorytmu, który przetwarzając strumień pomiarów EEG byłby w stanie przewidywać wystąpienie określonych emocji. Badacze postulują, że wykrycie uczucia strachu u osób pracujących jako na przykład zawodowi kierowcy, pozwoliłoby uniknąć sytuacji stwarzających zagrożenie w ruchu drogowym. Badacze oceniali skuteczność algorytmu na podstawie pomiarów w czasie wyświetlania filmu grozy obiektom badawczym. Na podstawie pomiaru fal Beta, Delta oraz Theta (Rys. 5) udało im się uzyskać ostrzeżenia o wystąpieniu lęku w momencie, gdy tylko badany zaczynał odczuwać strach w reakcji na wyświetlany obraz [8].



Rys. 5. Wykresy prezentujące zmiany w falach mózgowych badanych w czasie prezentacji filmu

## 2.9. Wzory fal mózgowych podczas stresu

W niniejszej pracy badacze obrali sobie za cel uzyskanie wzorów przebiegu spektrum mocy fal mózgowych alfa i beta w reakcji na stres. Badanie zostało przeprowadzone na 86 ochotnikach, którzy najpierw odpowiadali w ankietach na pytania dotyczące czynników powodujących u nich lęk. Autorzy pracy osobno traktowali odczyty z lewej i prawej półkuli mózgu (Rys. 6). Wyniki wskazały na to, że przebiegi aktywności fal mózgowych alfa i beta są uniwersalne w sytuacji stresowej niezależnie od badanego człowieka [9].

Spearman's Rho	Alpha_R	Alpha_L	Beta_R	Beta_L
Index 1	-1.77	0.286	-0.207	0.195
Index 2	0.50	-0.40	0.417	0.020

Rys. 6. Fragment tabeli prezentującej wyniki pomiarów

## 2.10. Fizjologia emocji

Książka wydana w roku 1986 stanowiąca kompletne studium na temat odczuwania emocji i psychologii emocji. Publikacja była przydatna do interpretacji uzyskanych wyników [10].

## 3. Zestaw badawczy

W celu przeprowadzenie badań zostało wykonane stanowisko badawcze, które składa się z kilku elementów (Rys. 7) - każdy odpowiedzialny za inny zakres badanych wskaźników.



Rys. 7. Zdjęcie stanowiska badawczego

Skład zestawu:

- EEG - MindWave HeadSet,
- Mi Band 2,
- Google Cardboard i Google VR Box 3D,
- Kinect,
- PC.

### 3.1. EEG - MindWave HeadSet

Urządzenie umożliwia bezpieczne mierzenie oraz bezprzewodowe przesyłanie widma fal m.in. alpha czy beta poprzez Bluetooth do wybranego komputera PC. Urządzenie monitoruje poziom aktywności mózgu, a dostarczone przez niego dane pozwalają stwierdzić jak mózg reaguje na zadane mu bodźce. W budowie zestawu należy rozróżnić dwa istotne elementy: spinacz mocowany do ucha oraz ramię z sensorem przykładanym do czoła zaraz nad linią oczu. Dzięki udostępnionemu kodu źródłowemu możliwe jest przystosowanie urządzenia oraz postaci zwróconych pomiarów do własnych potrzeb.

### 3.2. Pomiar pulsu - Mi Band 2

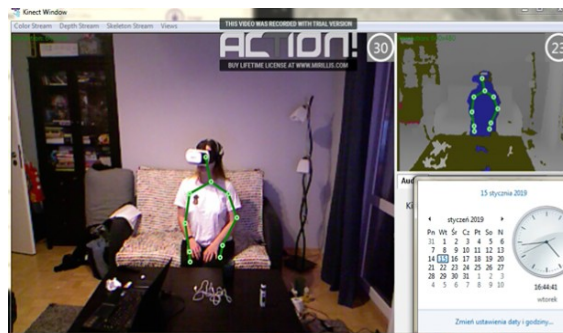
Pomiar pulsu przeprowadzany jest za pomocą opaski Xiaomi Mi Band 2. Opaska łączy się przez Bluetooth z urządzeniem mobilnym, gdzie przesyłane są zebrane przez nią dane zebrane, a następnie interpretowane na różnych płaszczyznach, np. analiza jakości snu. Liczba zastosowań jest szeroka a udostępniony kod źródłowy pozwala tę liczbę zwiększyć. Opaska komunikuje się z aplikacją zbiorczą umieszczoną na komputerze klasy PC poprzez autorską aplikację na urządzeniu mobilnym. W maju 2018 roku zadebiutowała kolejna wersja opaski w wersji 3, jednak kod źródłowy nie został udostępniony w momencie pisania artykułu.

