

STOWARZYSZENIE SUBSTYTUCYJNEGO LECZENIA UZALEŻNIEŃ „MAR”

Raport 2017

Percepcja bodźców mownych i muzycznych z zaburzoną strukturą syntaktyczną u osób uzależnionych od hazardu

Projekt współfinansowany ze środków Funduszu Rozwiązywania Problemów Hazardowych będących
w dyspozycji Ministra Zdrowia

numer umowy 68/H/E/2015, 6/HEK/2016



Bydgoszcz, 2017

SPIS TREŚCI

WSTĘP	6
CEL BADAŃ	16
Metodologia badań	17
Plan badań:	17
Badania psychologiczne	20
Wariograf	20
Czujnik pletyzmograficzny	21
Badanie czynności sakadycznej	21
Eksperyment główny - badanie reakcji okulomotorycznej zsynchronizowane z bodźcami dźwiękowymi	23
Mobilny system akwizycji danych na potrzeby badań terenowych	25
Stacjonarny system akwizycji danych	26
BODŹCE MUZYCZNE I MOWNE	28
Iluzja speech to song	31
Iluzja a halucynacje	33
Speech to song jako źródło wytwarzania bodźców	35
SZCZEGÓŁOWY OPIS BODŹCÓW:	39
Bodźce muzyczne:	39
Przygotowanie bodźców muzycznych	42

Bodźce mowne:	43
Przygotowanie bodźców mownych.....	45
Bodźce WZ (i typy wprowadzonych zaburzeń)	47
Sekwencje poprawnych logatomów (LP)	49
Sekwencje logatomów z zaburzeniem fonotaktycznym (LZ).....	51
REALIZACJA NAGRAŃ (WARUNKI TECHNICZNE, SPOSÓB CZYTANIA, ETC.), WSTĘPNA SELEKCJA I PRZYGOTOWANIE SYGNAŁÓW	
Warunki techniczne i przebieg rejestracji wypowiedzi.....	52
Mówcy.....	53
WYBÓR SYGNAŁÓW DO BADAŃ	53
Przygotowanie bodźców WZ	54
Wybór sekwencji logatomów LP	55
Przygotowanie bodźców LZ.....	56
Porównanie bodźców - słowa zaburzone i niezaburzone.....	57
Analiza akustyczna – porównanie bodźców – słowa ze zdań poprawnych i zaburzonych.....	64
Częstości występowania wykorzystanych sylab i sekwencji fonemów w słowniku i sprawdzenie konstrukcji logatomów	98
Prawdopodobieństwa wystąpienia klas wysokości dźwięku w prezentowanych bodźcach	100
WYNIKI.....	106
Badanie czynności sakadycznej i analiza rytmu serca	106
Badanie wariografem - reakcja skórno-galwaniczna, analiza rytmu serca, analiza oddechu	124

Ocena tendencji do podejmowania decyzji ryzykownych (ang. <i>Bechera's Iowa Gambling Task, IGT</i>)	129
Odpowiedź skórno-galwaniczna na bodźce muzyczne z zaburzeniem tonalnym.....	262
Changes in skin conductance related to pitch syntax violations - the predictive role of reward system in perspective of cortico-subcortical loops.....	277
Poglądowo przedstawione wyniki dla osób uzależnionych od hazardu i osób z uzależnieniem mieszanym.....	298
Analizy odpowiedzi skórno-galwanicznej - rozszerzenie wyników wysłanych do publikacji	300
WNIOSKI I REKOMENDACJE	310
Literatura	318

WSTĘP

Uzależnienie związane jest z zaburzeniem układu nagrody co klinicznie skutkuje niefizjologiczną odpowiedzią na bodźce emocjonalne, brakiem koordynacji pomiędzy funkcjami psychomotorycznymi, emocjonalnymi i poznawczymi oraz zmniejszeniem kontroli poznawczej nad funkcjami emocjonalnymi. Ocena mechanizmów wywoływania reakcji emocjonalnych ma nie tylko znaczenie poznawcze, ale również może być podstawą do projektowania scenariuszy terapeutycznych. Właściwy dobór bodźców muzycznych i mownych może mieć znaczenie kliniczne w treningu umiejętności komunikacyjnych. Planowane badania mają charakter nowatorski - zgodnie z wiedzą autorów projektu nie prowadzono tego typu badań u osób uzależnionych. Podobne badania przeprowadzono u osób zdrowych jedynie dla bodźców muzycznych z zaburzoną syntaktyką (Koelsch i wsp., 2008). Problem komunikacji obserwowany jest nie tylko u osób z różnego rodzaju uzależnieniami chemicznymi czy behawioralnymi, ale także w innych zaburzeniach psychicznych w których nieprawidłowo funkcjonuje układ limbiczny kontrolujący układ nagrody. Z tej perspektywy wyniki badań mogą mieć znaczenie praktyczne i kliniczne polegające na wspomaganiu tworzenia procedur psychoterapeutycznych opartych na racjonalnych przesłankach wynikających z kontrolowania pobudzenia układu nerwowego autonomicznego i kontroli impulsów. Z wyników badań prowadzonych przez autorów projektu wynika np. że u osób uzależnionych dochodzi do częstszych w porównaniu do u osób zdrowych zachowań ryzykownych (Gorzelańczyk i wsp., 2014). Zaplanowano u osób uczestniczących w badaniach przeprowadzenie obiektywnej oceny nasilenia zachowań ryzykownych i zbadanie zależności pomiędzy tym nasileniem a reakcją na zaburzone syntaktycznie bodźce muzyczne i mowne. Zależność pomiędzy wartościami parametrów reakcji orientacyjnej wywołanymi bodźcami muzycznymi i mownymi o zaburzonej syntaktyce a natężeniem zachowań ryzykownych może być istotnym wskaźnikiem ryzyka nawrotu ciągu w uzależnieniach oraz przewidywania utrzymania osoby uzależnionej w remisji.

Bodźce dźwiękowe o różnej strukturze i charakterze wywołują reakcje emocjonalne (Juslin i Västfjäll, 2008; Podlipniak i wsp., 2010; Gorzelańczyk i wsp., 2013). Grupą zaburzeń psychicznych w których przetwarzanie emocji jest zaburzone są uzależnienia

chemiczne i behawioralne (Tan i wsp., 2014). Uzależnienie od hazardu jest jednym z dynamicznie rozwijających się i coraz częściej rozpoznawanych uzależnień behawioralnych (Chou i Afifi, 2011). W Międzynarodowej Statystycznej Klasyfikacji Chorób i Problemów Zdrowotnych Światowej Organizacji Zdrowia (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, 10th Revision - ICD-10) ten rodzaj uzależnienia uwzględniono, jako jednostka chorobowa będąca rodzajem zaburzeń zachowania związanych z zaburzeniami nawyków i popędów (ICD-10, rozdział 5, F63.0). Również uzależnienie od hazardu ujęto w klasyfikacji zaburzeń psychicznych Amerykańskiego Towarzystwa Psychiatrycznego (DSM-IV) jako patologiczny hazard (ang. Pathological Gambling), kod zaburzenia 312.31 (American Psychiatric Association, 2000). Patologiczny hazard, jest to powtarzające się działanie polegające na uprawianiu hazardu bez racjonalnej motywacji i bez wystarczającej kontroli przez podmiot tych działań (czyli samego grającego) oraz w sposób oczywisty szkodzący zarówno interesom pacjenta, jak i innym osobom z jego otoczenia (Romanczuk-Seiferth i wsp., 2014). Podobny mechanizm uzależnień behawioralnych i chemicznych wskazuje na ich wspólne podłoże biologiczne (Probst i van Eimeren, 2013). Uzależnienie jest zatem bardzo dobrym modelem zaburzenia przetwarzania emocji (Narayanan i Georgiou, 2013). Mowa i śpiew to specyficzne dla *Homo sapiens* formy komunikacji wokalne (Fitch, 2006). Komunikacja wokalna jest ewolucyjnie starsza niż człowiek (*Homo sp.*) oraz obserwowana jest u wielu gatunków współcześnie żyjących zwierząt (Podlipniak i Gorzelańczyk, 2010). Ekspresja i percepcja specyficznych dla określonego gatunku form komunikacji wokalne wiąże się zwykle z doświadczaniem przez osobniki należące do tego gatunku stanów afektywno-motywacyjnych (Juslin i Scherer, 2005). Stany takie obserwuje się zarówno u ssaków, np. makaków (*Macaca mulatta*) (Gouzoules i Gouzoules, 2000), jak i ptaków (Rothenberg i wsp., 2014), i wiążą się one z aktywnością struktur podkorowych (ibid.). Uważa się, że człowiek (*Homo sapiens*) wyróżnia się wśród naczelnych (*Primates*) szczególną zdolnością do wolicjonalnej kontroli emocjonalnej ekspresji wokalne (Scherer, 2013). Z perspektywy ewolucyjnej pierwotne formy niewerbalnej ekspresji emocjonalnej u naczelnych mają charakter dziedziczny (wrodzony) i kontrolowane są między innymi przez twór siatkowaty mostu (ang. reticular formation of pons) i rdzeń przedłużony (medulla oblongata) (Jürgens,

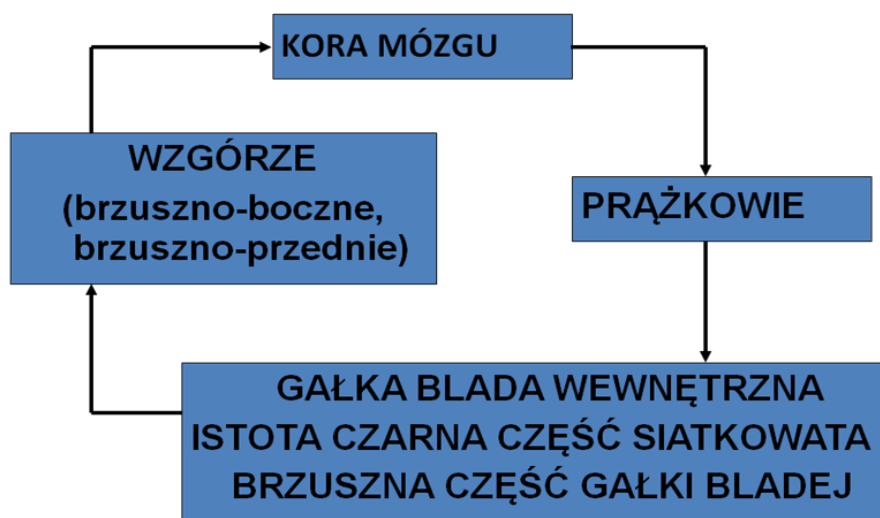
2009). Formy wokalizacji nabywanej podczas uczenia się wykształciły się prawdopodobnie później i wiążą się z powstaniem pętli sprzężenia zwrotnego (ang. feedback loops) (Scherer, 2013). Kumulacyjny charakter ewolucji (Jacob, 1977) powoduje, że wiele z elementów komunikacji obecnych u bezpośrednich przodków człowieka ma też mowa i muzyka. Należy do nich tzw. ekspresywna dynamika (Merker, 2003), która polega na modulowaniu suprasegmentalnych cech mowy i muzyki pod względem natężenia dźwięku i tempa. Oprócz starego filogenetycznie systemu komunikacji wokalne o charakterze ciągłym (Scherer, 2013) w mowie i muzyce obecne są także elementy dyskretne (Merker, 2003) umożliwiające organizację syntaktyczną. Mowa i muzyka tonalna to cechy komunikacyjne posiadające organizację syntaktyczną, które są naturalne i charakterystyczne dla gatunku *Homo sapiens* (Gorzelańczyk i Podlipniak, 2007; Podlipniak i Gorzelańczyk, 2010). Struktura muzyki tonalnej traktowana jest często jako zjawisko porównywalne do gramatyki języka naturalnego (Lerdahl i Jackendoff, 1983). Podobnie jak w strukturze gramatycznej języka (Chomsky, 1982) także w strukturze muzyki tonalnej wskazać można na hierarchiczną organizację dyskretnych elementów (Merker, 2003), z których tworzone są sekwencje dźwięków. Tonalność muzyczna to cecha przebiegu muzycznego polegająca na zróżnicowanej istotności poszczególnych stopni skali, z której zbudowany jest dany przebieg muzyczny (Krumhansl i Cuddy, 2010). Tak zdefiniowana tonalność muzyczna różni się pojęciowo od tonalności stosowanej przez część biologów zajmujących się komunikacją dźwiękową zwierząt do określenia ekspresji dźwiękowych, które złożone są z dźwięków o strukturze harmoniczej (Maestriperi i wsp., 2000; Rothenberg i wsp., 2014). Dla części badaczy mowy pojęcie tonalności dotyczy takiej fonologicznej interpretacji relatywnej wysokości dźwięku, która ma związek ze znaczeniem (semantyką, tzw. ton leksykalny) a niekiedy również związek z gramatyką (ton gramatyczny) danej wypowiedzi (Brindle i Atintono, 2012). Dla tonalności muzycznej zróżnicowanej istotności poszczególnych stopni skali przetwarzane jest na poziomie poznawczym (Huron, 2006) i zależy od kontekstu, w jakim poszczególne stopnie skali występują w przebiegu muzycznym (Krumhansl, 1990). Oznacza to, że dźwięki o tych samych częstotliwościach mogą mieć różne wagi (pełnić różne funkcje tonalne) w zależności od tego, w sąsiedztwie jakich innych dźwięków występują podczas danego przebiegu

muzycznego. Zwykle jeden ze stopni skali traktowany jest jako najważniejszy (tonika) (Snyder, 2000). Tonika wraz z innymi stopniami skali tworzy hierarchię tonalną (Krumhansl i Cuddy, 2010). Rozpoznawanie poszczególnych stopni skali tworzących hierarchię tonalną wiąże się ze specyficznym doświadczeniem emocjonalnym. Doświadczenie emocjonalne każdego ze stopni skali określane jest często mianem qualiów (Huron, 2006; Margulis, 2014).

W hierarchicznej organizacji dyskretnymi elementami w gramatyce języka są słowa (morfemy), podczas gdy w muzyce są to klasy wysokości dźwięków (Rakowski, 1997). Ponieważ jednak gramatyka języka naturalnego wiąże się ściśle ze znaczeniem (semantyką) propozycjonalnym (Dor, 2000) a syntaktyka muzyki tonalnej nie, zaproponowano, aby traktować syntaktykę muzyczną jako zjawisko podobne do morfosyntaktyki (Lerdahl, 2013). Ze względu na to, że zarówno mowa jak i muzyka tonalna mają skończony zbiór dyskretnych niepodzielnych kategorii poznawczych porządkowanych według określonych reguł oba te zjawiska – mowa i muzyka – traktowane są jako systemy fonologiczne (Bielawski, 1968; Rakowski, 1997; 1998; Berent, 2013). Do rozpoznawania relacji syntaktycznych w mowie i muzyce konieczne jest przewidywanie percypowanych dźwięków. Spełnianie i niespełnianie oczekiwań wywołuje reakcje emocjonalne (Huron, 2006; Maestripieri i wsp., 2000). Muzyka jest uniwersalną i powszechnie uznaną cechą gatunku *Homo sapiens* występującą powszechnie w znanych społecznościach (Gorzelańczyk i Podlipniak, 2006). Z perspektywy biologicznej przetwarzanie muzyki związane jest z filogenetycznie starymi strukturami układu nerwowego kontrolującymi emocje, układ nagrody i pamięć (Maestripieri i wsp., 2000; Gorzelańczyk i wsp., 2007; Zatorre i Salimpoor, 2013). Dzieci bardzo dobrze rozróżniają emocje wyrażane w muzyce (Terwogt i Van Grinsven, 1988). Już dawno zwrócono uwagę na to, że muzyka jest istotna w komunikacji emocjonalnej i ma znaczenie dla prowadzenia komunikacji werbalnej (Rousseau, 1781). Emocjonalna ocena muzyki zależy od dynamicznego współdziałania wielu hierarchicznie zorganizowanych struktur mózgu; tworzących sieci w ośrodkowym układzie nerwowym, w tym: (1) podstawnych struktur przodomózgowia, które przetwarzają informacje dotyczące napędu oraz biologicznych korzyści, (2) regionów układu limbicznego związanych ze stanami emocjonalnymi, (3) kory skroniowo-ciemieniowej, która

związana jest z przetwarzaniem właściwości spektralnych i temporalnych muzyki, (4) przyśrodkowych struktur skroniowych wspomagających pamięć epizodyczną i (5) obszarów kory przedczołowej, które pośredniczą w przewidywaniu zdarzeń i rozpoznawaniu procesów społecznych (Huron, 2006; Downey i wsp., 2013; Juslin, 2013; Koelsch 2013; Salimpoor i wsp, 2013; Zatorre i Salimpoor, 2013; Mas-Herrero i wsp., 2014). Przewidywanie klas wysokości dźwięku dla tonalnych przebiegów muzycznych związane jest z wywoływaniem specyficznych emocji (Meyer, 1956; Krumhansl, 1990; Huron, 2006; Krumhansl i Cuddy, 2010). Emocje te określane są opisowo jako napięcia i odprężenia tonalne, a ich różne odmiany decydują o przypisywaniu poszczególnym stopniom skali muzycznej odmiennych jakości poznawczych – qualiów (Huron, 2006; Margulis, 2014). Zróżnicowanie to ma postać przechowywanej w pamięci długotrwałej hierarchii tonalnej, która nabywana jest przez ludzi za pomocą tzw. uczenia się statystycznego (ang. statistical learning) częstości występowania poszczególnych stopni skali w odbieranych przebiegach muzycznych (Krumhansl, 1990; Huron, 2006). Różna częstość występowania poszczególnych stopni skali muzycznej w określonych kontekstach, która odbierana jest podczas słuchania muzyki podczas życia określonej osoby skutkuje zróżnicowanym prawdopodobieństwem występowania danego stopnia skali podczas przewidywania kolejnego słuchanego przebiegu muzycznego. Także podczas słuchania mowy układ nerwowy przewiduje przebieg fonologiczny odbieranego bodźca mownego. Dla mowy nie obserwuje się jednak istnienia hierarchii fonemów porównywalnej do hierarchii stopni skali muzycznej (klas wysokości dźwięku). Sugeruje to, że przewidywania słuchanej sekwencji dźwięków oraz związana z nią ocena emocjonalna mogą odgrywać nieco odmienną rolę dla słuchania przebiegów mownych w porównaniu do słuchania przebiegów muzycznych. Wyniki planowanych badań mają przyczynić się do lepszego zrozumienia różnic i podobieństw w percepcji oraz przetwarzaniu mowy i muzyki. W związku z tym, że u osób uzależnionych dochodzi do zmian strukturalnych i funkcjonalnych związanych z główną strukturą pętli limbicznej, jaką jest prążkowie brzuszne (Gorzelańczyk, 2011) to bodźce muzyczne i mowne o zaburzonej strukturze syntaktycznej przypuszczalnie wywołują reakcje układu nerwowego w sposób różny u osób uzależnionych w porównaniu do osób zdrowych (hipoteza przyjęta dla proponowanego projektu

badania). Ponadto spodziewane są różnice przetwarzania emocjonalnego bodźców mownych w porównaniu do bodźców muzycznych a ich przetwarzanie może się zmieniać pod wpływem leczenia. Jako model teoretyczny rozważań przyjęto koncepcję pętli korowo-podkorowych, zgodnie z którym jądra podstawy - zwłaszcza prążkowie oraz związane z prążkowie funkcjonowanie pętli korowo-podkorowych kontroluje funkcje poznawcze, emocjonalne i motoryczne. Jądra podstawy (ang. basal ganglia) są to struktury podkorowe połączone ze sobą anatomicznie i funkcjonalnie (Alexander, 1990; Olzak i Gorzelańczyk, 2005; Gorzelańczyk i wsp., 2010; Gorzelańczyk, 2011). Koncepcja pętli korowo-podkorowych jest jednym ze sposobów tłumaczenia głównej fizjologicznej kontroli funkcji motorycznych, emocjonalnych i poznawczych (Gorzelańczyk i wsp., 2010; Gorzelańczyk, 2011). Najważniejszymi elementami pętli są prążkowie i kora mózgu. Złuszczka komórki piramidowe kory mózgu i średnie komórki kolcowe mają zdolność do zmian plastycznych związanych z kontrolą funkcji psychicznych (motorycznych, emocjonalnych i poznawczych). Kora mózgu jest połączona z prążkowie poprzez korowo-podkorowe drogi, poprzez które informacja jest przekazywana do gałki bladej części wewnętrznej albo istoty czarnej części siatkowatej (które fizjologicznie i anatomicznie stanowią jedną strukturę) albo poprzez brzuszna gałkę bladą docierają następnie do wzgórza i kory mózgu (Gorzelańczyk i wsp., 2010, Gorzelańczyk, 2011).