### 3.3. Zestaw VR Google VR Box 3D

W badaniach został użyty zestaw z goglami do smartfona rdzeń zestawu stanowi smartfon umieszczony w obudowie, wydajność całego zestawu determinują parametry telefonu, który zapewnia ekran i moc obliczeniową. Zestaw ten nie dorównuje wydajnością dedykowanym headsetom, ale dzięki prostej konstrukcji i użyciu smartfona stanowi tańszą alternatywę i niejednokrotnie jest pierwszym kontaktem z technologią VR przed przejściem na bardziej zaawansowane urządzenia.

### 3.4. Urządzenie do badania reakcji ruchowej Kinect

Jest to ruchowy kontroler wyprodukowany przez firmę Microsoft, pozwalający na interakcję z konsolą za pomocą ruchów i gestów. Jego kampanii reklamowej przewodziło hasło „Ty jesteś kontrolerem”. Początkowo urządzenie było popularne wśród posiadaczy konsol jednakże z powodu spadku zainteresowania urządzeniem oraz małej ilości aplikacji wykorzystujących kontrolę ruchową Microsoft zaprzestał produkcji urządzenia w październiku 2018 roku. Mimo braku wsparcia ciągle jest wykorzystywany m.in. w projektach badawczych obejmujących zagadnienia związane z ruchem. Na potrzeby badania Kinect został skonfigurowany do pracy z komputerem klasy PC (Rys. 8).



Rys. 8. Zrzut ekranu z nagrania wykonanego kinectem w czasie badania

### 3.5. Komputer klasy PC

Aplikacja zbiorcza gromadząca dane z badań przesłanych z MindWave BLE 4.0 EEG, Mi Band 2 oraz Kinect umożliwiającą ich dalszą analizę.

## 4. Scenariusze badawcze

W celu zweryfikowania poprawności postawionej tezy grupa kontrolna przy użyciu zestawu badawczego została poddana wcześniej przygotowanym badaniom w skład, których wchodziły trzy scenariusze. Podczas tworzenia scenariuszy zwrócono szczególną uwagę na właściwy wybór motywów przewodnich. Zakres emocji jakie może odczuwać badany podczas oglądania sceny powinien być możliwie szeroki - od czegoś przyjemnego, do wzbudzającego strach i w pewnym stopniu różnić się między sobą.

#### 4.1. Pająk

Powyższy temat został wybrany po przeprowadzeniu badania ankietowego którym badani mieli za zadanie wybrać jak duży dyskomfort odczuwają na zadane bodźce. Spośród wielu opcji m.in. pająki, węże, owady, zamknięte pomieszczenia największy dyskomfort sprawiały właśnie pająki. Arachnofobia może potęgować uczucie lęku przed pająkami wśród badanych, dlatego zachowano szczególną ostrożność w trosce o zdrowie badanych podczas badania przy użyciu prawdziwego stworzenia. Celem tego scenariusza jest wywołanie u badanego lęku, zaskoczenia i niepokoju. Na potrzeby pracy została stworzona aplikacja, w której prezentowana jest scena składająca się ze stołu, przy którym siedzi badany, a na którym znajdują się pająki. Pająki wykonują ruchy zbliżając się ku badanemu mając wywołać u niego reakcje. Kolejnym etapem badania jest wyświetlenie materiału z serwisu YouTube, w którym znajdują się nagrania pajaków w różnych sytuacjach np. pająk poruszający się po ręce lub znajdujący się na ścianie pomieszczenia.

#### 4.2. Publiczne wystąpienie

Aby odtworzyć sytuację w wirtualnej rzeczywistości wykorzystano jedną z aplikacji ze sklepu Google Play, w której badany znajduje się w sali pełnej słuchaczy i w zależności od wykonanych działań audyencja reaguje pozytywnymi lub negatywnymi szeptami. Generuje to u badanego uczucie niepokoju, zagrożenia oraz stres, który

niejednokrotnie towarzyszy publicznym wystąpieniom. Film, który był prezentowany badanym pochodził z serwisu YouTube i traktował o fobii społecznej, zaprezentowane są tam różne sceny, które pogłębiają uczucie niepokoju i odosobnienia. W rzeczywistości badany miał za zadanie wygłosić referat przed grupą ludzi w zamkniętym pomieszczeniu. Widownia miała za zadanie pogłębić stres u badanego wymieniając uwagi między sobą oraz ciągle obserwować badanego.

#### 4.3. Piękny krajobraz

W ostatnim z użytych scenariuszy wykorzystany został motyw krajobrazów, które odprężają, uspokajają i powodują radość. Ponownie została przeprowadzona ankieta, z której został wyłoniony najbardziej przyjemny widok spośród m.in. krajobrazów górskich, dzieł malarskich oraz widoków miejskich. Pośród ankietowanych opcją powodującą najbardziej przyjemne emocje okazały się sceny podwodne.

Badanemu został przedstawiony film z serwisu YouTube gdzie pokazywane są ujęcia z życia pod wodą, zarówno rośliny jak i podwodne stworzenia. Ze względów logistycznych niemożliwe było odtworzenie danej scenerii w warunkach rzeczywistych. Następnie film został wyświetlony za pomocą gogli VR, w celu porównania reakcji badanego.

#### 5. Metoda badawcza

W badaniach wzięło udział 5 osób w wieku 22-26 lat: 1 kobieta i 4 mężczyzn (Rys. 9). W badaniach ankietowych zostały zebrane informacje na temat czego badani boją się najbardziej oraz co sprawia, że się relaksują.



Rys. 9. Zdjęcie osoby badanej w oprzyrządowaniu

#### 5.1. Badania porównawcze

Badania porównawcze polegały na przygotowaniu scenariuszy nie wykorzystując technologii VR, przedstawianie je badanemu oraz zebranie wyników badań. Ten cel osiągnięto na dwa sposoby. Pierwszym jest odtworzenie badanemu sytuacji w realnym świecie co stanowi najbardziej wartościowy wynik badań w kwestii zestawiania wyników. Drugim sposobem jest przedstawienie danego scenariusza na ekranie (bez użycia VR) razem z przeprowadzeniem krótkiej ankiety na dany temat (Tabela 1).

Tabela 1. Tabela prezentująca wyniki ankiety dotyczącej lęków

Typ sceny	Ocena
Pająk	7
Owady	4,6
Psy	3,2
Tłum ludzi	5,4
Wilki	3,8
Wysokość	4,8
Wystąpienie publiczne	5,4
Zamknięte pomieszczenia	5,2
Węże	3,2

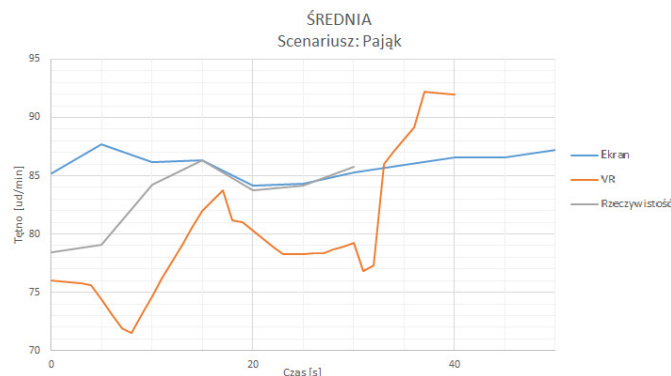
#### 6. Wyniki badań

##### 6.1. Pająk

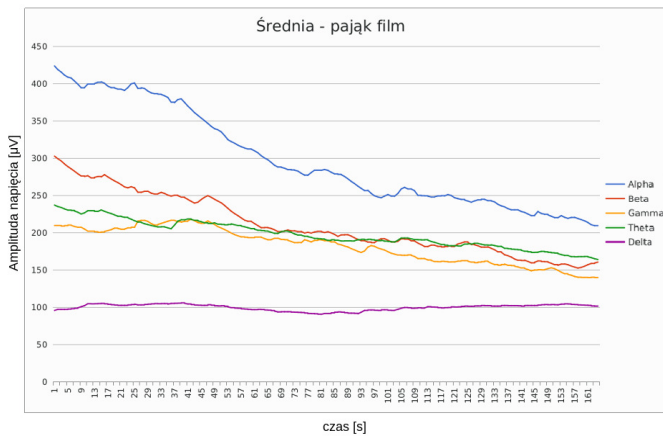
Po zestawieniu średnich wykresów każdego z typów scenariusza można zauważyć, że początkowa wartość pulsu była najniższa w badaniu w wirtualnej rzeczywistości a najwyższa w badaniu w użyciu ekranu (Rys. 10). Po chwili wykres badania rzeczywistego i wirtualnej rzeczywistości wzrasta. w tym momencie badani mieli styczność z obiektami pajaków kolejno prawdziwym i wirtualnym. Można więc wysnuć wniosek, że w tym przypadku wirtualna rzeczywistość może zastąpić świat realny - wykresy posiadają taką samą tendencję zachowując niemal takie same wartości referencyjne.