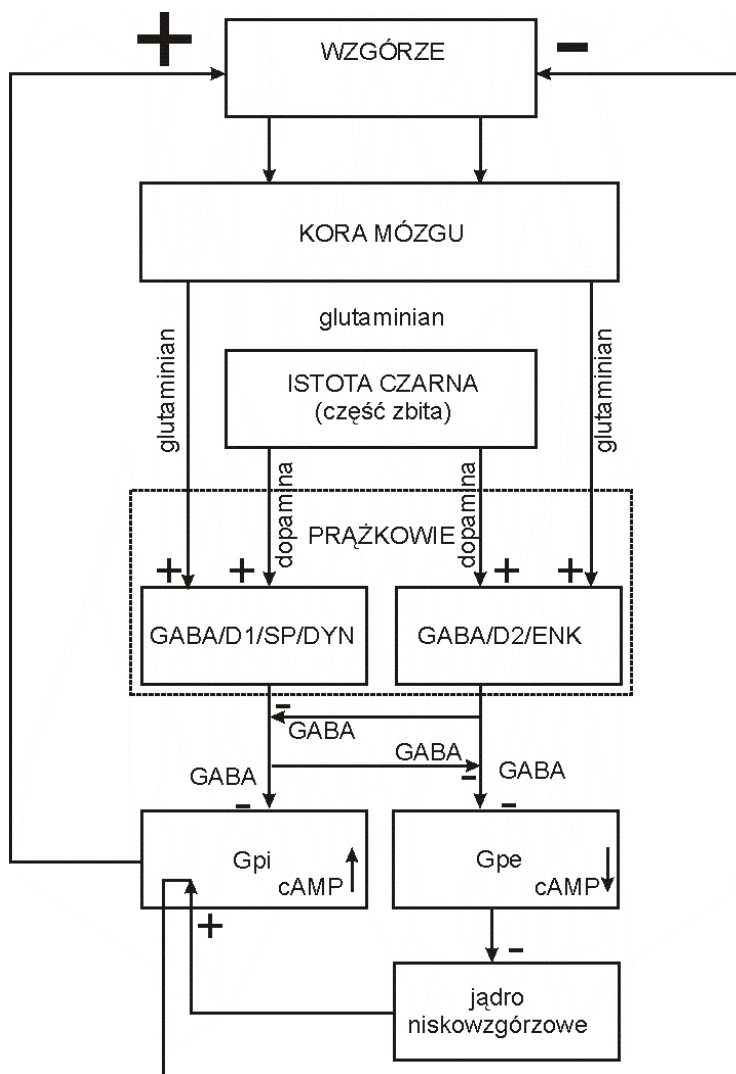


rys. 1 Ogólny schemat pętli korowo-podkorowych (Olzak i Gorzelańczyk, 2005; Laskowska i wsp., 2008; Laskowska i Gorzelańczyk, 2009; Gorzelańczyk, 2011).

Do jąder podstawy zalicza się: prążkowie (ang. striatum) przedzielone przez torebkę wewnętrzną (ang. internal capsule) na jądro ogoniaste (ang. caudate nucleus) i skorupę (ang. putamen), gałkę bladą (ang. pallidum) składającą się z części bocznej (zewewnętrznej) oraz części przyśrodkowej (wewnętrznej), jądro niskowzgórzowe (ang. subthalamic nucleus) zaliczane do międzymózgowia, istotę czarną (ang. substantia nigra) (śródmózgowie) zbudowaną z części zbitej (ang. substantia nigra pars compacta) (położonej przyśrodkowo) i części siatkowatej (ang. substantia nigra pars reticulata) (położonej bocznie) (Groenewegen, 2003). Prążkowie dzieli się na część brzuszną (ang. ventral striatum) i grzbietową (ang. dorsal striatum) (Groenewegen, 2003). W przedniej części prążkowie brzuszno-bocznego znajduje się jądro półleżące (ang. nucleus accumbens) składające się z jądra półleżącego prążkowie (ang. nucleus accumbens striati) oraz jądra półleżącego przegrody (ang. nucleus accumbens septi) (Morgane, 2005). Wraz z korą mózgową jądra podstawy tworzą pętle (ang. circuit) składające się z połączeń pomiędzy poszczególnymi strukturami a wieloma obszarami kory mózgowej (Groenewegen, 2003). Wyróżniono pięć pętli korowo-podkorowych: motoryczną (ang. motor circuit), okoruchową (ang. oculomotor circuit), które są związane z regulacją funkcji motorycznych, przedczołową grzbietowo-boczną (ang. dorsolateral prefrontal circuit) odpowiedzialną za wiele funkcji poznawczych, oczodołowo-czołową (ang. lateral orbitofrontal circuit) oraz przedniej części zakrętu obręczy, inaczej limbiczną (ang. anterior cingulate circuit) związaną z funkcjonowaniem emocjonalnym (Alexander, 1986). Pętla motoryczna kontroluje ruchy mięśni szkieletowych, postawę ciała; uczenie się, zapoczątkowanie i realizację ruchów; koordynację ruchów szybkich i naprzemiennych (Groenewegen, 2003). Zaburzenia w obrębie tej pętli skutkują np. sztywnością mięśniową, i innymi zaburzeniami motorycznymi (Alexander, 1994; Groenewegen, 2003). Obszary kory mózgu będące częścią tej pętli to pole przedruchowe, pierwszorzędowa kora ruchowa, kora somatosensoryczna oraz dodatkowe pole ruchowe. Strukturami pętli ruchowej są też: skorupa, brzuszno-boczna część gałki bladej wewnętrznej, tylna-boczna część istoty czarnej części siatkowatej oraz części przednia i przyśrodkowa brzuszno-bocznego wzgórza (Mink, 1999; Laskowska i wsp., 2008, Gorzelańczyk i wsp., 2010; Gorzelańczyk, 2011). Skokowe ruchy gałek ocznych podlegają kontroli pętli okoruchowej (Alexander, 1986). Przy jej

uszkodzeniu może dochodzić do zaburzeń fiksacji wzroku (Alexander, 1986; Brown, 2004), zaniedbywania stronnego i niedoborów uwagi przy wykonywaniu szybkich ruchów ukierunkowanych na bodźce, trudności w intencjonalnym hamowaniu ruchów gałek ocznych wywołanym działaniem bodźców wzrokowych (Hikosaka, 2000). W skład tej pętli wchodzi: grzbietowo-boczna kora przedczołowa, tylna kora ciemieniowa, czołowe pole okoruchowe oraz trzon i część środkowa skorupy, część tylna gałki bladej wewnętrznej i brzuszno-boczna część istoty czarnej części siatkowatej, a także wzgórze: brzuszno-przednie (część wielkokomórkowa) i przyśrodkowo-grzbietowe (część przyblaszkowa) (Nakano, 2000; Laskowska i wsp., 2008, Gorzelańczyk i wsp., 2010; Gorzelańczyk, 2011). Pętla przedczołowa grzbietowo-boczna jest odpowiedzialna m.in. za wybór celów i planowanie (Joel, 1994), programowanie sekwencji czynności psychicznych i zachowań (Alexander, 1990), pamięć (roboczą werbalną i przestrzenną) oraz za samokontrolę i wgląd (Royall, 2002), a zaburzenia funkcji tej pętli mogą prowadzić do zmniejszenia fluencji słownej i zaburzenia innych funkcji językowych (DeLong, 2007). Struktury tej pętli to: tylna kora ciemieniowa, przedczołowa grzbietowo-boczna, pole przedruchowe, jądro ogoniaste, głowa i część grzbietowo-boczna skorupy, boczna część gałki bladej wewnętrznej, przednio-boczna istoty czarnej części siatkowatej, wzgórze: brzuszno-przednie (część drobnokomórkowa) i przyśrodkowo-grzbietowe (część drobnokomórkowa) (Mink, 1993; Nakano, 2000; Laskowska i wsp., 2008, Gorzelańczyk i wsp., 2010; Gorzelańczyk, 2011). Kontrola pętli oczodołowo-czołowej polega na rozpoczynaniu zachowań społecznie motywowanych nagrodą oraz unikanie zachowań skutkujących karą (Royall, 2002). Uszkodzenia tej pętli powodują między innymi takie objawy jak rozhamowanie (Liscic i wsp., 2007), zmiany w osobowości (Mink, 1993), labilność emocjonalna (Lopez i wsp., 2001; DeLong, 2007). Pętla oczodołowo-czołowa składa się z górnego i dolnego zakrętu skroniowego, przedniej części zakrętu obręczy, bocznej kory oczodołowo-czołowej, skorupy (części brzuszno-przyśrodkowej i głowy), grzbietowo-przyśrodkowej gałki bladej wewnętrznej, przednio-przyśrodkowej istoty czarnej części siatkowatej, wzgórze: brzuszno-przedniego (część wielkokomórkowa) i przyśrodkowo-grzbietowego (część wielkokomórkowa) (Nakano, 2000; Laskowska i wsp., 2008; Laskowska i Gorzelańczyk, 2009, Gorzelańczyk i wsp., 2010; Gorzelańczyk, 2011). Uszkodzenia w obrębie pętli limbicznej prowadzą głównie

do obniżenia nastroju (Mink, 1993), apatii i braku spontaniczności (Mink, 1993; Royall, 2002; DeLong, 2010). Obejmuje ona korę hipokampa, śródwęchową, górny i dolny zakręt skroniowy, prążkowie brzuszne, przednio-boczną część gałki bladej wewnętrznej, przednio-grzbietową część istoty czarnej części siatkowatej, brzuszną gałkę bladą oraz przyśrodkowogrzbietowe wzgórze (część tylna-przyśrodkowa) (Joel, 1994; Mink, 1999; Laskowska i wsp., 2008; Laskowska i Gorzelańczyk, 2009; Gorzelańczyk i wsp., 2010; Pasgreta i Gorzelańczyk, 2010; Gorzelańczyk, 2011).



rys. 2 Oryginalny model konceptualny pętli neuronalnej łączącej wewnętrzną część gałki bladej (GPI), jądro niskowzgórzowe (STN), wzgórze z korą mózgu opracowany na podstawie literatury (Fix, 1997; Driesen, 2003; Groenewegen, 2003; Longstaff, 2003; Laskowska i wsp., 2008; Laskowska i Gorzelańczyk, 2009; Gorzelańczyk i wsp., 2010; Gorzelańczyk, 2011).

Skróty: D1, D2 – receptory dopaminergiczne; DYN – dynorfina; ENK – enkefalina; cAMP – cykliczny adenozynomofosforan; GABA - neurony GABA-ergiczne; GPe - zewnętrzna część gałki bladej; GPi - wewnętrzna część gałki bladej, SP – substancja P

Opisanie istniejących połączeń funkcjonalnych pomiędzy jądrami podstawy a układem limbicznym i strukturami kory przedczołowej może ułatwić wyjaśnienie wielu klinicznie obserwowanych zaburzeń występujących w różnych zaburzeniach psychicznych (Samuel i wsp., 1994).

Celem badań jest ocena roli jaką pełni układ limbiczny i układ nagrody w przetwarzaniu bodźców dźwiękowych o zaburzonej strukturze syntaktycznej. Takie bodźce muzyczne z „niespodziewanymi” dźwiękami wytworzono: Adres strony z bodźcami muzycznymi: http://www.stefan-koelsch.de/stimulus_repository.html [Musical excerpts (Expected, Unexpected, Very unexpected stimuli) used in the following paper: Effects of Unexpected Chords and of Performer’s Expression on Brain Responses and Electrodermal Activity] (PLoS ONE, 2008).

Założono, że podczas prezentacji nieoczekiwanego bodźca słuchowego dochodzi do reakcji orientacyjnej (alarmowej). W związku z zaburzeniami funkcjonowania układu nagrody kontrolowanego przez pętle limbiczną u osób uzależnionych taka reakcja może się wyrażnie różnić w porównaniu do osób zdrowych.

CEL BADAŃ

Zbadanie odpowiedzi fizjologicznej na bodźce mowne i muzyczne z zaburzoną strukturą syntaktyczną u osób uzależnionych od hazardu.

Hipoteza i cel

U osób uzależnionych zaburzone jest funkcjonowanie pętli limbicznej odpowiedzialnej za kontrolę emocji (Fotros i wsp., 2014). Osoby uzależnione w odmienny sposób w porównaniu do osób zdrowych przetwarzają bodźce mowne i muzyczne o zaburzonej strukturze syntaktycznej. Odpowiedź na bodźce mowne i muzyczne o zaburzonej strukturze syntaktycznej po podaniu leku substytucyjnego jest bliższa fizjologicznej. Przyjęto hipotezę, że podczas prezentacji nieoczekiwanego bodźca słuchowego (muzycznego, mownego) dochodzi do reakcji fizjologicznych będących odpowiedzią układu nerwowego ośrodkowego i układu nerwowego autonomicznego, np. reakcji orientacyjnej (reakcja alarmowa zaskoczenia) (Selye, 1946; 1952; Bradley, 2009) związanej między innymi z pobudzeniem mięśni zewnętrznych gałki ocznej, pobudzenia układu nerwowego autonomicznego współczulnego (zmiana częstości akcji serca, zmian przewodność skórnej, zmiana temperatury ciała, zmiana przepływu krwi) i że u osób uzależnionych taka odpowiedź układu nerwowego jest wyraźnie różna w porównaniu do osób zdrowych.

Celem badań jest sprawdzenie czy bodźce muzyczne i mowne o zaburzonej strukturze wywołują reakcje układu nerwowego oraz czy ta odpowiedź jest różna dla bodźców mownych w porównaniu do bodźców muzycznych co może mieć znaczenie w diagnostyce osób uzależnionych i monitorowaniu wpływu leków i innych oddziaływań podczas leczenia. Badania mają przyczynić się do pogłębienia wiedzy i rozumienia przetwarzania bodźców dźwiękowych mających strukturę syntaktyczną u osób uzależnionych, u których układ nagrody funkcjonuje nieprawidłowo.

Metodologia badań

Zaplanowano przeprowadzenie badań osób z poszczególnych grup uzależnionych rekrutowanych w Poradniach Leczenia Uzależnień na obszarze całej Polski. Do badania zaplanowano kwalifikowanie osób z rozpoznaniem uzależnieniem na podstawie własnych badań kwestionariuszowych oraz oceny psychiatrycznej osób do trzech grup. Pierwsza grupa osób (n=30) to osoby z problemem uzależnień od hazardu patologicznego, druga (n=30) grupa to osoby z uzależnieniem od opioidów, trzecia (n=30) to grupa osób zdrowych, dobrana odpowiednio pod względem wieku, płci i wykształcenia. U badanych osób zaplanowano przeprowadzenie strukturalizowanego wywiadu klinicznego, badania kwestionariuszowego, oceny stanu psychicznego oraz potwierdzającego diagnozę uzależnienia od hazardu.

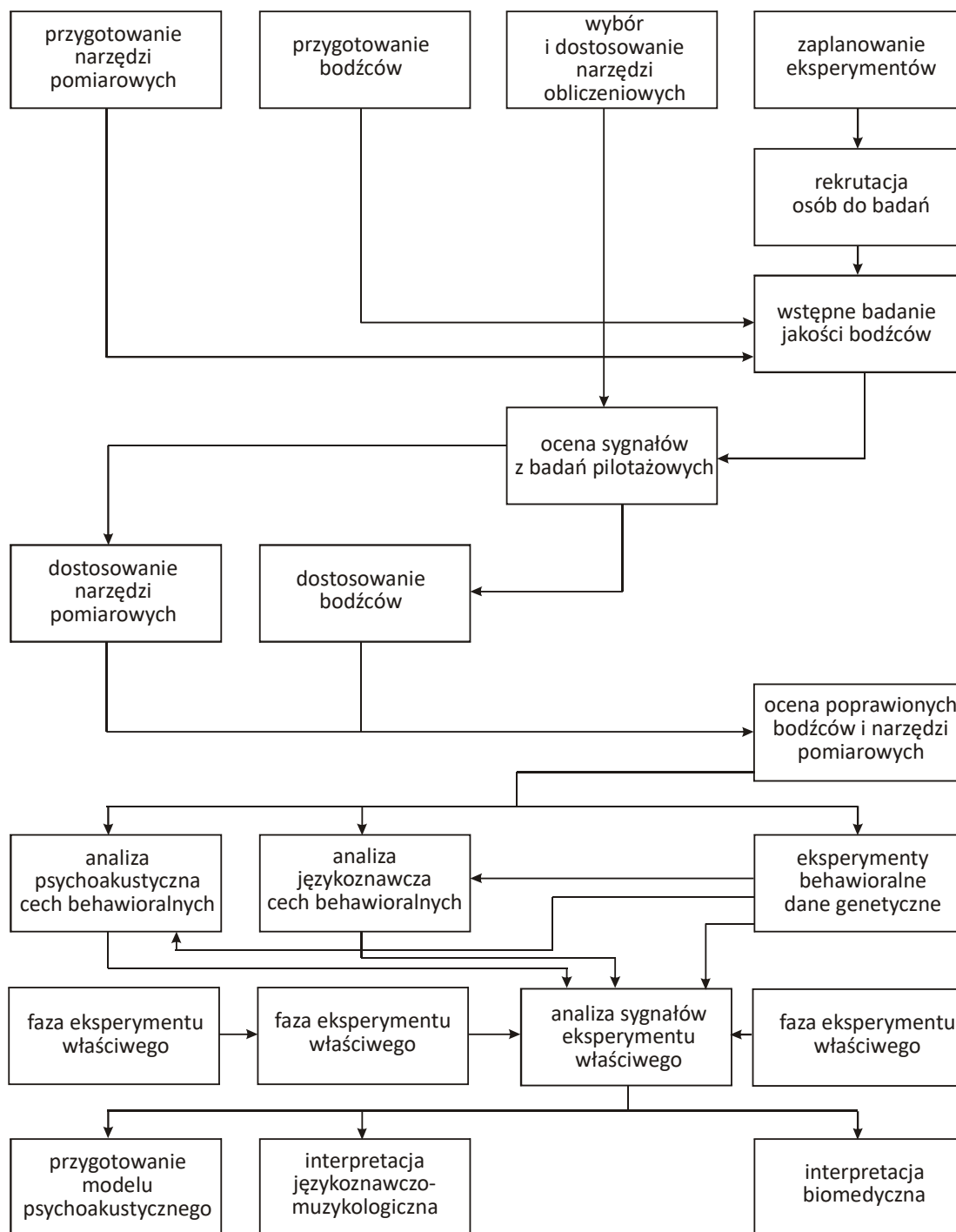
Plan badań:

Zaplanowano wykorzystanie następujących narzędzi i metod badawczych:

- Badanie kwestionariuszowe ma na celu zebranie wywiadu diagnostycznego, zdiagnozowanie głębokości uzależnienia od hazardu i substancji psychoaktywnych oraz ogólną ocenę stanu psychicznego
- Ocena tendencji do zachowań ryzykownych z pomocą testu Iowa Gambling Task (IGT)
- Podczas prezentacji osobie badanej bodźców muzycznych zaplanowano wykonanie pomiarów markerów somatycznych reakcji autonomicznego układu nerwowego w tym reakcji skórno-galwanicznej (SCR), zmian zmienności rytmu serca (HRV), zmian częstości oddechu (RR) przy użyciu wariografu oraz czujnika pletyzmograficznego dodatkowo zaplanowano równocześnie pomiar ruchów gałek ocznych (sakadometria, okulometria) (Ober i wsp., 2009), których opis szczegółowy znajduje się poniżej.
- Czas trwania pojedynczego badania - dwie godziny

W badaniach zaplanowano zastosowanie oryginalnie przygotowanych przebiegów muzycznych oraz wypowiedzi (przebiegi) mowy. Przebiegi muzyczne to ośmiotaktowe i szesnastotaktowe fragmenty kompozycji L. v Beethovena, J. Haydna, W. A. Mozarta, F. Schuberta regularne pod względem tonalnym. Zaplanowano zastosowanie wersji oryginalne przebiegów muzycznych przebiegi muzyczne (bodźce) przygotowanych w taki sposób, że ich regularne przebiegi tonalne są zakłócone poprzez zamianę wybranych dźwięków tonalnie poprawnych na niepoprawne. W tak przygotowanych przebiegach muzycznych następstwa akordów składające się na oryginalne kompozycje

są zachowane, z wyjątkiem jednego, zmienionego akordu, który bądź jest mało oczekiwany, ale jego modyfikacja nie jest całkowicie sprzeczna z regułami tonalnymi dur-moll, bądź jest skonstruowany w sprzeczności z regułami tonalnymi - co w założeniu proponowanych badań może wywoływać u badanego reakcję orientacyjną związaną z usłyszeniem niespodziewanego przebiegu. Przebiegi muzyczne przygotowano w programie midi na podstawie ich zapisów nutowych. Zaplanowano też zastosowanie bodźców pozbawionych cech harmoniczych (akordów) i zbudowanych jedynie z linii melodycznej (następujących po sobie pojedynczych dźwięków z zachowaniem innych cech struktury muzycznej takich jak rytm, metrum itp.). Dla tak przygotowanych bodźców muzycznych zaburzenie tonalne związane jest z tzw. dźwiękiem obcym, czyli dźwiękiem o ustalonej wysokości, nie należącej do skali diatonicznej, z której skonstruowana jest linia melodyczna.



rys. 3 Ogólny schemat badań.