Zgodnie z oczekiwaniami wszystkie scenariusze wywołały spadek fal alfa (Rys. 11, 12, 13) fal odpowiedzialnych za odprężenie. Fale beta, które mogą świadczyć o chęci podjęcia akcji, wzrosły zwłaszcza w przypadku prawdziwego pajaka, jednak odczyt dla VR nie różnił się znacznie od wartości w rzeczywistości. Fale delta, gamma oraz beta dla ogółu badanych nie wykazywały jednoznacznej tendencji wzrostu lub spadku we wszystkich scenariuszach.

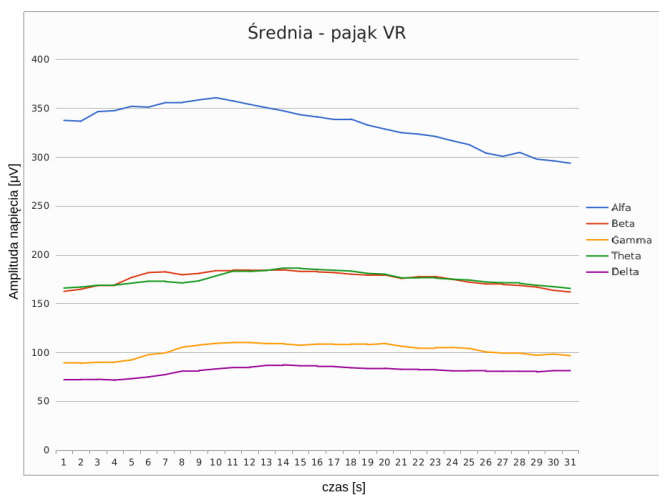
Badanie z wykorzystaniem Kinect oraz obserwacji przeprowadzonej przez badaczy nie wykazywały wspólnej tendencji do wykonywania ruchów. Jedynie osoba cierpiąca na arachnofobię reagowała w żywiołowy sposób, pozostali badani wykonywali nieznaczne ruchy.



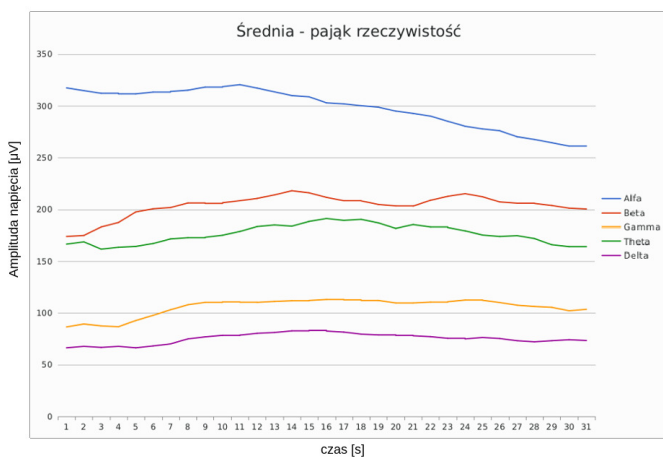
Rys. 10. Wykres średniej wartości pulsu u wszystkich badanych w scenariuszach tego samego typu - pająk



Rys. 11. Wykres średniej wartości fal mózgowych u wszystkich badanych w scenariuszu pająk - film wyświetlony na ekranie



Rys. 12. Wykres średniej wartości fal mózgowych u wszystkich badanych w scenariuszu pająk - animacja 3D w wirtualnej rzeczywistości



Rys. 13. Wykres średniej wartości fal mózgowych u wszystkich badanych w scenariuszu pająk - żywy okaz