Badania psychologiczne

Skala Siły Uzależnienia (ang. Severity of Dependence Scale - SDS) jest kwestionariuszem zawierającym pięć pozycji, na których odpowiedź pozwala na ocenę siły uzależnienia. Każda z pięciu pozycji kwestionariusza ma skalę czteropunktową (0-3). Wynik końcowy otrzymywany jest przez dodanie punktów ze wszystkich pięciu pozycji kwestionariusza. Im wyższy jest wynik punktowy tym cięższe uzależnienie. Czas wypełniania kwestionariusza SDS około jedna minuta. Narzędzie pozwala na wstępną ocenę głębokości uzależnienia.

Kwestionariusz - tłumaczenie własne zaproponowano ze względu na brak polskiej wersji tego narzędzia. Wnioskodawca zamierza adaptować skalę do oceny nasilenia uzależnienia behawioralnego.

Kwestionariusz Hazardu (ang. The South Oaks Gambling Screen, SOGS) - skala zawiera 16 pozycji oceniających głębokość problemu hazardu.

Kanadyjski Indeks Problemowego Hazardu (ang. Canadian Problem Gambling Index, CPGI)- wersja skrócona, zawiera dziewięć pozycji oceniających prawdopodobieństwo występowania hazardu problemowego.

Beck Depression Inventory – BDI. Skala do oceny poziomu nastroju (Inwentarz depresji Becka, ang. Beck Depression Inventory) stosowana do oceny nastroju osoby badanej, jest to skala samoopisowa polegająca na tym, że osoba badana odpowiada na 21 szczegółowych pytań i samodzielnie przydziela od 0 do 3 punktów w zależności od subiektywnej oceny nasilenia objawów, która najtrafniej odnosi się do jego stanu psychicznego we wskazanym okresie (ostatnia doba, miesiąc etc.). Liczba 0 (zero) odpowiada nie występowaniu objawu a liczba 3 maksymalnemu jego nasileniu. Przydatne w badaniach przesiewowych i rozpoznaniu objawów depresyjnych. Zaplanowano zastosowanie skali w celu porównania poziomu nastroju z zaburzeniami psychomotorycznymi (sakadometria, okulometria).

Wariograf

Wariograf – urządzenie służące do analizowania fizjologicznych reakcji organizmu (napięcia układu nerwowego autonomicznego) człowieka, które są związane z funkcjonowaniem emocjonalnym i jego reakcją na bodźce z otoczenia. Rejestrowane są takie parametry fizjologiczne, jak: liczba oddechów, ciśnienie tętnicze krwi, przewodnictwo elektryczne skóry (odruch skórno-galwaniczny), przepływ krwi przez naczynia, zmienność rytmu serca. Wartości parametrów są rejestrowane cyfrowo. Badanemu zakłada się czujniki poligrafu na poszczególne części ciała a badanie pozwala otrzymać graficzny obraz przebiegu zmian fizjologicznych w postaci krzywych

zapisu wyżej wymienionych reakcji. Aparat poza zastosowaniem do wykrywania kłamstw, wykorzystywany jest również w psychoterapii, badaniach naukowych.

Czujnik pletyzmograficzny

Umożliwia pomiar zmienności rytmu serca - HRV za pośrednictwem klipsa nausznego lub metodą dotykową po przyłożeniu palca do odpowiedniego sensora. Ze względów praktycznych zmiany przepływu krwi przez obwodowe naczynia umiejscowione pod powierzchnią skóry w płatku usznym są wygodniejsze w porównaniu do rejestracji na powierzchni opuszka palca, pozwalając na większą swobodę motoryczną osoby badanej. Czujnik pletyzmograficzny wyposażony jest w interfejs USB, dzięki czemu możliwe jest śledzenie w czasie rzeczywistym wartości parametrów psychofizjologicznych.

Badanie czynności sakadycznej

Do badania spontanicznej aktywności sakadycznej (ang. spontaneous saccadic activity) zaplanowano zastosowanie Okulometr JAZZ-NOVO (Ober Consulting Poland) oraz Saccadometer (Advanced Clinical Instrumentation, Cambridge, UK), umożliwiające określenie położenia gałek ocznych z rozdzielczością czasową 1 milisekundy (1000Hz) (Ober i wsp., 2009). Metoda badawcza jest nieinwazyjna. Wnioskodawca jest w posiadaniu urządzeń diagnostycznych. Ostateczny dobór urządzenia do badania ruchów gałek ocznych zaplanowano po przeprowadzeniu eksperymentów pilotażowych.

- System diagnostyczny do badania ruchów gałek ocznych przeznaczony jest do wykonywania między innymi badań dynamiki oraz latencji szybkich ruchów gałek ocznych (sakad). System określa położenie gałek ocznych w osi poziomej z wysoką rozdzielczością przestrzenną i czasową, co umożliwia śledzenie i ocenę ruchu gałek ocznych. Bodźce wzrokowe pobudzające układ wzrokowy osoby badanej, są wyświetlane za pomocą miniaturowych projektorów laserowych umieszczonych na płycie czołowej czujnika.

- Zastosowane pobudzenie wzrokowe umożliwia wykonanie różnych testów ruchów szybkich gałek ocznych (sakad). Dla wszystkich testów możliwe jest wybranie liczby wykonywanych prób sakadycznych lub czasu trwania, stosownie do potrzeb badania. Wyniki testu (latencja sakadyczna, czas trwania sakady, prędkość maksymalna oraz uproszczony profil pozycji oka gałki ocznej) zapisywane są w pamięci urządzenia, co umożliwia późniejszą analizę statystyczną. W pamięci urządzenia możliwe jest zapisanie w przybliżeniu wyników 50 testów przy założeniu, iż każdy test zawiera około 100 prób sakadycznych.

- System badania ruchów gałek ocznych umożliwia łatwy i szybki pomiar czasów reakcji sakadycznej w najkrótszym fizjologicznie możliwym czasie (100 ms podczas 5 minut) przy minimalnym wpływie zmęczenia osoby badanej. Pomiar ruchu gałek ocznych jest pełni automatyczny i zsynchronizowany z prezentacją pobudzeń.

W badaniu systemem Saccadometer zaplanowano wykonanie m.in. testów:

Latency test polega na fiksacji wzroku na punkcie świetlnym (wytworzanym przez laser) zmieniającym losowo swe położenie wzdłuż osi horyzontalnej, co 10 stopni. Zaplanowano analizowanie ruchów gałek ocznych w poziomie w zakresie 20 stopni ($\pm 10^\circ$ od centralnej pozycji fiksacji wzroku). W każdym badaniu zaplanowano 10 prób kalibracyjnych i 50 prób właściwego eksperymentu. Osobie badanej zaplanowano prezentację 140 bodźców, przy czym analizę statystyczną przeprowadza się dla 100 odpowiedzi na bodźce.

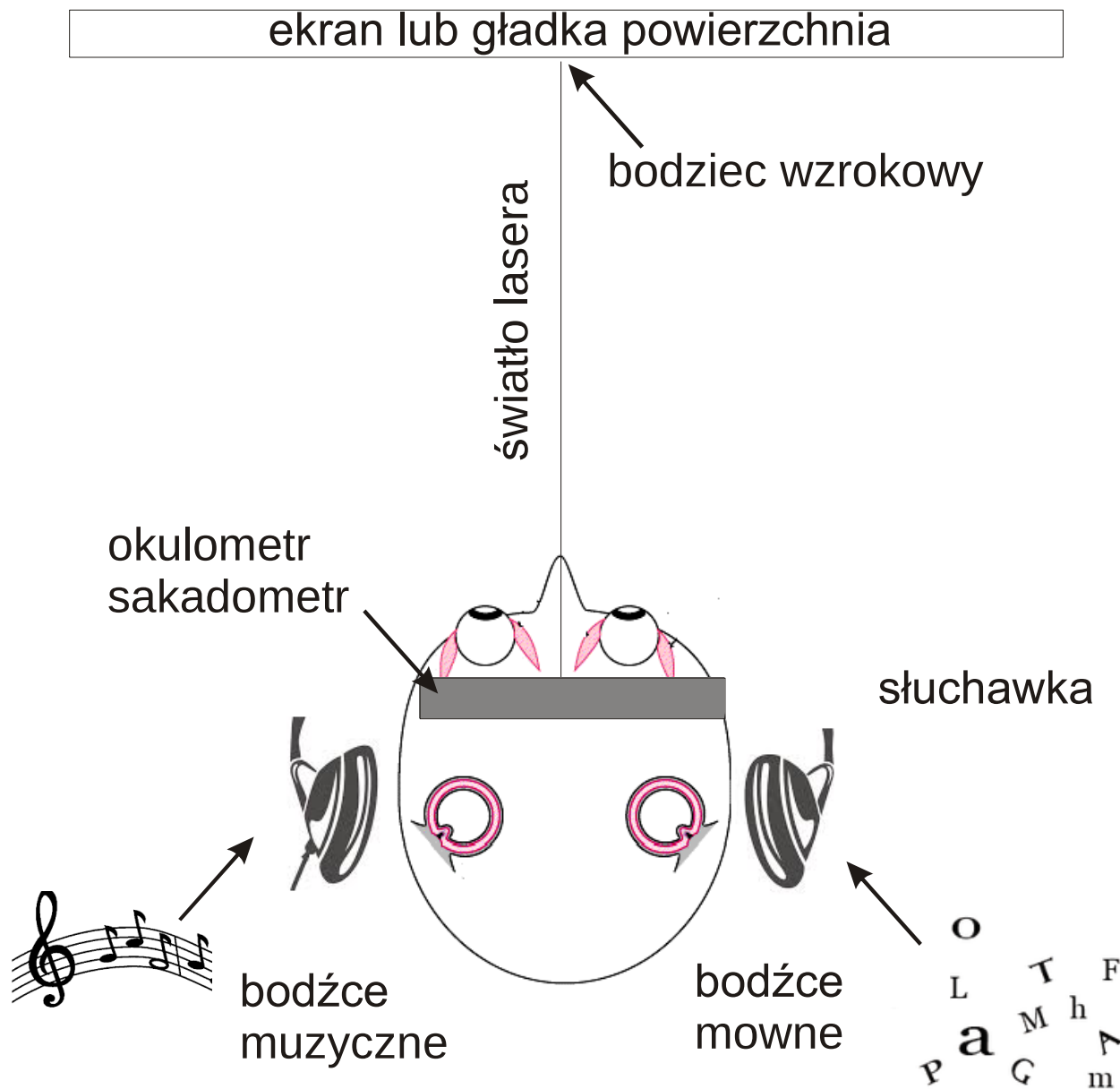
Antisaccades test polega na fiksacji wzroku w przeciwnym kierunku do pojawiającego się bodźca świetlnego. Podobnie jak w Latency test analizowany jest ruch gałek ocznych w poziomie w zakresie 20 stopni ($\pm 10^\circ$ od centralnej pozycji fiksacji wzroku). W każdym badaniu zaplanowano wykonanie 10 prób kalibracyjnych i 50 prób, których wyniki zaplanowano analizować statystycznie. Wyniki badań okulometrycznych mają być analizowane w celu znalezienia zależności pomiędzy funkcjami motorycznymi i poznawczymi oraz emocjonalnymi.

Procedura badania okulometrem Jazz-Novo obejmuje zapis zmian położenia gałek ocznych w linii poziomej i na podstawie tak zbieranego sygnału wyodrębniane są sakady wykonywane w stronę lewą i prawą. Dane surowe sygnału okulometrycznego (położenie gałki ocznej i czas) są wstępnie poddane jakościowej analizie w programie JAZZ Manager, który wylicza następujące parametry refiksacji sakadycznej:

- liczba sakad na sekundę (ang. saccades per second, SPS) – średnia liczba sakad wykonywanych w jednostce czasu obliczona w zadanym oknie czasowym,
- stosunek czasu wykonywania sakad do czasu fiksacji (ang. saccadic time to fixation time ratio, SFR) – stosunek łącznego czasu sakad w oknie czasowym do łącznego czasu fiksacji,
- średni czas fiksacji (ang. mean fixation time, MFT) – średni czas fiksacji w zadanym oknie czasowym,
- średnia amplituda sakad (ang. mean saccadic amplitude, MSA) – średnia amplituda sakad wykonanych w oknie czasowym,
- średnia amplituda fiksacji (ang. mean fixation amplitude, MFA) – średnia amplituda fiksacji w zadanym oknie mean fixation amplitude czasowym,

- integrator czasu fiksacji (ang. mean fixation integrator, FTI) – wartość tego sygnału narasta liniowo podczas fiksacji i spada do zera w momencie zakończenia sakady.

Eksperyment główny - badanie reakcji okulomotorycznej zsynchronizowane z bodźcami dźwiękowymi

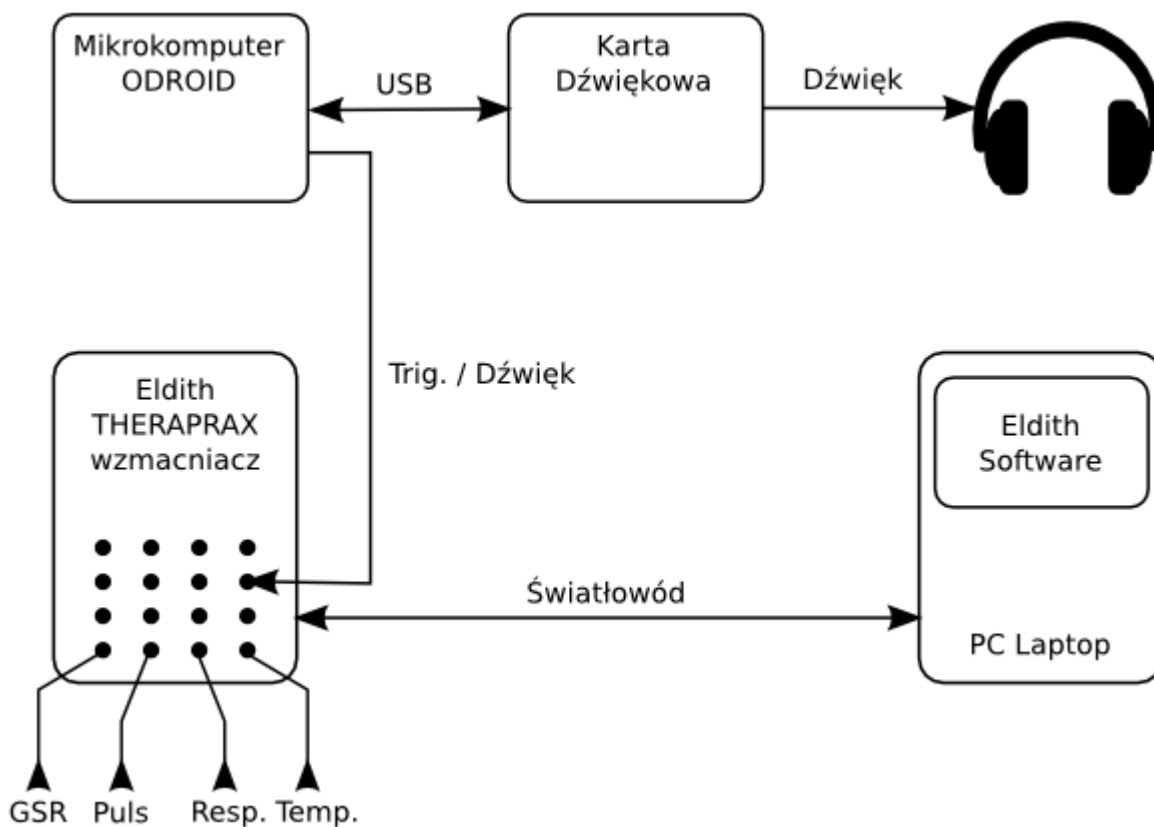


rys. 4 Ogólny schemat eksperymentu głównego.

Zadaniem osoby badanej jest utrzymanie wzroku na bodźcu świetlnym rzutowanym przez laser na gładką powierzchnię - bądź utrzymanie wzroku na punkcie wyświetlanym na ekranie monitora - podczas prezentacji przez słuchawki bodźców słuchowych (mownych bądź muzycznych). Zadaniem osoby badanej jest skupianie uwagi na bodźcu wzrokowym a jednocześnie słuchanie przebiegów muzycznych bądź mownych. Podczas badania zaplanowano zbieranie informacji przez wariograf, pletyzmograf oraz badanie położenia i ruchów gałek ocznych - u części osób badanych zaplanowano zbieranie sygnału elektroencefalograficznego.

Mobilny system akwizycji danych na potrzeby badań terenowych

Zaprojektowano i zestawiono mobilny system (rys. 5) akwizycji odpowiedzi elektro-fizjologicznej na bodźce mowne i muzyczne, którego podstawą jest wzmacniacz THERAPAX firmy Eldith. Wyposażony jest on w dwanaście kanałów EEG i cztery kanały elektro-fizjologiczne: puls (płtzymograf), przewodnictwo skórne (GSR), respiracja (pas oddechowy), temperatura. Pozwala on na zapis sygnałów z częstotliwością 4096Hz. Akwizycja danych jest realizowana przez dedykowane oprogramowanie firmy Eldith zainstalowane na komputerze PC Laptop.



rys. 5 Mobilny system akwizycji odpowiedzi elektro-fizjologicznej na bodźce mowne i muzyczne

Emisja bodźców realizowana jest przez mikrokomputer ARM firmy Odroid. Wyposażony jest on w wewnętrzną oraz zewnętrzną kartę muzyczną. Bodźce wytwarzane są jednocześnie na obu kartach dźwiękowych (za pomocą systemu PulseAudio i stworzonego specjalnie na potrzeby eksperymentu oryginalnego oprogramowania współpracującego z tym systemem). Do wyjścia zewnętrznej karty podłączone są słuchawki przez które badany prezentowane są bodźce (przebiegi muzyczne i przebiegi mowne). Wyjście karty wbudowanej podłączone jest do jednego z wejść EEG wzmacniacza. Pozwala to nagrać rozpoczęcie eksperymentu (generowany

jest sygnał sinusoidalny 10Hz przez 1 sekundę) i prezentowane bodźce co umożliwia ich synchronizację z elektro-fizjologiczną odpowiedzią przy analizie zebranych danych.

Eksperyment przeprowadzono na 127 ochotnikach:

- 76 osób uzależnionych, badania na tej grupie przeprowadzono w Zakładzie Karnym w Bydgoszczy (Fordon),
- 51 osób - grupa kontrolna (m.in. studenci Wydziału Muzykologii Uniwersytetu Adam Mickiewicza w Toruniu oraz Instytutu Filozofii Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy)

Do analizy danych z grupy uzależnionych wybrano 38 przypadków (część danych trzeba było odrzucić z powodów błędów we wczesnej fazie eksperymentów - błędy techniczne, dynamiczne dostosowywanie softwaru z hardwarem).