## 6.2. Publiczne wystąpienie

Podczas badania wirtualną rzeczywistością do połowy badania można zauważyć że puls utrzymuje się na stałym poziomie. Natomiast przy scenariuszu z ekranem spada a następnie gwałtownie wzrasta (Rys. 14), co można wyjaśnić

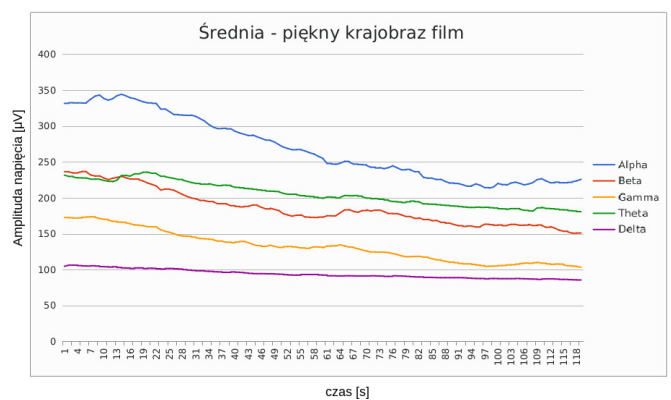
większym zaangażowaniem badanego w przedstawiony mu materiał. Wraz z postępowaniem badania można stwierdzić, że badanie VR lepiej oddziaływało na badanego. Puls badanego zwiększa się w przeciwieństwie do badania materiałem filmowym. Badanie VR wykreowało mocniejsze bodźce, które poskutkowało u badanych zwiększoną wartością tętna.

Pomiar EEG wskazuje, że prezentowany film był znacznie bardziej skuteczny przy wyświetlaniu z wykorzystaniem VR, niż w konwencjonalny sposób (Rys. 15, 16). Fale alfa oraz beta wzrastały w podobnych momentach filmu w przypadku wirtualnej rzeczywistości, co może świadczyć o wzroście odprężenia w sytuacjach ciekawych dla badanego - nie można powiedzieć tego samego o pomiarach przy wyświetlaniu na ekranie. Podobnie fale gamma - uzyskano wzrost przy prezentacji w goglach, co nie miało miejsca przy standardowym sposobie wyświetlania.

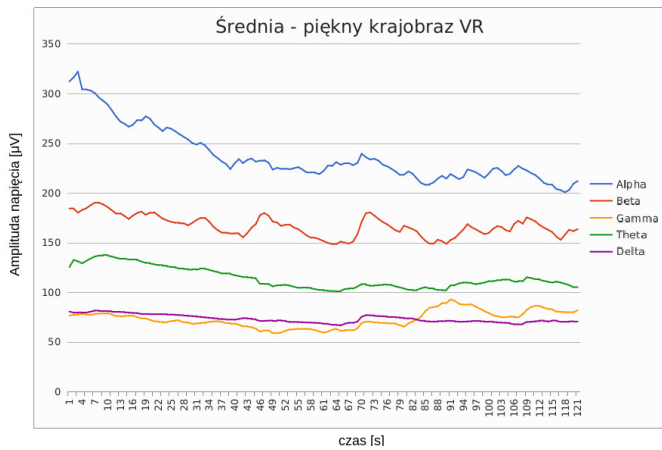
Kinect zarejestrował podążanie wzrokiem za pojawiającymi się zwierzętami przy prezentacji w VR. Wyświetlaniu na ekranie nie towarzyszył żaden ruch u badanych.



Rys. 14. Wykres średniej wartości pulsu u wszystkich badanych w scenariuszach tego samego typu - piękny krajobraz



Rys. 15. Wykres średniej wartości fal mózgowych u wszystkich badanych w scenariuszu piękny krajobraz - film wyświetlony na ekranie



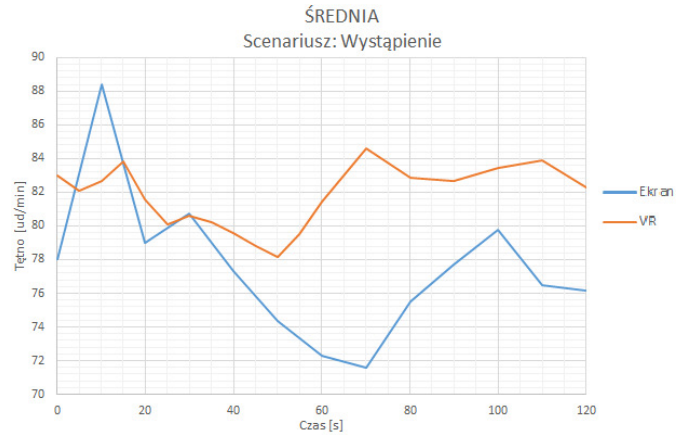
Rys. 16. Wykres średniej wartości fal mózgowych u wszystkich badanych w scenariuszu piękny krajobraz - film wyświetlony w wirtualnej rzeczywistości