Stacjonarny system akwizycji danych

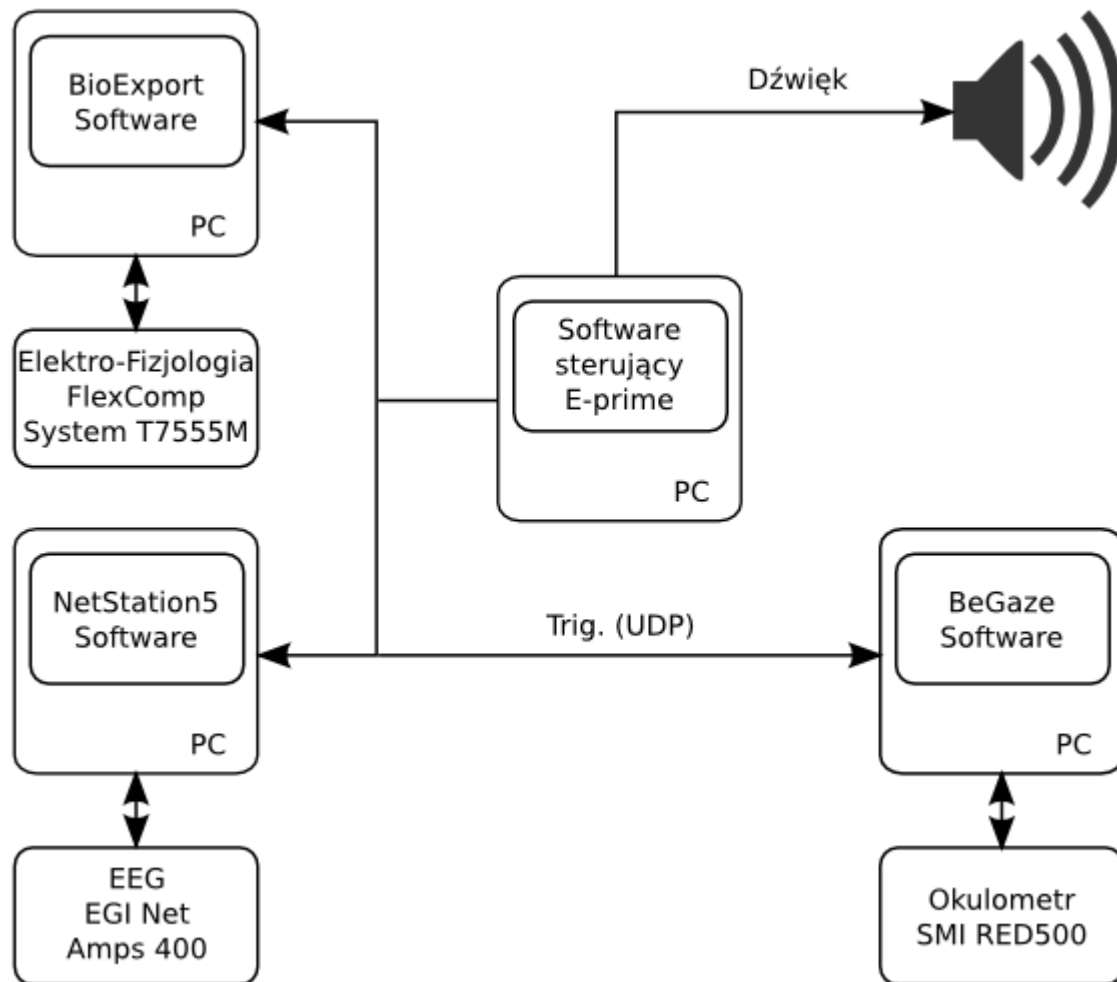
W Wyższej Szkole Ekonomii i Innowacji w Lublinie zestawiono stacjonarny system (rys. 6) akwizycji sygnałów będących odpowiedzią na bodźce mowne i muzyczne. W skład tego systemu wchodzi następujące urządzenia:

- zestaw do elektroencefalografii EGI Net Amps 400 z czepkami HydroCel GSN 256 i oprogramowaniem NetStation 5 pozwalający na 256-kanalowy zapis czynności elektrycznej mózgu w rozdzielczości czasowej 1000Hz,
- zestaw FlexComp System T7555M z oprogramowaniem BioExport Recorder do rejestracji (w rozdzielczości czasowej 2048Hz) funkcji fizjologicznych: puls, przewodnictwo skórne (GSR), respiracja,
- zestaw do okulometrii SMI RED500 z oprogramowaniem BeGaze - zapis aktywności wzrokowej z lokalizacją sakad i fiksacji w rozdzielczości czasowej 500Hz,
- audiometr kliniczny Interacoustics AC40 z oprogramowaniem do testu Hughson-Westlake - przed przystąpieniem do głównej części badań eksperymentalnych każdy z ochotników miał badany słuch.

Eksperyment kontrolowany jest przez komputer sterujący, który wytwarza (za pomocą oprogramowania E-prime) bodźce akustyczne w losowej sekwencji. Informacja o wyzwoleniu danego bodźca jest przesyłana za pomocą sieci ethernet i protokołu UDP do komputerów dokonujących akwizycji sygnałów z danego urządzenia i rejestrowana przez nie (pozwala to synchronizację bodźców z odpowiedzią na nie przy analizie zebranych danych).

Eksperyment przeprowadzono 26 ochotnikach w dwóch grupach:

- grupa kontrolna - 19 osób,
- grupa uzależnionych - 7 osób



rys. 6 Stacjonarny system akwizycji odpowiedzi elektro-fizjologicznej na bodźce mowne i muzyczne

Ograniczenia

- badania można przeprowadzić jedynie w warunkach laboratoryjnych - konieczność stawienia się osoby badanej bezpośrednio w laboratorium
- stosunkowo długi czas przeprowadzania badania
- duża ilość zbieranych danych wymagająca wysoko specjalistycznej wiedzy i zastosowania zaawansowanych metod analizy sygnałów

Kontynuacja badań - plany badawcze na przyszłość

1. Przeprowadzenie eksperymentów na większej liczbie osób.
2. Analiza danych różnymi metodami (liniowymi, nieliniowymi oraz statystycznymi).

BODŹCE MUZYCZNE I MOWNE

Iluzja „speech to song” jako narzędzie tworzenia bodźców do badań porównawczych mowy i muzyki

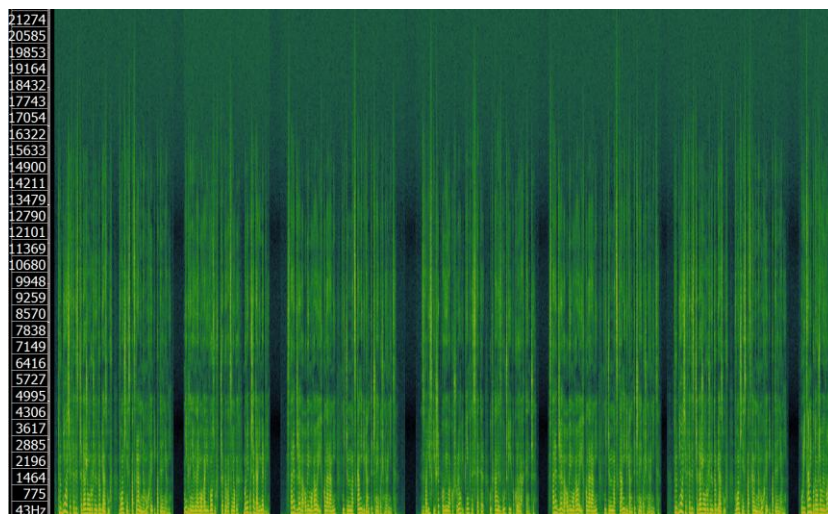
Muzyka i mowa to zjawiska, które pod wieloma względami wykazują podobieństwa, co skłania wielu badaczy do szukania powiązań pomiędzy tymi zjawiskami nie tylko na poziomie strukturalnym (Lerdahl, 2013) czy rozwojowym, ale także neurobiologicznym (Patel, 2008) i filogenetycznym (Brown, 2000). Do komunikacji za pomocą zarówno mowy, jak i muzyki wykorzystujemy ten sam nośnik informacji, jakim jest fala akustyczna oraz tą samą modalność zmysłową, jaką jest słuch. Wprawdzie mowa w odróżnieniu od muzyki jest tylko jedną z możliwych realizacji komunikacji językowej (równie skuteczną formą ekspresji języka naturalnego jest tzw. język migowy, który ma nieakustyczne cechy mowy umożliwiające skuteczną komunikację bez wykorzystywania fali akustycznej), wydaje się jednak, że jest to forma „domyślna” (ang. *default*), dominująca i pierwotna (por. jednak hipotezy pochodzenia mowy z gestów np. Corballis, 1991; 2013). Z perspektywy strukturalnej, mowa i śpiew (wokalna i pierwotniejsza forma muzyki) to jedyne specyficzne dla *Homo sapiens* formy komunikacji wokalne, które stanowią tzw. systemy Humboldta, czyli takie systemy, które operują na zestawie dyskretnych kategorii porządkowanych według reguł ich zestawiania w większe całości (Merker, 2002). Zarówno dyskretnie kategorie mowy (fonemy), jak i muzyki (klasy wysokości dźwięków) oraz reguły ich zestawiania charakteryzują się cechami specyficznymi kulturowo i nabywane są w sposób implicytny na wczesnych etapach ontogenezy człowieka. Wyniki badań neuroobrazowych wskazują ponadto, że niektóre struktury mózgowia aktywne są zarówno podczas przetwarzania mowy, jak i muzyki.

Tym niemniej muzyka i mowa wykazują także istotne różnice. Do najważniejszych z nich należy brak w muzyce charakterystycznej dla języka naturalnego semantyki propozycjonalnej (Lerdahl, 2012; Reybrouck, 2013). Inną ważną różnicą pomiędzy mową a muzyką jest przetwarzanie cech segmentalnych w mowie i muzyce. Pomimo zróżnicowania kulturowego zarówno języków naturalnych jak i systemów muzycznych

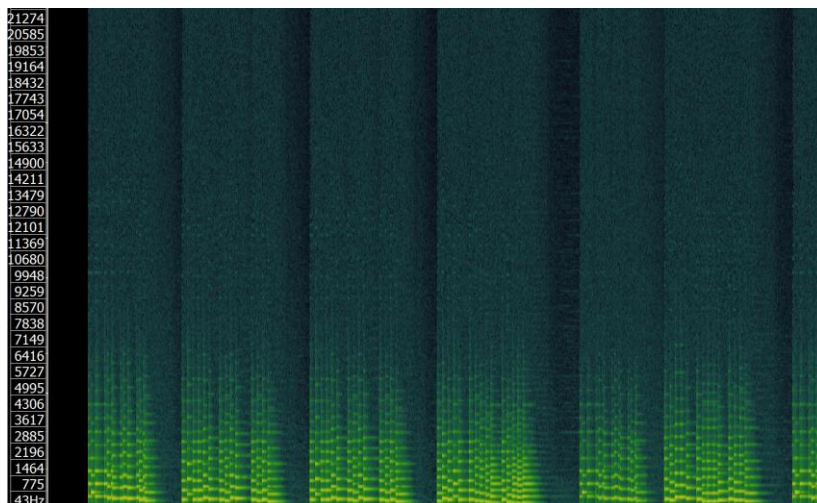
oba te zjawiska charakteryzują się odmiennymi cechami dystynktywnymi swoich segmentów odpowiednio fonemów i dźwięków muzycznych (Bielawski, 1968). Sugeruje to, że układ nerwowy człowieka jest wrażliwy na inne parametry akustyczne podczas interpretacji bodźców dźwiękowych jako przebiegi mowne w porównaniu do interpretacji ich jako przebiegów muzycznych. O ile dla rozpoznawania cech fonematycznych mowy najistotniejsze są cechy spektralno-temporalne bodźca (Shannon et al., 1995; Xu et al., 2005) o tyle dla rozpoznawania struktury muzycznej kluczowa jest częstotliwość tonu podstawowego dźwięku o strukturze harmoniczej F_0 (Stainsby i Cross, 2008) oraz iloczyn (Bielawski, 1968) lub schemat odstępów w czasie pomiędzy następującymi dźwięków (tzw. IOI – *inter onset interval*). Wprawdzie zarówno F_0 jak i iloczyn są niekiedy istotne dla rozpoznawania cech fonematycznych mowy, jak stwierdzono to w językach tonalnych i iloczynowych, ale jak do tej pory nie opisano takich języków, w których wykorzystuje się jako elementy systemu fonologicznego interwały muzyczne lub/i wartości rytmiczne określane na podstawie subiektywnej miary jaką jest puls muzyczny.

Nie oznacza to, że dla percepcji mowy nie są istotne takie cechy jak F_0 czy IOI. Parametry te są jednak szczególnie ważne dla rozpoznawania cech prozodycznych mowy i nie są wówczas interpretowane przez układ nerwowy jako dyskretne kategorie jak w przypadku fonemów czy klas wysokości dźwięku. Uważa się, że składnik prozodyczny mowy należy do starszej filogenetycznie formy komunikacji wokalne obecnej nie tylko u hominidów, ale także u innych naczelnych (Zimmermann i wsp., 2013), podczas gdy mowa artykułowana należy do specyfiki gatunkowej *Homo sapiens* (Chomsky i wsp., 2002). Zaproponowano, że oba te składniki mowy przetwarzane są przez dwa różne systemy neuronalne (Ackermann i wsp., 2014). Ponieważ interpretacja bodźca dźwiękowego przez układ nerwowy w kategoriach cech prozodycznych wydaje się być obecna przynajmniej w części także wówczas, gdy bodziec interpretowany jest jako muzyczny można przypuszczać, że ten rodzaj komunikacji wokalne stanowi wspólną dla mowy i muzyki przedjęzykową formę komunikacji określaną niekiedy mianem muzojęzyka (ang. *musilanguage*) (Brown, 2000). Ponieważ jednak F_0 interpretowana jest zwykle przez układ nerwowy podczas słuchania muzyki w sposób dyskretny jako klasy wysokości dźwięku odróżniające muzykę od mowy, ma to

znaczenie także na wytwarzanie dźwięków w muzyce w taki sposób, że w przebiegach muzycznych wartości F_0 są częściej niezmiennie w porównaniu do mowy, w której wartości F_0 częściej się zmieniają (co nie oznacza, że rozrzut wartości F_0 jest większy w mowie w porównaniu do muzyki) (rycina 1 i 2). Takie zróżnicowanie charakterystyk akustycznych skutkuje tym, że przebieg mowny różni się od przebiegu muzycznego (śpiew, melodia) mniejszą stabilnością częstotliwości tonu podstawowego dźwięków harmoniczných (Zattore i Baum, 2012). Podobnie zjawiska iloczynowe interpretowane są zwykle przez układ nerwowy, podczas percepcji przebiegów muzycznych, jako uporządkowane w określonym metrum, co powoduje, że podczas wykonywania muzyki akcent metryczny podkreślany jest zwykle poprzez zmiany parametrów akustycznych np. natężenia dźwięku. Stwierdzono jednak, że akcent metryczny może być doświadczany także wówczas, gdy cechy jakościowe i ilościowe bodźca akustycznego nie zmieniają się co wskazuje na to, że rozpoznawanie metrum jako cechy przebiegu muzycznego jest związane z bardziej złożonym przetwarzaniem poznawczym w porównaniu do podstawowej percepcji dźwięków (London, 2012; Podlipniak, 2015).



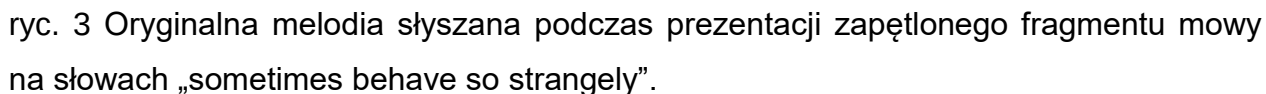
ryc. 1 Spektrogram mowy



ryc. 2 Spektrogram muzyki

Iluzja speech to song

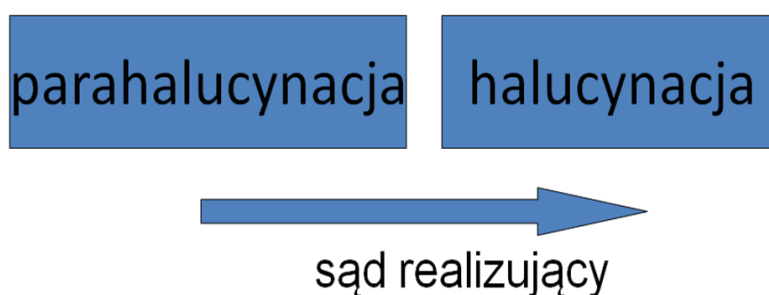
Zaobserwowano, że po spełnieniu pewnych warunków mowa może być interpretowana przez układ nerwowy jako muzyka (Deutsch et al., 2011). Zjawisko to, nazwane mianem iluzji „speech to song” odkryte zostało przez przypadek przez Dianę Deutsch w roku 1995. Stwierdzono, że po wielokrotnym (zapętlnym) przedstawieniu fragmentu mowy: „sometimes behave so strangely” tak zapętlny przebieg mowny po kilku powtórzeniach doświadczany jest przez słuchaczy jako przebieg muzyczny a nie mowny. Oznacza to, że bodziec o tych samych parametrach akustycznych interpretowany jest najpierw jako mowa, a później jako przebieg muzyczny. Co ważne, doświadczana melodia posiada wszystkie istotne cechy struktury muzycznej, także te, które uznawane są tradycyjnie za cechy różniące muzykę od mowy, a mianowicie wyraźne interwały wysokościowe oraz wartości rytmiczne (Zatorre i Baum, 2012). Doświadczane w ten sposób klasy wysokości dźwięków i wartości rytmiczne tworzą prostą melodię tonalną o klarownej strukturze tonalnej i metro-rytmicznej. Doświadczanie muzyczności tak przetwarzanego przebiegu mownego jest na tyle intensywne, że umożliwia osobom posiadającym kompetencje muzyczne zapisać słyszana melodię za pomocą notacji muzycznej (rycina 3) (Deutsch i wsp., 2011).



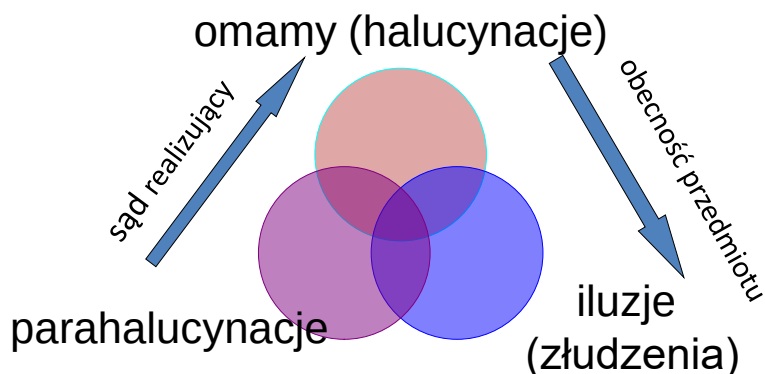
32

Iluzja a halucynacje

Rozpatrywanie zjawiska: Iluzja speech to song - z perspektywy psychiatrycznej mieści się w kategorii postrzegania - czyli całościowego odzwierciedlenia zorganizowanego zespołu cech przedmiotów i zjawisk z otoczenia na podstawie informacji docierających do receptorów i przetwarzanych przez poszczególne struktury układu nerwowego. Postrzeganie wpisuje się w funkcje poznawcze, a treści postrzegane zależą od wiedzy, doświadczenia, stanu emocjonalnego, sprawności układów receptorowych. W psychopatologii do zaburzeń postrzegania wlicza się złudzenia - iluzje, omamy - halucynacje oraz zaburzenia psychosensoryczne. Złudzenie (iluzja) to z perspektywy psychopatologii fałszywe (nieprawidłowe) spostrzeżenie istniejącego przedmiotu lub zjawiska i/lub nieprawidłowa klasyfikacja odebranego bodźca. Na treść złudzenia wpływają emocje (zwłaszcza silne emocje - np. strach), złe warunki postrzegania (np. przy przetwarzaniu bodźców wzrokowych - zmrok a bodźców akustycznych - szum) czy zaburzenia świadomości. Omamy (halucynacje) to zgodnie z definicją psychopatologiczną spostrzeganie nieistniejących przedmiotów i zjawisk. Omamy różnią się od parahalucynacji będących spostrzeżeniami powstającymi bez działania bodźców zewnętrznych i bez wystąpienia tzw. sądu realizującego (występuje krytycyzm) (rycina 4).



ryc. 4 Sąd realizujący jako kryterium rozróżnienia parahalucynacji od halucynacji



ryc. 5 Zależność między psychopatologicznymi objawami zaburzeń postrzegania

Rozpatrując zjawisko nazwane Iluzja speech to song z perspektywy psychopatologii osoby rozpoznające muzyczność w zapętłonym przebiegu mownym nie mają sądu realizującego polegającego na przeświadczeniu, że słyszą muzykę - słuchacze są krytyczni wobec doznawanej muzyczności. Występują też konkretne bodźce akustyczne, które początkowo są postrzegane jako mowa i stopniowo postrzeganie zmienia się na rozpoznawanie przebiegu muzycznego - przy czym wraz z czasem słuchania przebiegu mownego krytycyzm się zmniejsza i zwiększa się po zakończeniu prezentacji przebiegu mownego. Na schemacie (rycina 5) przedstawiono nakrywanie się iluzji, parahalucynacji i halucynacji. Z tej perspektywy można potraktować iluzje i parahalucynacje jako szczególne rodzaje halucynacji (omamów). Ponadto słuchacze opisują swoje doznania jako występowanie muzyki bez muzyki (czyli słyszenie muzyki bez źródła muzyki) - co zbliża to doznanie do parahalucynacji. Zgodnie z poglądami autorów postrzeganie polega na wyborze między alternatywami, których reprezentacje znajdują się w układzie nerwowym. Wybór pomiędzy tymi alternatywami możliwy jest dzięki współdziałaniu motorycznych, emocjonalnych i poznawczych pętli korowo-podkorowych, a halucynacje (zaliczane w psychopatologii do zaburzeń postrzegania) i urojenia (zaliczane w psychopatologii do zaburzeń myślenia) stanowią jedną szerszą kategorię, w skład której na poziomie układu nerwowego wchodzi alternatywne

reprezentacje. Spośród nich wybierane są tylko niektóre podczas realizacji konkretnych funkcji motorycznych, emocjonalnych czy poznawczych. Podczas słuchania zapętlonych zdań postrzeganie semantyczne (poznawcze) zmniejsza się, a zwiększa się postrzeganie emocjonalne, które prowadzi (zgodnie z obserwacjami własnymi) do pojawienia się realizacji motorycznych, powiązanych z postrzeganą muzycznością.

Speech to song jako źródło wytwarzania bodźców

Biorąc pod uwagę podobieństwo mowy i muzyki (Brandt i wsp., 2012) badania dotyczące przetwarzania tych zjawisk mogą być podstawą zrozumienia źródeł powstania tych sposobów komunikacji specyficznych dla *Homo sapiens*, a także specyfiki gatunkowej *Homo sapiens* (Fitch i Jarvis, 2013)*. Przy wykorzystaniu do badań porównawczych bodźców muzycznych i mownych jednym z kluczowych elementów jest kontrola parametrów akustycznych tych bodźców w taki sposób, aby móc przybliżyć się do wyjaśnienia, które z cech bodźca są przetwarzane przez układ nerwowy. Ponieważ jednak zarówno mowa jak i muzyka są zjawiskami poznawczymi sama zmiana parametrów akustycznych nie jest wystarczająca do pełnej kontroli charakteru przedstawianego przebiegu akustycznego. W sytuacji, kiedy prowadzone badania poświęcone są przetwarzaniu mowy i muzyki, jedną z możliwych strategii kontroli bodźców jest wykorzystanie do wytworzenia i wyboru bodźców subiektywnej oceny człowieka. Dla uzyskania podobieństwa bodźców pod względem ich możliwych interpretacji jako mowy i muzyki przydatna może okazać się iluzja „speech to song”. Aby wytworzyć pary bodźców mownych i muzycznych, odpowiadających sobie pod względem możliwych interpretacji wysokości dźwięku zaproponowano, aby w procesie tworzenia bodźców posłużyć się następującą procedurą:

- 1) zaprojektować interesujące z punktu widzenia założonych celów badań frazy językowe (np. gdy celem badań jest poznanie przetwarzania zaburzonych struktur fonotaktycznych należy przygotować frazy z poprawnym i zaburzonym następstwem fonemów);
- 2) dokonać nagrania wypowiedzianych przez lektorów uprzednio zaprojektowanych fraz językowych;

3) podzielić nagrane frazy na dwu/trzy sekundowe fragmenty i z każdego z nich stworzyć trwające około 30/40 sekund pętle złożone z około 10/12 tych samych fragmentów poprzedzielanych trwającymi 2300 milisekund pauzami ciszy;

* tekst tego podrozdziału zaakceptowano jako artykuł w czasopiśmie Episteme

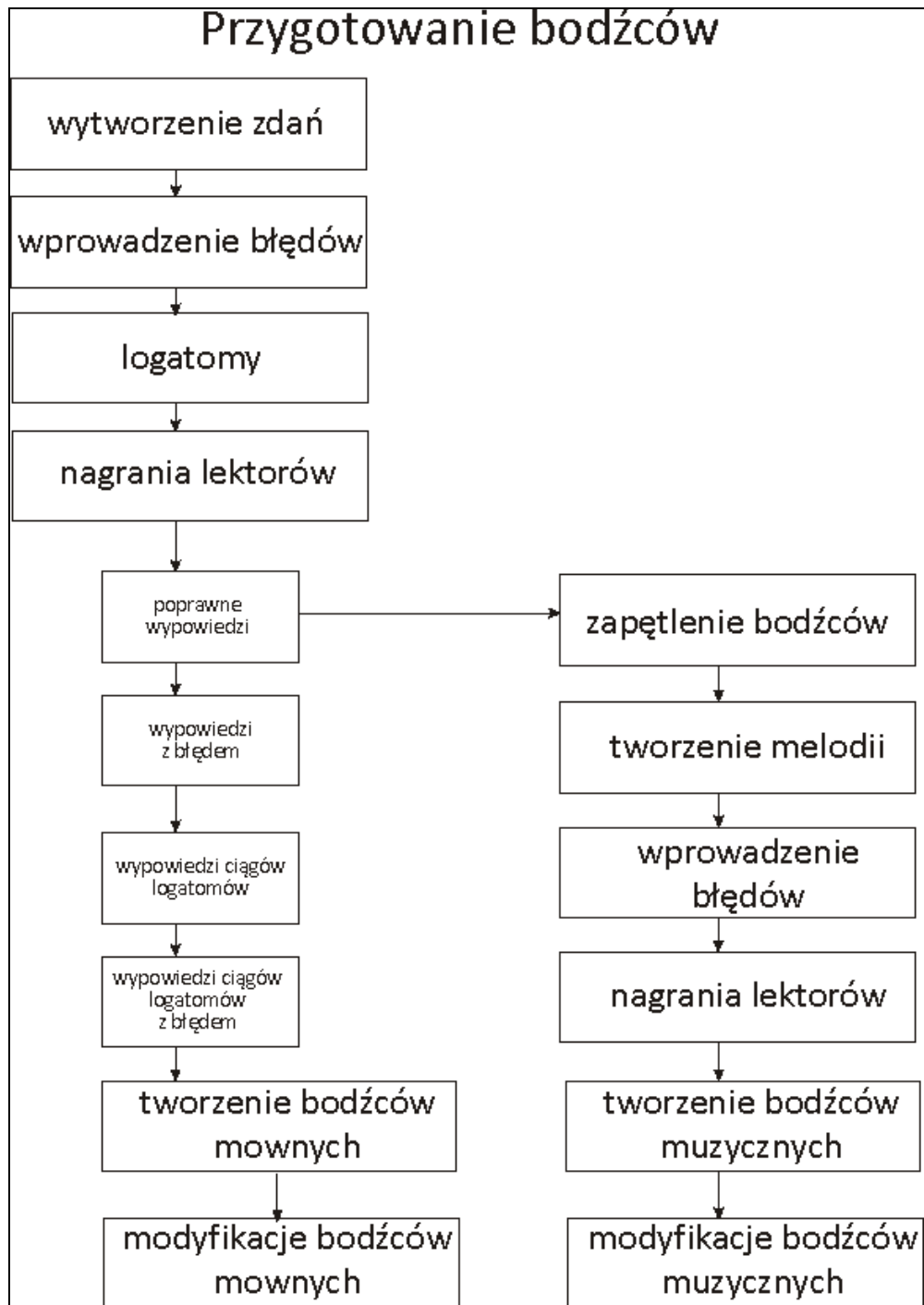
4) wysłuchać tak przygotowanych pętli w celu doświadczenia iluzji śpiewu i zapisać doświadczone melodie za pomocą notacji muzycznej;

5) w zależności od założonych celów badań dokonać nagrania bądź wytworzenia za pomocą programu komputerowego zapisanych wcześniej melodii.

Tak przygotowane bodźce – nagrane fragmenty wypowiedzi lektorów oraz nagrane lub wytworzone melodie – stanowić ma odpowiadający sobie pod względem cech prozodycznych (w sensie poznawczym) materiał porównawczy.

Prace nad przygotowaniem bodźców muzycznych i mownych przeznaczonych do badań rozpoczęły się od powołania zespołu odpowiedzialnego za przygotowanie wspomnianych bodźców, w skład którego weszli lekarz psychiatra i biolog molekularny, językoznawcy, muzykolodzy, akustycy i psychologowie. Pierwszy etapem prac to przygotowanie poprawnych pod względem fonotaktycznym i neutralnych emocjonalnie zdań w języku polskim. Przygotowano 15 zdań stanowiących podstawę dla planowanych do nagrania wypowiedzi. Na podstawie 15 poprawnych zdań przygotowano 15 zdań z błędem fonotaktycznym umiejscowionym w około 2/3 długości każdego zdania oraz dwa rodzaje przebiegów logatomowych – poprawnych pod względem fonotaktycznym oraz z błędem fonotaktycznym. Błędy fonotaktyczne przygotowano na podstawie dostępnych analiz statystycznych częstości występowania następstw fonemów w języku polskim w taki sposób, aby zaburzenie fonotaktyczne miało charakter następstwa fonemów możliwie niewystępujący w języku polskim. Kolejny etap prac wykonano przez lektorów, dla których zadanie to przeczytanie 30 zdań (15 poprawnych oraz 15 z błędem fonotaktycznym) celem dokonania nagrania tych wypowiedzi. Przygotowano kilka wersji wypowiedzi różniących się tembrem głosu oraz cechami fonetycznymi specyficznymi dla płci. Lektorzy otrzymali przed nagraniem zapisane zdania oraz przebiegi logatomowe w celu zapoznania się z materiałem

przeznaczonym do nagrań tak, aby usprawnić prace w studio nagraniowym. Następnie zaproszono lektorów do wykonania nagrania. Nagrania prowadzono w laboratorium psycholingwistycznym UAM na Wydziale Neofilologii.



rys. 7 Ogólny schemat tworzenia bodźców.

Kolejnym etapem prac było przygotowanie na podstawie nagranych wypowiedzi analogicznych do już nagranych bodźców mownych bodźców logatomowych. Oprócz planowanych do wykorzystania jako bodźce fragmentów dzieł muzycznych Mozarta, Beethovena itd. ustalono, że wytworzone zostaną także bodźce muzyczne składające się z pojedynczych melodii. Zarówno bodźce logatomowe jak i muzyczne przygotowano w taki sposób, aby odpowiadały konturem melodycznym/intonacyjnym nagrany wcześniej bodźcom mownym bez błędu fonotaktycznego. W celu przygotowania bodźców muzycznych posłużono się tak zwaną iluzją „speech to song” (Deutsch i współ., 2008), która polega na zmianie interpretacji poznawczej słuchanego bodźca z mowy na muzykę. Aby uzyskać iluzję dokonano przetworzenia nagranych materiału w programie akustycznym, polegającego na zapętlaniu fragmentów wypowiedzi w składające się z około dziesięciu powtórzeń tych fragmentów pętli. Tak przygotowane pętli następnie odsłuchiwało wielokrotnie przez osobę (profesjonalistę muzyka), która na podstawie subiektywnie doświadczanej iluzji melodii zapisała 15 poprawnych pod względem reguł organizacji tonalnej melodii we współczesnej notacji muzycznej. W tak powstałych melodiach dokonano następnie modyfikacji polegającej na zaburzeniu przebiegu tonalnego w około 2/3 trzecich czasu trwania każdej melodii analogicznie do błędu fonotaktycznego w nagranych wcześniej wypowiedziach. Zaburzenie tonalne osiągnięto poprzez zamianę pojedynczej klasy wysokości dźwięku (dźwięku diatonicznego) na klasę wysokości niezgodną z regułami tonalnymi (tzw. dźwięk obcy).

Oceny poprawności użytego dźwięku dokonano na podstawie dostępnych danych statystycznych częstości występowania w zachodniej muzyce tonalnej określonych następstw interwałów muzycznych. Na tej podstawie przygotowano 15 melodii z błędem tonalnym. Także przebiegi logatomowe przygotowano w dwóch wersjach tj. jednej, w której sylaby poprawnego zdania zastąpiono logatomami (15 przebiegów) oraz drugiej, w której w 2/3 długości przebiegu złożonego z logatomów wprowadzono błąd fonotaktyczny (analogiczny do zastosowanego w bodźcach mownych) w jednym z logatomów (także 15 przebiegów). Tak przygotowany materiał muzyczny i logatomowy otrzymali lektorzy, którzy w drugim etapie nagrań śpiewali przygotowane melodie (wszystkie dźwięki śpiewane były za pomocą sylaby „la”) oraz czytali sekwencje logatomowe. Nagranie obu rodzajów bodźców trwało około trzech godzin dla każdego

lektora. Przygotowane melodie zapisano ponadto w edytorze zapisu nutowego i na tej podstawie sporządzone zostały pliki MIDI z 30 melodiami (15 poprawnych oraz 15 z błędem tonalnym). W plikach MIDI zastosowano próbki oryginalnych głosów lektorów. Dodatkowo sporządzono pliki MIDI z wykorzystaniem barwy fortepianu w celu porównania ich pod względem subiektywnego odczucia naturalności z plikami, w których zastosowano sample głosów lektorów tak. Dodatkowo, jako bodziec kontrolny, przygotowano pliki MIDI, w których w miejscu błędu tonalnego wprowadzono zmianę barwy dźwięku pozostawiając nienaruszone (poprawne) relacje tonalne. Także na podstawie nagrań wypowiedzi przygotowano za pomocą programu do edycji nagrań audio kompletne bodźce przeznaczone do prezentacji podczas planowanych badań.

SZCZEGÓŁOWY OPIS BODŹCÓW:

Bodźce muzyczne:

Melodie poprawne tonalnie, z zaburzoną tonalnością oraz ze zmianą barwy (widma dźwięku)

Ogólne założenia i uwarunkowania

Struktura muzyki tonalnej traktowana jest często jako zjawisko porównywalne do gramatyki języka naturalnego (Lerdahl i Jackendoff, 1983) lub fonotaktyki mowy (Lerdahl, 2013). Podobnie jak w strukturze gramatycznej (Chomsky, 1982) mowy także w strukturze muzyki tonalnej wskazać można na hierarchiczną organizację dyskretnych elementów (Merker, 2003), z których tworzone są sekwencje dźwięków. Struktura tonalna muzyki podobna jest natomiast do fonotaktyki mowy przede wszystkim w tym, że w obu wypadkach istotną rolę w percepcji owych struktur odgrywa nieświadoma analiza rozkładu statystycznego występowania percepcyjnie uchwytnych, dyskretnych elementów danych systemów – fonemów (w przypadku wypowiedzi) oraz klas wysokości dźwięku (w przypadku melodii). Tonalność muzyczna to cecha przebiegu muzycznego polegająca na zróżnicowanej istotności poszczególnych klas wysokości dźwięku charakterystycznych dla stopni skali (oraz ewentualnie tzw. dźwięków obcych), z której zbudowany jest dany przebieg muzyczny. Podobnie jak w przypadku gramatyki i fonotaktyki, różnicowanie to przetwarzane jest na poziomie poznawczym (Huron, 2006)

i zależy od kontekstu, w jakim poszczególne stopnie skali występują w przebiegu muzycznym (Krumhansl, 1990). Oznacza to, że dźwięki o tych samych częstotliwościach mogą mieć różne wagi (pełnić różne funkcje tonalne) w zależności od tego, w sąsiedztwie jakich innych dźwięków występują podczas danego przebiegu muzycznego. Zwykle jeden ze stopni skali traktowany jest jako najważniejszy (tonika) (Snyder, 2000). Tonika wraz z innymi stopniami skali tworzy hierarchię tonalną (Krumhansl i Cuddy, 2010). Dodatkowo, rozpoznawanie poszczególnych klas wysokości dźwięku tworzących hierarchię tonalną wiąże się ze specyficznym doświadczeniem emocjonalnym. Doświadczenie emocjonalne każdego ze stopni skali określane jest często mianem *qualiów* tonalnych (Huron, 2006; Margulis, 2014).

W hierarchicznej organizacji muzyki są klasy wysokości dźwięków (Rakowski, 1997). Ze względu na to, że muzyka tonalna ma skończony zbiór dyskretnych niepodzielnych kategorii poznawczych (klas wysokości dźwięku) porządkowanych według określonych reguł muzyka traktowana jest jako systemy fonologiczny (Bielawski, 1968; Rakowski, 1997, 1998; Berent, 2013). Do rozpoznawania relacji syntaktycznych w muzycznym systemie fonologicznym konieczne jest przewidywanie percypowanych dźwięków. Jednym z ważnych elementów rozpoznawania relacji tonalnych jest zatem spełnianie i niespełnianie oczekiwań, które wywołuje reakcje emocjonalne (Huron, 2006).

Jak ustalono, emocjonalna ocena muzyki zależy od dynamicznego współdziałania wielu hierarchicznie zorganizowanych struktur mózgu; tworzących sieci w ośrodkowym układzie nerwowym, w tym: (1) podstawnych struktur przodomózgowia, które przetwarzają informacje dotyczące napędu oraz biologicznych korzyści, (2) regionów układu limbicznego związanych ze stanami emocjonalnymi, (3) kory skroniowo-ciemieniowej, która związana jest z przetwarzaniem właściwości spektralnych i temporalnych muzyki, (4) przyśrodkowych struktur skroniowych wspomagających pamięć epizodyczną i (5) obszarów kory przedczołowej, które pośredniczą w przewidywaniu zdarzeń i rozpoznawaniu procesów społecznych (Huron, 2006; Downey i wsp., 2013; Juslin, 2013; Koelsch 2013; Salimpoor i wsp., 2013; Zatorre i Salimpoor, 2013; Mas-Herrero i wsp., 2014). Przewidywanie klas wysokości dźwięku dla tonalnych przebiegów muzycznych związane jest więc z wywoływaniem

specyficznych emocji (Meyer, 1956; Krumhansl, 1990; Huron, 2006; Krumhansl i Cuddy, 2010). Emocje te określane są opisowo jako napięcia i odprężenia tonalne, a ich różne odmiany decydują o przypisywaniu poszczególnym stopniom skali muzycznej odmiennych jakości poznawczych – qualiów (Huron, 2006; Margulis, 2014). Zróżnicowanie to ma postać przechowywanej w pamięci długotrwałej hierarchii tonalnej, która nabywana jest przez ludzi za pomocą tzw. uczenia się statystycznego (ang. statistical learning) częstości występowania poszczególnych stopni skali w odbieranych przebiegach muzycznych (Krumhansl, 1990; Huron, 2006). Różna częstość występowania poszczególnych stopni skali muzycznej w określonych kontekstach, która odbierana jest podczas słuchania muzyki podczas życia określonej osoby skutkuje zróżnicowanym prawdopodobieństwem występowania danego stopnia skali podczas przewidywania kolejnego słuchanego przebiegu muzycznego.

Projekt badania eksperymentalnego wymaga posłużenia się trzema kategoriami bodźców muzycznych (obok bodźców mownych)

- melodie poprawne tonalnie (MP)
- melodie z zaburzeniem tonalnym (MZ)
- melodie kontrolne - poprawne tonalnie ze zmienioną barwą jednego dźwięku (MK)

Uznano, że melodie do wszystkich kategorii bodźców (MP, MZ, MK) zostaną przygotowane na podstawie zapisów nutowych wytworzonych (skomponowanych) melodii na podstawie zapętlonych nagrań wypowiedzi odpowiednich bodźców mownych (patrz poniżej p. II Bodźce mowne).

Przygotowanie bodźców muzycznych

W celu wytworzenia bodźców muzycznych przygotowano najpierw zapętlone fragmenty wypowiedzi (bodźców mownych) osobne dla każdego mówcy i każdego poprawnego bodźca mownego. Spośród każdych 15 bodźców mownych wybrano 12 bodźców wzorcowych dla każdego lektora. W dalszej kolejności, na podstawie odsłuchu pętli bodźców mownych, skomponowano 72 melodie (6 x 12) odpowiadające danym bodźcom mownym oraz wytworzono zapisy nutowe tych melodii.



rys. 8 Przykładowa melodia poprawna tonalnie (MP).

Ponieważ skutek doświadczania iluzji *speech to song* wyobrażona melodia ma cechy poprawnego tonalnie przebiegu dźwiękowego, wytworzone melodie reprezentują melodie poprawne tonalnie (MP). W celu wytworzenia bodźców z zaburzoną tonalnością dokonano zmiany jednego z dźwięków na taki, który stanowi błąd tonalny. Błąd tonalny wprowadzony do melodii ma charakter bardzo nieprzewidywalnej (statystycznie niezwykle rzadko występującej) następstwa klasy wysokości dźwięku w porównaniu z innymi następstwami) w danym kontekście klasy wysokości dźwięku (tzw. dźwięk obcy) co według współczesnej wiedzy z zakresu psychologii muzyki jest zjawiskiem łatwo rozpoznawalnym także przez laików muzycznych (Peretz, 2002). Takie rzadkie następstwo traktowane jest jako zaburzenie tonalne i zjawisko porównywalne z błędem syntaktycznym w mowie.



rys. 9 Przykładowa melodia z zaburzoną tonalnością (MZ).