### 6.3. Wystąpienie publiczne

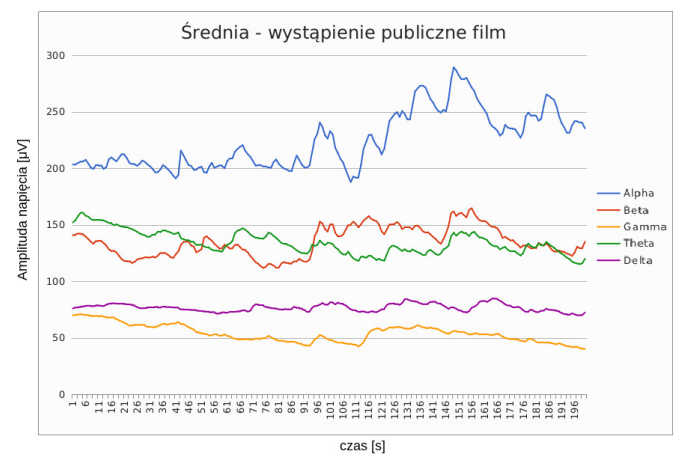
Wartości pulsu w pierwszych sekundach badania są wyższe w konfiguracji z filmem niż w wirtualnej rzeczywistości. Początkowo film ustanowił wysoki poziom immersji, za co odpowiadała jego ciekawa formuła. Jednak wraz ze upływem czasu ta formuła się wyczerpuje co wskazuje spadek wartości na wykresie (Rys. 17) w przypadku wirtualnej rzeczywistości odczyty utrzymują się, a w momencie zwiększenia grupy publiczności w scenariuszu - zwiększają się. w końcowej fazie puls nieznacznie spada co może być związane z znużeniem badanego. Badanie w wirtualnej rzeczywistości przyniosło lepsze wyniki i jest trafniejszym wyborem jako substytut rzeczywistości w kontekście wykorzystania jej w dalszych badaniach.

W badaniu EEG nie udało się uzyskać zamierzonego efektu - wzrost fal alfa, nikły wzrost fal beta i theta (Rys. 18, 19) w późniejszej fazie badania świadczy raczej o znużeniu filmem, niż wywołaniem jakiegokolwiek dyskomfortu. Znacznie lepsze efekty dało badanie przy użyciu wirtualnej rzeczywistości - w tym scenariuszu amplituda fal alfa zmalała, zaś fale beta jednoznacznie wzrosły - można na tej podstawie postulować, że badani odczuli faktyczny dyskomfort związany z badaniem.

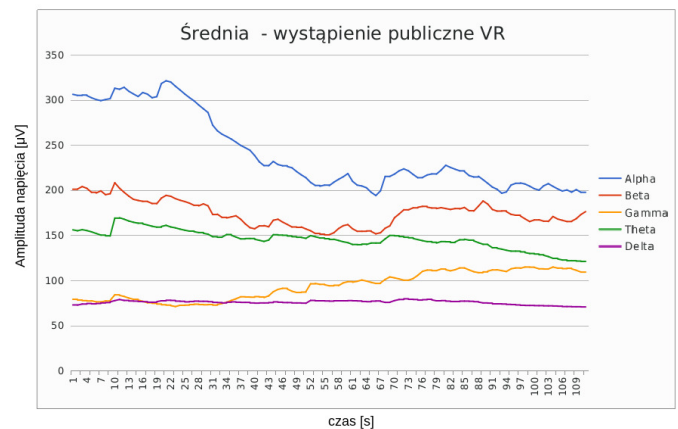
Obraz rejestrowany przez Kinect nie przedstawiał żadnego schematu ruchu w przypadku filmu wyświetlanego na ekranie. Aplikacja wyświetlana w goglach zmusiła badanych do podążania za źródłem dźwięku, co może świadczyć o wyższej immersji.