Wszystkie melodie mają długość od czterech do ośmiu taktów a bezwzględny czas trwania bodźca waha się pomiędzy 6 a 9 sekundami. Błąd tonalny wprowadzony został we wszystkich melodiach w analogicznych miejscach jak błąd fonotaktyczny w odpowiednich bodźcach mownych. Dokładne uzgodnienie czasu wystąpienia błędu pomiędzy bodźcami muzycznymi i mownymi z dokładnością do mniej niż 100 milisekund jest zadaniem praktycznie niewykonalnym z uwagi na specyfikę czasu wystąpienia elementów dyskretnych w bodźcach mownych i muzycznych, które uzależnione są w obu przypadkach od naturalnego następstwa fonemów w mowie i dźwięków w przebiegu muzycznym. Uznano, że próby precyzyjnego dostosowania miejsca błędu pomiędzy bodźcami mownymi a muzycznymi może skutkować wrażeniem nienaturalności, co mogłoby w istotny sposób wpłynąć na reakcje osób badanych. Z tej też przyczyny błędy tonalne i błędy fonotaktyczne wprowadzone zostały w bodźcach w około 2/3 długości bodźca a nie w precyzyjnie tym samym momencie trwania bodźców.

Ostatnim rodzajem bodźca muzycznego jest melodia kontrolna (MK), która jest poprawną pod względem tonalnym przebiegiem muzycznym, ale ze zmienioną barwą jednego dźwięku. Uznano, że bodziec ten konieczny jest dla wykluczenia interpretacji wyników badań, w których za przyczynę ewentualnie zaobserwowanej reakcji osób badanych można byłoby uznać reakcję na dowolnie postrzeżoną zmianę bodźca (w tym wypadku zmianę barwy) a nie zmianę o charakterze syntaktycznym.

Bodźce mowne:

Wypowiedzi poprawne, zaburzone fonotaktycznie, logatomowe oraz logatomowe z zaburzeniem fonotaktycznym

Ogólne założenia i uwarunkowania

Poniżej przedstawiono proces przygotowania zestawu bodźców akustycznych do badań eksperymentalnych nad percepcją zaburzeń fonotaktycznych.

Przez zaburzenie fonotaktyczne rozumie się sytuację, w której pojawia się taka sekwencja dźwięków, której nie dopuszczają zasady fonotaktyki danego języka. W praktyce jednak należałoby tutaj mówić raczej o stopniowalnej akceptowalności pewnych zestawień. Chociaż stosunkowo często odnosi się reguły fonotaktyczne do dwóch sąsiadujących dźwięków mowy (fonów, będących realizacjami fonemów), to zasady te obejmują również większe sekwencje i szersze uwarunkowania kontekstowe.

Fonotaktyka języka naturalnego jest niezwykle złożona, do czego przyczyniają się m.in. następujące fakty:

- zapożyczenia, kontaminacje, i inne zjawiska wprowadzają do języka w trybie ciągłym elementy, które w różnym stopniu poddają się “pierwotnej” fonotaktyce danego języka czy też raczej jej obecnej wersji (np. osoby uczące się angielskiego jako L2 mają niekiedy tendencję do utrzymywania dźwięczności spółgłosek wygłosowych w języku polskim pod wpływem silnego transferu tej zasady z angielszczyzny).
- lokalne odmiany języka mogą różnić się na poziomie fonotaktycznym m.in. pod względem dopasowania w sekwencjach segmentów. W poznańskiej odmianie polszczyzny dochodzi często do udźwięcznień /należⁿⁱci/, często nie wynikających nawet wprost z sąsiedztwa spółgłoskowego w pisowni /xuz^zda^fka/;
- aby ocenić prawdopodobieństwo sąsiedztwa danych dwóch segmentów, często potrzebny jest szerszy kontekst - w zasadzie powinno się raczej mówić o prawdopodobieństwie sekwencji segmentów;
- Zarówno w tworzeniu wypowiedzi z nietypowymi sekwencjami, jak i w ich percepcji, trudno wykluczyć wariację indywidualną

Łącząc te fakty ze złożonością wypowiedzi językowych, która wynika z innych czynników

- a. na poziomie fonologicznym (abstrakcyjnym, “systemowym”) i fonetycznym (realizacyjnym): zjawiska na poziomie międzysegmentalnym i ponadsegmentalnym, a zatem m.in. upodobnienia, epenteza, wpływ prozodii na sposób realizacji akcentu, itd.) oraz
- b. na poziomie leksykalno-składniowym (dobór jednostek leksykalnych i ich rozmieszczenie w wypowiedzi),

łatwo przewidzieć, że opracowanie procedur badawczych oraz odpowiednich bodźców do badań percepcyjnych w tym zakresie stanowi poważne wyzwanie.

Projekt badania eksperymentalnego wymaga posłużenia się czterema kategoriami bodźców mownych (obok bodźców muzycznych).

- wypowiedzi poprawne (WP);
- wypowiedzi z zaburzeniem fonotaktycznym (WZ);
- sekwencje logatomów odpowiadające wypowiedziom poprawnym (LP);
- sekwencje logatomów z zaburzeniem, odpowiadające wypowiedziom z zaburzeniem fonotaktycznym (LZ).

Uznano, że wypowiedzi do wszystkich kategorii bodźców (WP, WZ, LP, LZ) zostaną zarejestrowane przez mówców w warunkach laboratoryjnych. Założono wprawdzie, że niektóre kategorie bodźców zostaną potem utworzone na drodze edycji i syntezy, lecz wgląd w problemy artykulacyjne mówców oraz sposoby artykulacji fragmentów z wprowadzonym zaburzeniem fonotaktycznym pozwala na lepsze przygotowanie materiału bodźcowego, jak i wnikliwsze interpretacje wyników.

Przygotowanie bodźców mownych

Rozmiar i budowa bodźca typu WP

Przyjęto, że bodźce mowne zostaną zaprojektowane jako wypowiedzi złożone z około 30 sylab. Po przygotowaniu i ocenie nadmiarowego zbioru wypowiedzi ostatecznie zdecydowano o utrzymaniu długości bodźca równej 27 sylab. Czasy realizacji takich wypowiedzi przez różnych mówców mogą się znacznie różnić w skrajnych przypadkach (świadome i nieświadome składniki sposobu czytania). Na podstawie pilotażu stwierdzono, że czasy czytania wypowiedzi wahają się w granicach od około 4 do około 7 sekund.

Aby uniknąć efektu przyzwyczajania do struktury bodźca oraz abstrahować od potencjalnego wpływu tej struktury na wynik (sposób percepcji zaburzenia), wypowiedzi zostały zbudowane zgodnie ze stosunkowo ogólnymi regułami, różniąc się przy tym zawartością semantyczną, strukturą składniową oraz użytym słownictwem. Cechy budowy wypowiedzi w pewnym stopniu wpływają na sposób ich czytania (w tym strukturę prozodyczną). Poniżej (Tabela 1) przedstawiono listę wypowiedzi typu WP. W wyrazach pogrubionych lokalizowano później zaburzenia fonotaktyczne.

tab. 1 Zestawienie bodźców WP.

1	ulicami podążały wolno tłumy kolorowo ubranych obywateli stolicy
2	to mogła być przecież każda inna podobna do tamtej paczka pozostawiona dziś na progu
3	do dzisiaj wspomina często u nich widok tamtego zapiecka w starej ciasnej chacie rodziców
4	do tej pory nigdy nie wynajmowali wozów przeprowadzkowych bo nie posiadali mebli
5	idąc wzdłuż plaży czuła ciągle tamten dziwnie pachnący palmowy olej z małej smażalni ryb
6	stare drzewa obejmowały ich konarami niczym mackami gigantycznej ośmiornicy
7	choć widział wiele w swoim długim życiu to taka bandera okrętu go zaskoczyła
8	od wielu lat codziennie przechodził spokojnie przez stary parkowy most nad zarośniętym stawem
9	trudniła się wtedy sprzedażą różnych drobiazgów włącznie z packami na muchy i patelniami
10	skrzat sam palił powoli fajkę i rozmyślał siedząc na pieńkowym tronie pośrodku polany
11	z walizki szybko wyjęła koszulę i piękny sweter utkany z włóczki o kolorach tęczy
12	dzieci na placu zabaw wspinały się po linach jak małpy po lianach tropikalnej dżungli
13	nigdy nie miała okazji kupić takiego lekkiego pasztetu warzywnego ani sosu
14	zawsze cierpliwie czekali aż w końcu pojawią się tam kasztany , żółędzie i piękne liście
15	sama nie miała nic ale zawsze mogła się zająć zabawkami swoich dobrych koleżanek

Lokalizacja i charakter zaburzenia

Założono, że zaburzenie fonotaktyczne pojawi się w około $\frac{2}{3}$ długości wypowiedzi. Ostatecznie ustalono, że zostanie wprowadzone na sylabach 17/18 i obejmie sylabę akcentowaną (jedna z dwóch będzie sylabą akcentowaną). W przygotowanym zestawie 15 wypowiedzi w większości przypadków akcent padał na drugą sylabę kluczowej pary, jedynie w trzech na pierwszą (2, 3, 12). Trudno z góry przewidzieć, czy będzie to miało znaczenie dla percepcji zaburzenia. Należy odnotować, że przygotowane wstępnie wypowiedzi były kilku-kilkunastokrotnie adjustowane, aby – utrzymując akceptowalne znaczenie i strukturę

- (a) ujednolicić ich długość mierzoną w sylabach,
- (b) doprowadzić do sytuacji, w której będzie możliwe wprowadzenie zaburzenia w odpowiednim miejscu wypowiedzi (co obejmuje odpowiednią budowę kluczowego wyrazu, jak i jego otoczenia)

Bodźce WZ (i typy wprowadzonych zaburzeń)

Na wstępie należy podkreślić, że stworzenie całkowicie homogenicznego zestawu bodźców, tj. posiadających podobną budowę, znaczenie, wartość emocjonalną, podobny typ zaburzenia w podobnym lub identycznym miejscu, nie jest w praktyce niemożliwe. Realna siła zaburzenia pozostaje trudna do określenia, mimo prób stosowania zobiektywizowanych miar (np. kalkulator fonotaktyczny, (Dziubalska-Kołaczyk i Krynicki, 2007; Dziubalska-Kołaczyk i wsp., 2014). Zależy bowiem od zbyt wielu czynników. Warto odnotować, że te same sekwencje spółgłoskowe mogą być odbierane jako „nietypowe”, czy „dziwnie” lub „nienaturalnie” wewnątrz wyrazu, natomiast na połączeniu wyrazów mogą wydać się bardziej akceptowalne. Z drugiej strony, identyfikacja granic wyrazów w wypowiedzi może nie być natychmiastowa i wymagać np. powrotu do przetwarzania jej błędnie parsowanej części.

W poniższej tabeli przedstawiono zestaw wypowiedzi z wprowadzonymi zaburzeniami fonotaktycznymi. Bodźce są zapisane w podziale na sylaby. Wprowadzone zaburzenie ma charakter międzysylabowy w tym sensie, że dochodzi do niego na granicy sylab, między ostatnim segmentem pierwszej, a pierwszym drugiej. Miejsce zaburzenia sygnalizuje czerwona czcionka. Żółte tło oznacza cały wyraz, w którym wprowadzono zaburzenie - najczęściej trzysylabowy.

W kolumnie z numerami bodźców kolorem czerwonym oznaczono te, w których zaburzenie zostało uznane przez kalkulator fonotaktyczny za „zbitkę niepreferowaną” (1,2,4,6,9,10,11,12). Warto jednak odnotować, że w szeregu przypadków, które potencjalnie nie prowadzą do dużego dystansu fonetycznego (traktowanego wielowymiarowo), mogą powstawać zbitki, których prawdopodobieństwo zaistnienia

w języku polskim jest nikłe ze względu na tendencję upodobnienia. Należą do nich połączenia spółgłoski dźwięcznej z bezdźwięczną, w których w naturalny sposób dochodzi do upodobnienia w wymiarze dźwięczności, np. łódka - /wutka/, nie /wudka/, jabłko /japko/, nie /jabko/, zabawka - /zabafka/, nie /zabavka/ (bodźce 7, 13, 14, 15 - kolor pomarańczowy). „Nienaturalność” tych zestawień została potwierdzona w czasie nagrań - przeczytanie ich przez mówców z zachowaniem dźwięczności/bezdźwięczności przylegających segmentów wymagało często kilkunastu prób i specyficznych technik artykulacji. Pozostałe trzy zbitki uznano za mało prawdopodobne / tsx/, /lr/, /xk/, uznano za przykłady zbitek ocenianych jako przez kalkulator fonotaktyczny jako „preferowane”, lecz faktycznie rzadko występujące, co potwierdzono na własnym korpusie polszczyzny mówionej. Wskazano na trzy podejścia do wprowadzania zaburzeń, lecz trudno mówić tutaj o trzech kategoriach zaburzeń, gdyż leżące u ich podstaw zjawiska nie są jasne.

tab. 2 Zestawienie wypowiedzi z wprowadzonym zaburzeniem fonotaktycznym.

1	u	li	ca	mi	po	dą	ża	ły	wo	l	no	tłu	my	ko	lo	ro	wo	ub	ńa	h	nyc	o	by	wa	te	li	sto	li	cy		
2	to	mo	gła	być	prze	cież	każ	da	in	na	po	do	bn	a	do	tam	tej	pacz	ra	po	zos	ta	wi	o	na	dzi	ś	na	pro	gu	
3	do	dzi	siaj	wspo	mi	na	częs	to	u	nich	wi	dok	ta	m	te	go	za	piec	a	ch	wst	a	rej	cias	nej	cha	cie	ro	dzi	ców	
4	do	tej	po	ry	nig	dy	nie	wy	naj	mo	wa	li	wo	zów	prze	pro	wad	z	ńo	h	wyc	bo	nie	po	sia	da	li	me	bli		
5	i	dąc	wzd	ł	pl	ży	czu	ła	ci	gle	tam	ten	w	nie	h	n	cy	pal	ro	wy	o	lej	zm	a	tej	sm	a	ża	ni	ryb	
6	sta	re	drze	wa	o	bej	mo	wa	ły	ich	ko	na	ra	mi	ni	czy	m	mac	a	dz	mi	gi	gan	tyc	z	nej	o	śmio	r	ni	cy
7	cho	cia	ż	wi	dział	wie	le	w	sw	o	im	dłu	gim	ży	ciu	to	ta	ka	baś	de	ra	o	kr	tu	go	zas	ko	czy	ła		
8	od	wi	e	łu	lat	co	n	nie	prze	ch	o	dził	spo	koj	nie	z	sta	ry	pac	h	ko	wy	most	nad	za	ro	śni	ę	tym	sta	m
9	tru	dni	ła	się	wt	e	dy	sprze	da	ż	róż	h	dro	z	gów	wł	z	nie	z	pac	ra	mi	na	mu	chy	i	pa	tel	nia	mi	
10	skrz	sa	m	pa	lił	po	wo	li	faj	kę	i	roz	my	ślał	się	dz	na	pień	o	dz	wy	m	tro	nie	na	śro	ku	po	ła	ny	
11	z	wa	liz	ki	szyb	ko	wy	ję	ła	ko	szu	le	i	pię	k	ny	swe	ter	ut	ńa	ny	z	włó	cz	ki	o	ko	lo	rach	tę	czy
12	dzie	ci	na	pla	cu	za	baw	ws	na	ły	sie	po	li	nac	ni	czy	mań	py	po	lia	nac	tro	pi	kal	nej	dzu	gli				

Sekwencje poprawnych logatomów (LP)

Utworzenie zbioru bodźców logatomowych wymagało rozwiązania szeregu problemów. W niektórych przypadkach znalezienie rozwiązań zadowalających wydaje się niezwykle trudne lub wręcz niemożliwe. Zgodnie z założeniami badania, przyjęto, że bodźce logatomowe LP powinny być możliwie podobne do bodźców WP. Budując poprawne sekwencje logatomowe LP, które miały odpowiadać wypowiedziom poprawnym WP, kierowano się zatem kilkoma zasadami:

- 49

Jednak w praktyce okazało się, że przestrzeganie tych zasad prowadzi m.in. do następujących problemów:

- w wyniku zamian segmentów nie powstają logatomy, lecz nowe wyrazy;
- zamiany segmentów prowadzą do powstawania nowych, mało prawdopodobnych lub trudniejszych artykulacyjnie sekwencji głosek;
- zamiany zgodne z regułami wewnątrz sylaby niekiedy prowadziły do problemów na połączeniach sylab.

W wyniku tych problemów okazało się konieczne stopniowe adjustowanie struktury sekwencji logatomów, przy czym wiele zmian pociągało za sobą konieczność wprowadzania kolejnych w sąsiedztwie danego segmentu. Warunek trzeci, chociaż w większości przypadków został spełniony, nie miał tak kluczowego znaczenia, gdyż bodźce kategorii LZ mogłyby być efektywnie porównywane jedynie z LP – a więc spójność powinna być zachowana przede wszystkim między bodźcami kategorii LP i LZ. Warto odnotować, że warunek (5) stoi w pewnym zakresie w sprzeczności z warunkami 1-3 i w praktyce trudno uzyskać wypowiedź logatomową, która będzie zarazem podobna pod wieloma względami do „oryginału”, a zarazem różniła się tak, aby nie było możliwe rozpoznanie w niej elementów „oryginału”. Zachowana została zatem lokalizacja zaburzenia oraz segment CV z zaburzonej sekwencji. W niektórych przypadkach (zob. lista bodźców logatomowych) nie udało się, ze względu na opisane wyżej czynniki, zachować segmentu VC zaburzonej sekwencji.

Opcją byłoby zbudowanie całych sekwencji z prostych, powtarzających się sylab. To rozwiązanie nie pozwoliłoby jednak na dokonanie kluczowego dla badań pomiaru, gdyż analizowana reakcja mogłaby być wynikiem jedynie percepcji bodźca akustycznego, nie zaś zbliżonego do językowego, oraz bezsprzecznej różnicy między powtarzającą się sylabą a sylabą zaburzoną. Podobnie, nie wchodziło w grę losowe ułożenie segmentów w logatomy, gdyż mogłoby to prowadzić do podobnych jak wspomniane problemów.

Należy zauważyć, że mimo znacznego nakładu pracy i rozwiązaniu szeregu problemów, oczekiwany efekt (reakcja automatyczna uczestnika badań) może okazać się zbyt słaby wobec reakcji na inne zjawiska w tym samym bodźcu. Sama koncepcja logatomu jako

jednostki spełniającej wskazania fonotaktyczne, lecz nie będącej wyrazem danego języka, sugeruje, że będziemy mieli w nim do czynienia z mniej prawdopodobnymi sekwencjami segmentów niż w „realnie występującym w języku” wyrazie. W tym otoczeniu mniej prawdopodobnych połączeń celowo wprowadzone zaburzenie fonotaktyczne, wprowadzając założenia jeszcze mniej prawdopodobne, będzie się jednak słabiej wyróżniało (tj. będzie „mniej zaskakujące” dla odbiorcy).

Kolejną trudnością jest „niejęzykowość” tego rodzaju bodźców. Bardzo trudno przewidzieć, w jaki sposób będą czytane. Jeśli nawet tekst zostanie rozbity w zapisie ortograficznym na „domniemane” wyrazy, to i tak czytelnik ma ogromną swobodę w akcentuacji, rytmie i intonacji. Ta „swoboda” jest zarazem czynnikiem niepewności.

Sekwencje logatomów z zaburzeniem fonotaktycznym (LZ)

Postępowanie było zbliżone jak w przypadku tworzenia bodźców WZ z bodźców typu WP. Jednak ze względu na to, że zarówno same bodźce typu WZ i LZ, jak i reakcje na nie nie mogą być w pełni porównywalne i kontrolowane, uznano to za akceptowalne rozwiązanie, gdyż pozwoli zachować lokalizację zaburzenia i jego charakter.

REALIZACJA NAGRAŃ (WARUNKI TECHNICZNE, SPOSÓB CZYTANIA, ETC.), WSTĘPNA SELEKCJA I PRZYGOTOWANIE SYGNAŁÓW

Warunki techniczne i przebieg rejestracji wypowiedzi

Nagrania zrealizowano w kabinie akustycznej ustawionej w pomieszczeniu adaptowanym akustycznie, z wykorzystaniem mikrofonu pojemnościowego Neumann 102 (dodatkowo zabezpieczonego ekranem przeciw odbiciom fali dźwiękowej) oraz interfejsu analogowo-cyfrowego Roland Studio Capture z częstotliwością próbkowania 44,1kHz i rozdzielczością 16 bitów. Zalecono, by mówcy zapoznali się ze zbiorem wypowiedzi przed przystąpieniem do czytania, a - w razie potrzeby - czytali tekst wypowiedzi najpierw dla siebie, potem do wykorzystania. Instrukcja zawierała następujące wskazówki: (a) czytaj normalnie, w naturalny sposób, (b) jeśli się pomylisz, przeczytaj całą wypowiedź jeszcze raz, (c) możesz powtarzać czytanie każdej wypowiedzi dowolną liczbę razy, aż uzyskasz wersję, którą sam uznasz za zadowalającą.

Nagrania realizowano w ten sposób, aby od każdego mówcy uzyskać przynajmniej dwie poprawne realizacje danej wypowiedzi. Samemu nagraniu towarzyszył zatem odsłuch, a niekiedy również po pierwszej części sesji odsłuchiowano materiał, by ustalić, na co mówca powinien zwrócić uwagę i jak poprawić pomyłki. Było to szczególnie istotne w przypadku bodźców typu WZ, LP oraz LZ, w których najczęściej dochodziło do pomyłek. W przypadku niektórych mówców konieczne było kilkunastokrotne powtarzanie rejestracji danej wypowiedzi lub ich zbioru ze względu na problemy z prawidłową realizacją fragmentu zawierającego zaburzenie. W takich sytuacjach wprowadzano w sesji dodatkowe przerwy, a w przypadku pojedynczych problematycznych wypowiedzi, rejestrowano już tylko je, nie zaś całość materiału z danej listy.

Czytanie list z wypowiedziami WZ oraz WP odbywało się w ramach odrębnej sesji (innego dnia) niż czytanie list LP oraz LZ. Przeprowadzenie nagrań w jednym dniu nie byłoby możliwe ze względu na zmęczenie mówców.

Mówcy

Zarejestrowano wypowiedzi trzech kobiet i trzech mężczyzn, studentów uczelni wyższych w Poznaniu, w wieku 23-26 lat. Wszystkie osoby kształciły się na kierunkach związanych z dźwiękiem i/lub czynnie grały na instrumentach muzycznych. Ponadto wśród wybranych lektorów nie znalazły się osoby z wadami wymowy.

WYBÓR SYGNAŁÓW DO BADAŃ

Wybór mówcy

Po zapoznaniu się z zarejestrowanym materiałem zdecydowano, aby do utworzenia bodźców wykorzystać materiał z nagrań jednej kobiety i jednego mężczyzny. W wyborze kierowano się następującymi kryteriami:

- Czy nagrania zawierają zadowalające realizacje wszystkich wypowiedzi, które będą wykorzystane do budowy podstawowego zestawu bodźców?
- Czy w wybranych realizacjach nie ma problemów technicznych (np. przesterowane lub zbyt ciche nagranie)?
- Czy wymowa danej osoby jest dostatecznie wyraźna?
- Czy dana osoba potrafiła płynnie przeczytać i wypowiedzieć materiał do bodźców LP i LZ?

Wybór bodźców WP

Wybór sygnałów typu WP został po części zdeterminowany kryteriami zewnętrznymi wobec tego opisu, tzn. uwzględnienie kryteriów muzycznych, którymi kierowano się w wyborze bodźców przekształcanych na melodie, a następnie nagrywanych jako śpiew. Część nagrań wykluczono z powodu problemów technicznych lub istotnych odstępstw od poprawnej wymowy.

Ostatecznie zdecydowano o wyborze spośród bodźców zbudowanych na podstawie wskazań kalkulatora fonotaktycznego w połączeniu z kryteriami związanymi z możliwością utworzenia odpowiednich bodźców muzycznych.

Podstawowe parametry wybranych sygnałów zestawiono w tabeli 3. Tam też zostają wprowadzone ich nazwy kodowe, które stosuje się w dalszej części raportu. W aneksie zamieszczono spektrogramy i intonogramy dla wszystkich wybranych sygnałów.

	czas	minimum fo	lokalizacja minium fo	maksimum fo	lokalizacja maksimum fo	średnia fo	odch. Stand.	nachyle nie
B1 WP male	4,815	74,451	4,364	217,479	0,301	123,087	35,348	15,963
B2 WP male	5,688	80,230	5,385	216,063	3,134	126,329	45,044	11,271
B3 WP male	4,796	82,551	4,617	131,361	3,447	103,950	11,784	10,303
B4 WP male	4,927	39,187	4,701	139,932	0,310	97,645	26,310	15,206
B5 WP male	5,835	38,876	5,418	164,989	0,521	103,508	26,793	12,214
B6 WP male	5,095	50,201	1,454	267,592	3,741	131,966	72,939	15,136
wartości średnie	5,193	60,916	4,323	189,569	1,909	114,414	36,370	13,349
B1 WP female	4,661	155,124	3,768	287,615	0,686	198,035	30,659	10,610
B2 WP female	5,942	154,579	5,678	458,476	0,814	236,617	93,130	11,560
B3 WP female	5,689	43,199	5,438	266,274	0,530	150,816	55,383	15,597
B4 WP female	5,784	43,888	5,317	249,701	0,589	169,084	49,208	13,451
B5 WP female	5,563	78,038	5,192	326,501	0,622	159,614	68,678	14,220
B6 WP female	5,784	147,939	5,030	900,534	0,717	310,811	200,503	15,622
wartości średnie	5,571	103,794	5,071	414,850	0,660	204,163	82,927	13,510

tab. 3 Wybrane parametry prozodyczne dla sygnałów WP (czas trwania sygnału: przybliżony).

Przygotowanie bodźców WZ

Wypowiedzi zaburzone były nagrywane w całości, lecz ostatecznie zdecydowano się na ich przygotowanie poprzez zastąpienie fragmentu WP odpowiednim, krótkim fragmentem WZ tak, aby otrzymać wypowiedź zaburzoną. Fragment sygnału WP złożony z drugiej spółgłoski zbitki (zbitki “zaburzonej” w sygnale WZ) oraz następującej po niej samogłoski zastępowano odpowiednim fragmentem sygnału. Łączono zatem:

- fragment WP od początku sygnału do końca pierwszej spółgłoski zbitki, w której dochodzi do zaburzenia
- fragment obejmujący przynajmniej drugą spółgłoskę zbitki i następującą po niej samogłoskę (fragment zaczerpnięty z WZ)
- fragment WP obejmujący pozostałą część sekwencji (aż do jej końca)

Wskazane fragmenty pobierano z odpowiednich bodźców WP i WZ. Przy edycji zwracano uwagę, by cięcia następowały w miejscach przejścia przez zero, a w łączeniu przebiegały z zachowaniem zgodności fazy sygnałów.

Takie podejście ma szereg zalet, lecz również pewne wady. Główne zalety to utrzymanie ogólnego podobieństwa między odpowiednimi sygnałami WP i WZ

(nagranie WZ jest wykorzystywane jedynie jako źródło segmentu CV, którym zastępuje się odpowiedni fragment w WP) oraz fakt, że sygnały WP i WZ są identyczne aż do granicy między pierwszą spółgłoską zbitki, a drugą, która po niej nie powinna nastąpić. Zaburzenie nie może zatem zostać zidentyfikowane przez układ percepcyjny wcześniej na podstawie efektów koartikulacyjnych. Daje to możliwość precyzyjnego wskazania momentu pojawienia się zaburzenia i możliwość precyzyjnego pomiaru czasu.

Wadą tego rozwiązania jest m.in. to, że oryginalne (nagrane) sygnały WZ i WP różnią się niekiedy parametrami spektralnymi (jak i przebiegami melodii i amplitudy) i umieszczenie w sygnale WP „obcego” fragmentu może okazać się percypowalne i w pewien sposób wzmacniać lub - czego też nie można wykluczyć - osłabiać efekt wywołany przez zaburzenie fonotaktyczne. Aby przynajmniej w pewnym stopniu wykluczyć te zagrożenia, przeprowadzono pilotażowy odsłuch sygnałów. Na podstawie sugestii słuchaczy dokonano drobnych korekt w sygnałach.

Wybór sekwencji logatomów LP

Wybór sekwencji został zdeterminowany wyborem bodźców kategorii WP - wybrano ich odpowiedniki, tj. sekwencje logatomowe, dla których utworzenia stanowiły punkt wyjścia. Mimo sygnalizowanego wcześniej problemu bezpośredniej porównywalności bodźców typów WP i LP oraz WZ i LZ, uznano, że zapewnienie podobieństwa może przynieść korzyści w dalszych badaniach.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
B1	a	li	sa	ni	do	pa	sza	ły	wel	ma	tła	ny	ga	la	ra	wo	ab	ro	nysz	a	da	fa	de	li	sta	li	su
B2	do	no	dła	pyś	prza	cisz	kasz	ta	im	na	do	po	gnia	do	dam	taj	pacz	ta	do	zas	to	fje	ma	zjeś	ma	dro	ku
B3	to	dej	do	ry	nik	tu	nie	wu	naj	mo	wa	le	wa	zów	prze	plo	wadz	ka	wyś	po	nie	pa	sza	ta	lu	ne	pli
B4	zde	ra	tsze	fa	ja	boj	ma	faj	ła	ich	go	no	re	mi	ni	dżam	moc	ta	mi	ge	gan	tusz	nyj	o	śmier	ni	su
B5	dru	dni	la	sia	wta	ty	sprzo	to	za	rusz	nich	bro	bias	kow	włecz	nia	z pac	ta	mi	no	me	chu	i	po	tal	nie	mi
B6	zwe	liz	gu	szap	ko	wa	je	ła	go	siu	re	i	piok	ne	zwe	del	up	ka	ny	zwłaż	gi	o	go	ra	lach	dą	ży
BR	mik	ny	ni	mie	jo	o	gaz	zji	gu	bieć	te	kie	go	jak	kie	go	paz	de	ru	ła	wrzy	no	ga	e	ni	sa	su

tab. 4. Zestawienie bodźców logatomowych z zaznaczonym miejscem, w którym następnie wprowadzono zaburzenie fonotaktyczne (B1-B6 - bodźce pierwotnie wybrane do eksperymentu, BR - bodziec “rezerwowy”).

Przygotowanie bodźców LZ

Sekwencje poprawnych logatomów zostały wykorzystane jako podstawa do stworzenia bodźców z zaburzeniem. Zdecydowano wprowadzić zaburzenia podobne, jak dla bodźców WZ, lecz - ze względu na budowę sekwencji LP, nie zawsze było to możliwe. Wstępnie jednak przyjęto, że procedura ma być zbliżona do zastosowanej dla bodźców WZ, a mianowicie będzie sprowadzała się do sklejenia trzech fragmentów nagrania:

- a) fragment LP od początku sygnału do końca pierwszej spółgłoski zbitki, w której dochodzi do zaburzenia;
- b) fragment obejmujący przynajmniej drugą spółgłoskę zbitki i następującą po niej samogłoskę (fragment zaczerpnięty z WZ);
- c) fragment LP obejmujący pozostałą część sekwencji (aż do jej końca).

Wskazane fragmenty pobierano z odpowiednich bodźców LP i LZ. Przy edycji zwracano uwagę, by cięcia następowały w miejscach przejścia przez zero, a w łączeniu przebiegały z zachowaniem zgodności fazy sygnałów.

W sekwencjach logatomów LP zachodzi znacznie większe zróżnicowanie prozodyczne niż w zbiorze WP. Stanowiło to poważne utrudnienie w przygotowaniu bodźców i w praktyce wymagało ono znacznie większego nakładu pracy niż przygotowanie bodźców WZ. Stosowano tutaj następujące procedury:

- dostosowanie iloczasu: w przypadku, gdy wynikowy sygnał charakteryzował się wyraźnym zaburzeniem iloczasu (rytmu), dostosowywano iloczyn segmentu zaburzonego (b) poprzez wycięcie odpowiedniego fragmentu sygnału, wyciszenie funkcjami typu fade, lub wydłużenie poprzez powielenie wybranych fragmentów przebiegu - zwykle kilku wybranych, stabilnych okresów sygnału;
- dostosowanie wysokości tonu: analizowano wartości F_0 na końcu części (a) oraz na początku części (c), a następnie, korzystając z funkcji modyfikacji sygnału oraz resyntezy w programie Praat, dopasowywano w pewnym zakresie wysokość

- wklejanego fragmentu (b) (zakres ten był ograniczony do około 15-20% – przy zbyt dużych zmianach wyraźne było zniekształcenie sygnału);
- dostosowanie poziomu intensywności: ponownie, na podstawie pomiaru wartości parametru *intensity* dla sąsiednich segmentów o podobnej budowie (np. dla samogłosek) ustalano czy wklejony fragment (b) ma być wzmocniony bądź osłabiony.

Operacje powyższe miały charakter indywidualnej edycji sygnałów, często na poziomie odcinków o rozmiarze rzędu kilkudziesięciu milisekund.

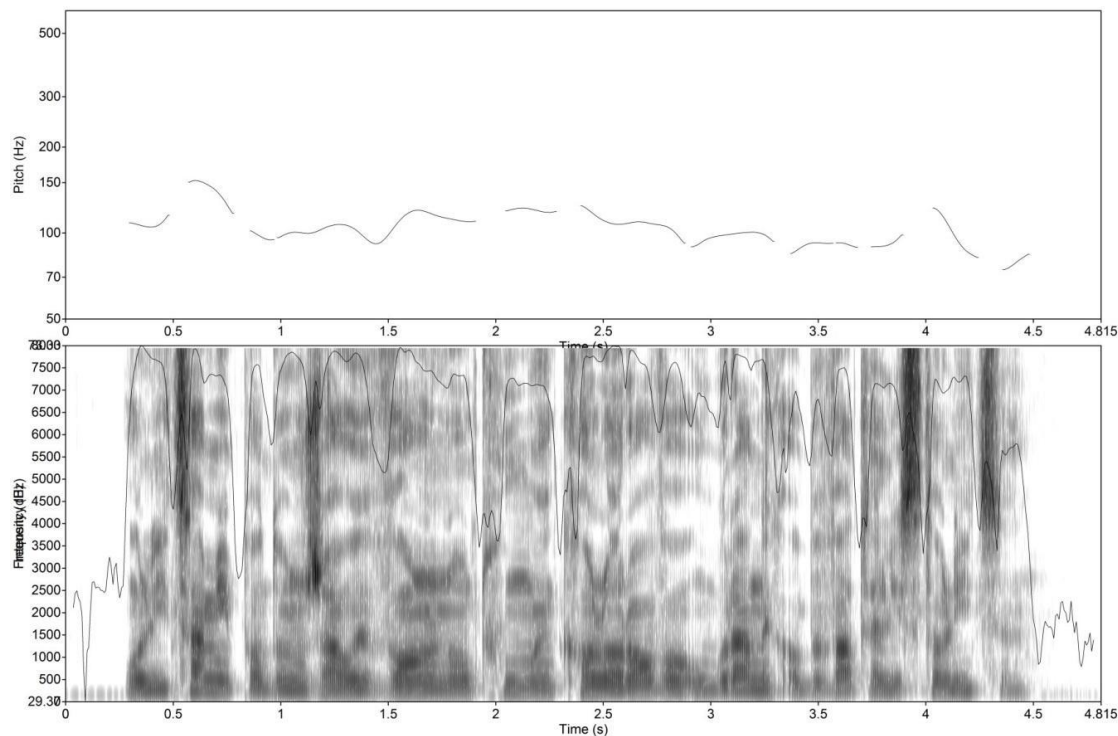
Wszystkie wymienione operacje realizowano w programach Praat oraz WaveLab.

Porównanie bodźców - słowa zaburzone i niezaburzone

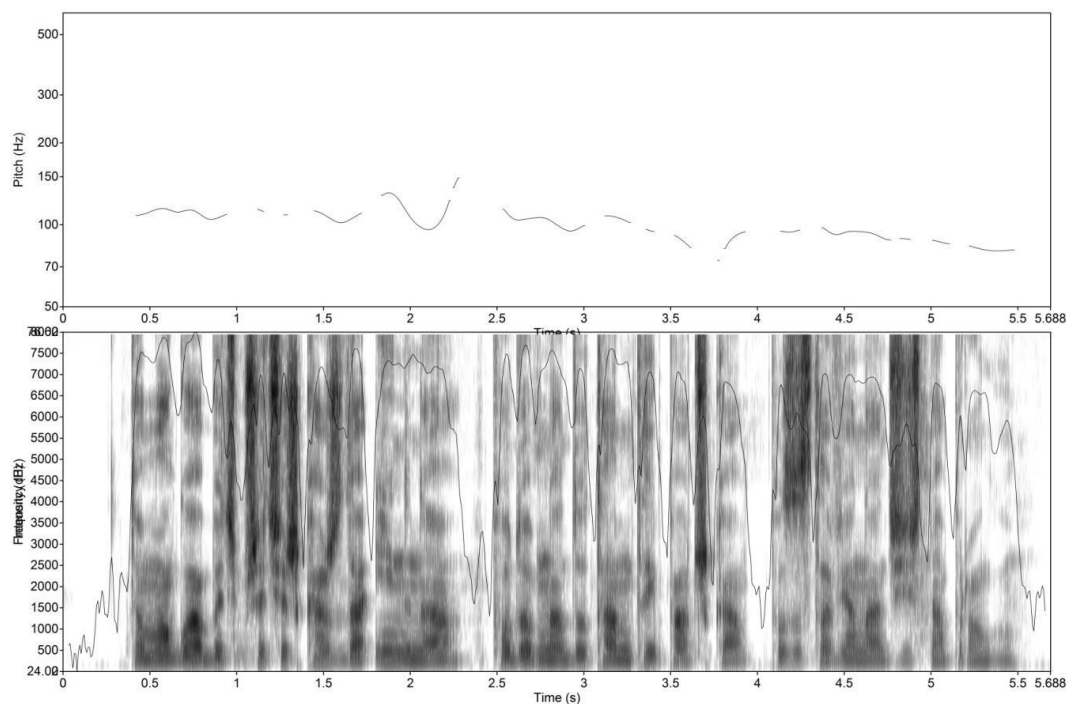
Przystępując do analizy poszczególnych par wyrazów (niezaburzony-zaburzony) wycięto fragment nagrania zawierający analizowane słowo. Następnie znormalizowano maksymalną amplitudę każdego z nich do poziomu $-12dB$. Porównywano odpowiednie pary pod względem zmian częstotliwości tonu krtaniowego F_0 , poziomu mocy sygnału (czas uśredniania 0,01s), średniego widma (1024 punktowa transformata Fouriera). Analizy dokonywano w programach Praat, Wavesurfer oraz w środowisku MatLab.

Przeprowadzone analizy wskazują, że pomiędzy poszczególnymi parami nie ma dużych różnic w częstotliwościach F_0 , a także w średnich poziomach mocy sygnału. Chwilowe poziomy mocy sygnału różnią się nawet do kilkunastu, ale nie wpływa to na średni poziom mocy dla całego wyrazu (średnie różnice są mniejsze niż $1dB$). Zmiany średnich częstotliwości F_0 też wynoszą $5.5Hz$. W związku z tym bodźce można uznać za podobne pod względem akustycznym i nie wpływać znacząco na reakcje słuchacza z normalnym słuchem.