Rys. 17. Wykres średniej wartości pulsu u wszystkich badanych w scenariuszach tego samego typu - wystąpienie publiczne



Rys. 18. Wykres średniej wartości fal mózgowych u wszystkich badanych w scenariuszu wystąpienie publiczne - film wyświetlony na ekranie



Rys. 19. Wykres średniej wartości fal mózgowych u wszystkich badanych w scenariuszu wystąpienie publiczne - animacja 3D w wirtualnej rzeczywistości

## 7. Dyskusja wyników i wnioski

Po przeprowadzonych badaniach nastąpiła ich analiza i interpretacja. Po skonfrontowaniu z postawioną tezą stwierdzono, że możliwe jest użycie wirtualnej rzeczywistości jako alternatywy do sytuacji przedstawionej w rzeczywistości. Badania dostarczyły danych, które pozwoliły potwierdzić, że

badany podobnie reaguje na sceny w wirtualnej rzeczywistości jak i poza nią. Wpływ na badanie miało wiele czynników. m. in. dana osoba cierpi na fobię, która powoduje silniejszą reakcję na dany bodziec, czy jest świadoma tematu badania lub czy w momencie badania jest w pełni skupiona na jego przebiegu. Aby to zniwelować badanie przeprowadzono na wielu badanych i zapewniono im dogodne warunki oraz dano wystarczającą ilość czasu aby w pełni skupili się na badaniu. Wykresy EEG i pulsu w zależności od czasu dostarczają informacji jak reagował badany na daną sytuację, czy spowodowało to u niego jakąś reakcję obronną a w połączeniu z analizą funkcji motorycznych daje pełny obraz badania. Z pewnością zwiększenie grupy badawczej oraz użycie bardziej zaawansowanego zestawu badawczego poprawiłoby jakość otrzymanych wyników, jednak użyte komponenty, mimo ich budżetowych konfiguracji, spełniły swoje zadanie i w dostateczny sposób umożliwiły sprawdzenie postawionej tezy. Wirtualna rzeczywistość ma przed sobą wielką przyszłość, rozwój technologii i zwiększanie mocy obliczeniowej urządzeń a co za tym idzie - zwiększanie się jakości oprawy graficznej coraz trudniej będzie rozróżnić rzeczywistość od wirtualnej rzeczywistości.

#### Literatura

- [1] Andreas Mühlberger , Henrik M. Peperkorn, Temporal dynamics in the relation between presence and fear in virtual reality. *Computers in Human Behavior*, 48:542–547, 7 2015.
- [2] Iris M. Engelhard, Gaëtan Mertens, Patrick Wagenveld, Cue conditioning using a virtual spider discriminates between high and low spider fearful individuals. *Computers in Human Behavior*, 91:192–200, 2 2019.
- [3] Kim Willems, Helena Van Kerrebroeck, Malaika Brengman, Escaping the crowd: An experimental study on the impact of a virtual reality experience in a shopping mall. *Computers in Human Behavior*, 77:437–450, 12 2017.
- [4] Alberto Greco -Jaime Guixeres , Carmen Llinares , Enzo Pasquale Scilingo , Mariano Alcañiz , Gaetano Valenza, Javier Marín-Morales, Juan Luis Higuera-Trujillo, Affective computing in virtual reality: emotion recognition from brain and heartbeat dynamics using wearable sensors. *Springer Nature*, 9 2018.
- [5] M. Kaufmann, *Understanding virtual reality*. Elsevier, 6 2003.
- [6] D. Napalkov, M. Sosenko, and I. Shestova, Cardiac rhythm as an indicator of normal and pathological adaptation to mental effort. *Kybernetes*, 24:10–19, 1995.
- [7] ] M. Park, H. Oh, H. Jeong, J. Sohn, Eeg-based emotion recognition during emotionally evocative films. *IEEE*, 2 2013.
- [8] ] S. Cheemalapati, M. Gubanov, M. Del Vale, A. Pyayt, A real-time classification algorithm for emotion detection using portable eeg. *IEEE*, 8 2013.
- [9] N. Hamid, N. Sulaiman, Z. Murat, M. Taib, Brainwaves stress pattern based on perceived stress scale test. *IEEE*, 8 2015.
- [10] P. Simonov, *The Physiology of Emotions*. Springer, Boston, MA, 1986.