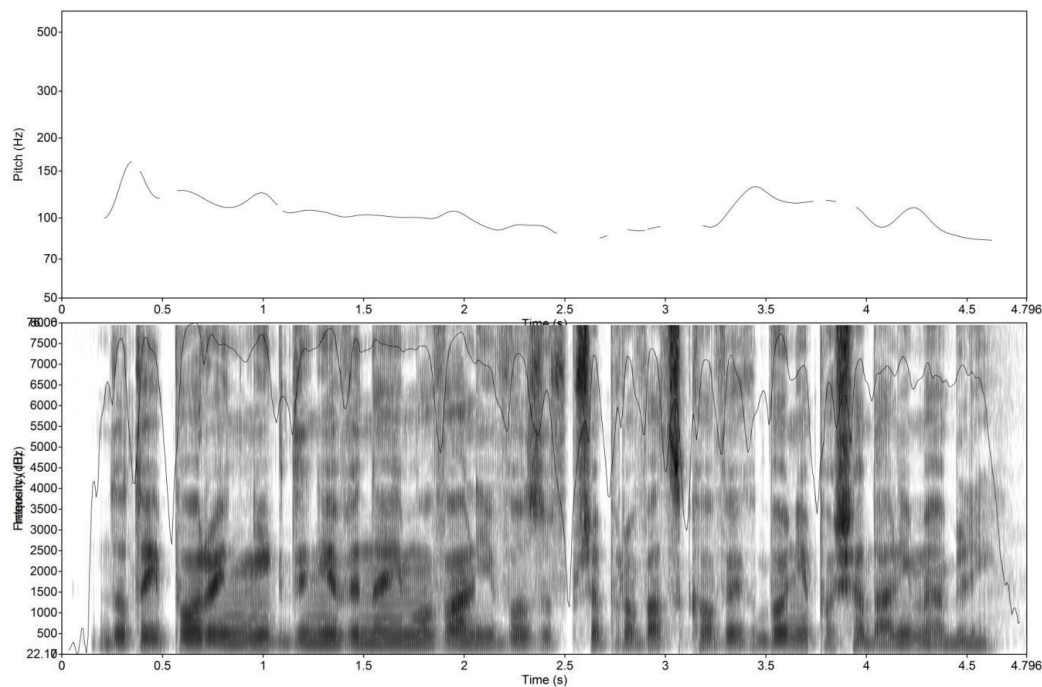
Intonogramy oraz spektrogramy wraz z naniesionym przebiegiem intensywności (dB SPL) dla sześciu bodźców WP dla mężczyzny i kobiety



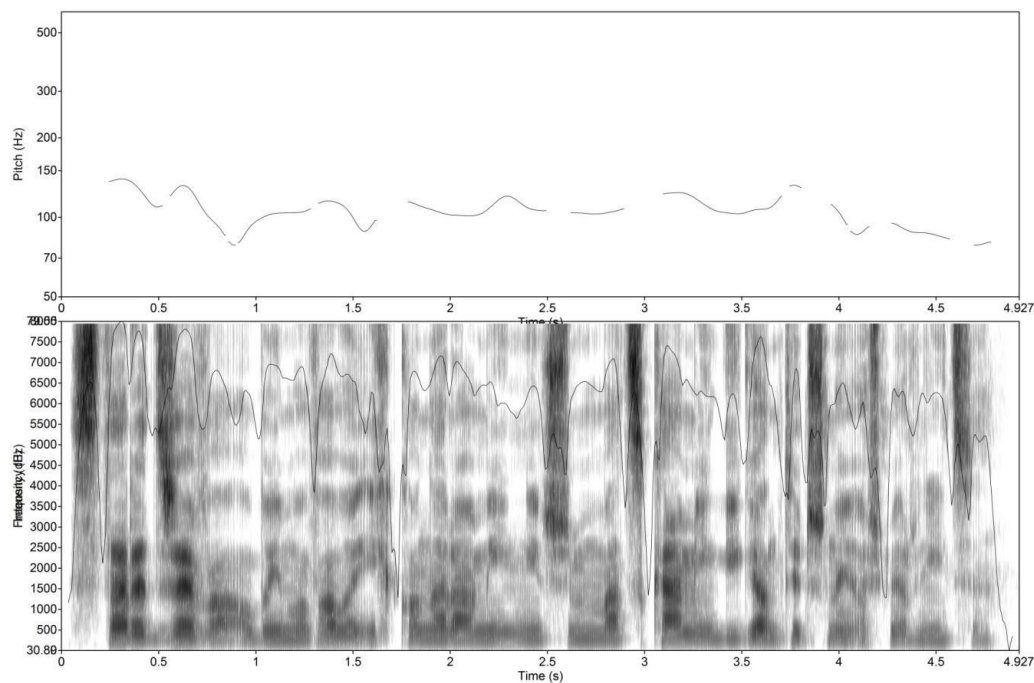
rys. 10 Bodziec 1, głos męski („ulicami podążały wolno tłumy kolorowo ubranych obywateli stolicy”)



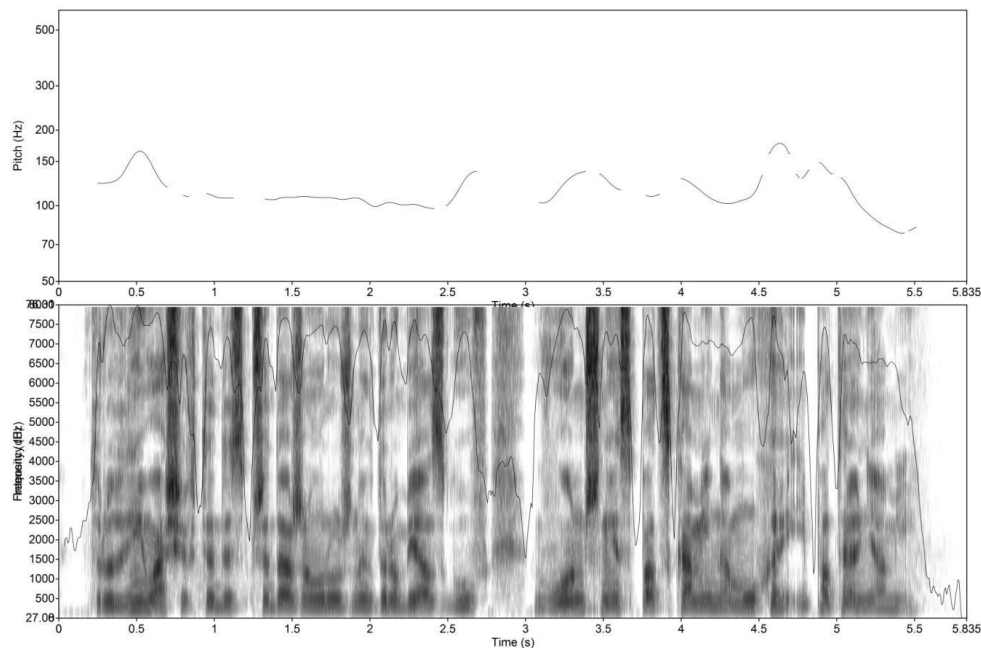
rys. 11 Bodziec 2, głos męski („to mogła być przecież każda inna podobna do tamtej paczka pozostawiona dziś na progu”)



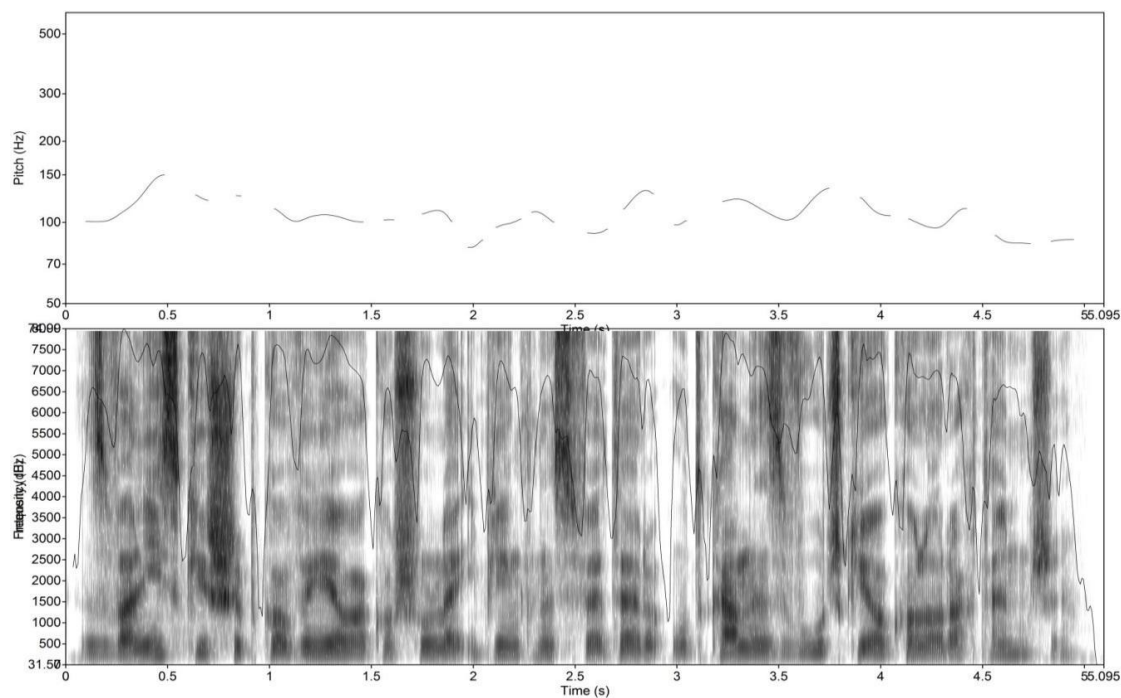
rys. 12 Bodziec 3, głos męski („do tej pory nigdy nie wynajmowali wozów **przeprowadzkowych** bo nie posiadali mebli”)



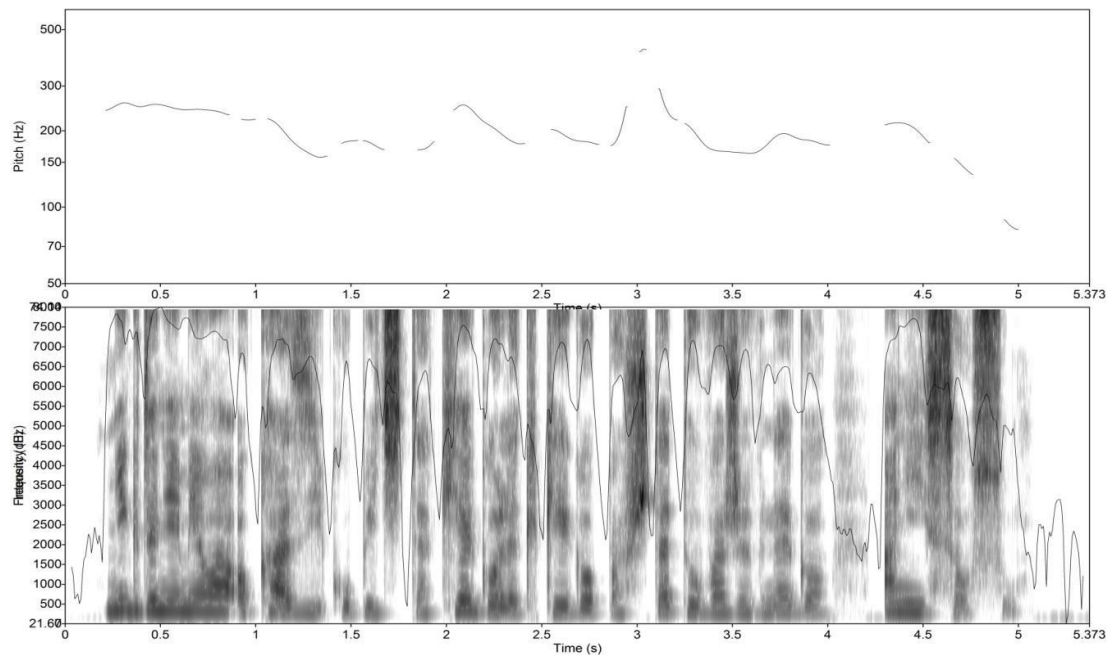
rys. 13 Bodziec 4, głos męski („stare drzewa obejmowały ich konarami niczym **mackami** gigantycznej ośmiornicy”).



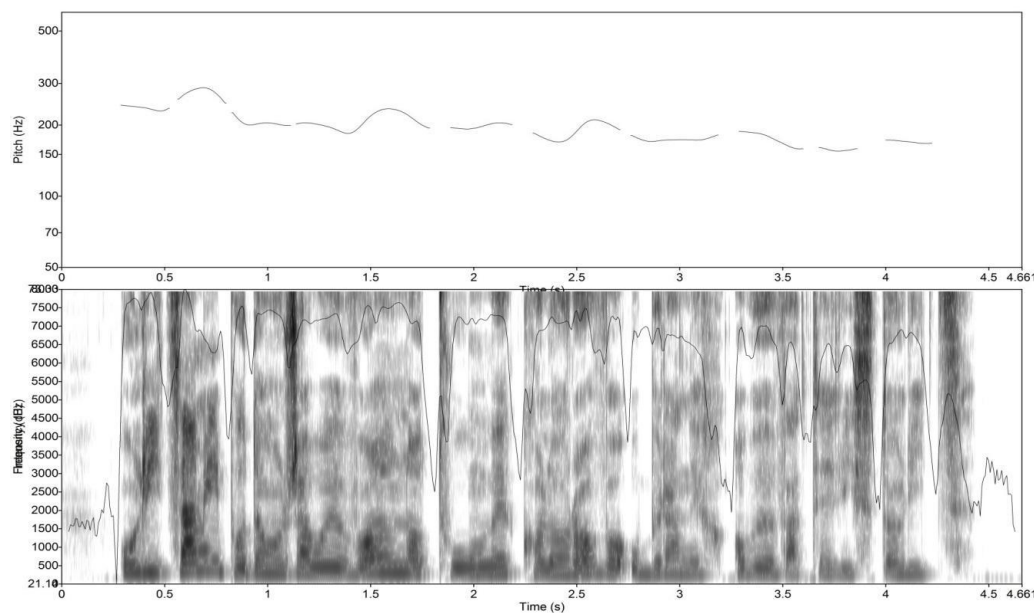
rys. 14 Bodziec 5, głos męski („trudniła się wtedy sprzedażą różnych drobiazgów włącznie z **packami** na muchy i patelniami”).



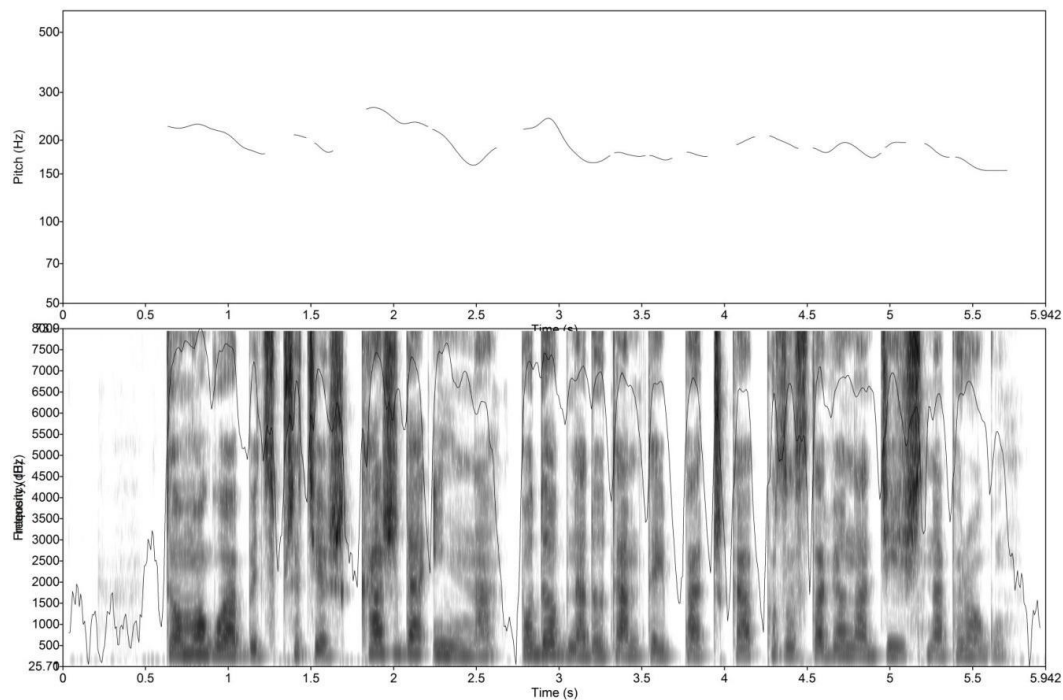
rys. 15 Bodziec 6, głos męski („z walizki szybko wyjęła koszule i piękny sweter **utkany** z włóczki o kolorach tęczy”)



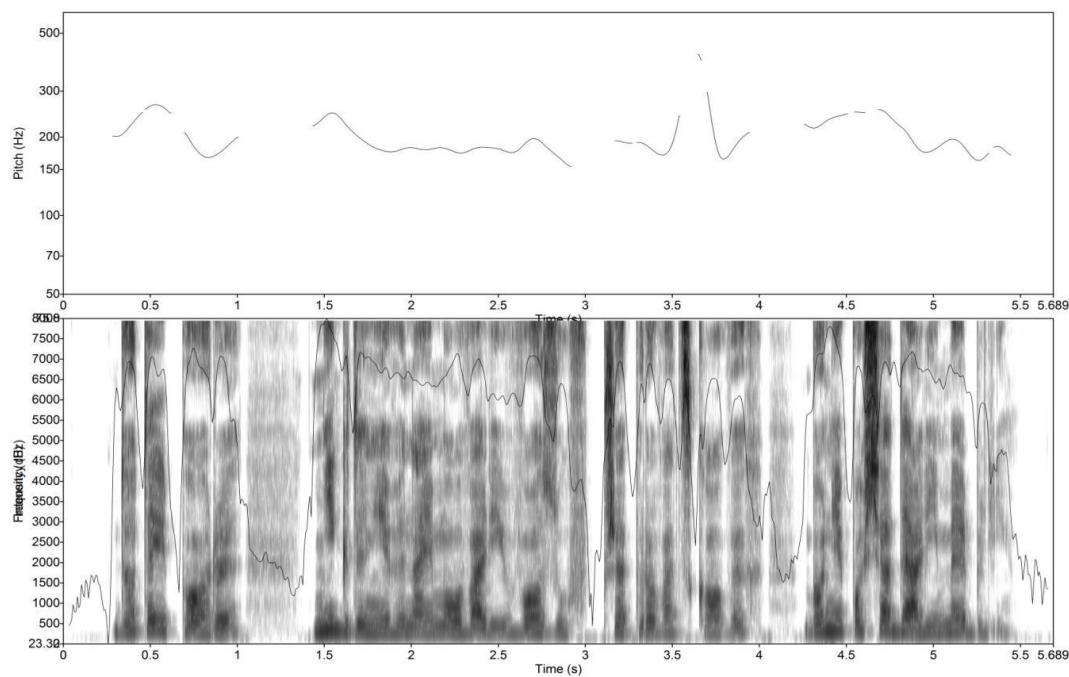
rys. 16 Bodziec 1, głos żeński („ulicami podążały wolno tłumy kolorowo ubranych obywateli stolicy”)



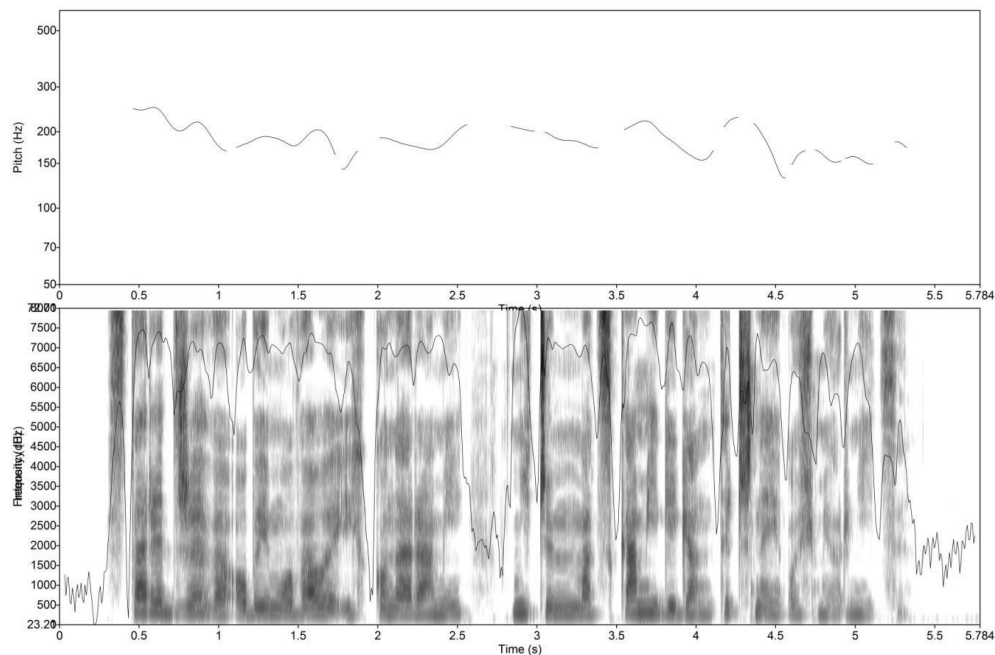
rys. 17 Bodziec 2, głos żeński („to mogła być przecież każda inna podobna do tamtej paczka pozostawiona dziś na progu”)



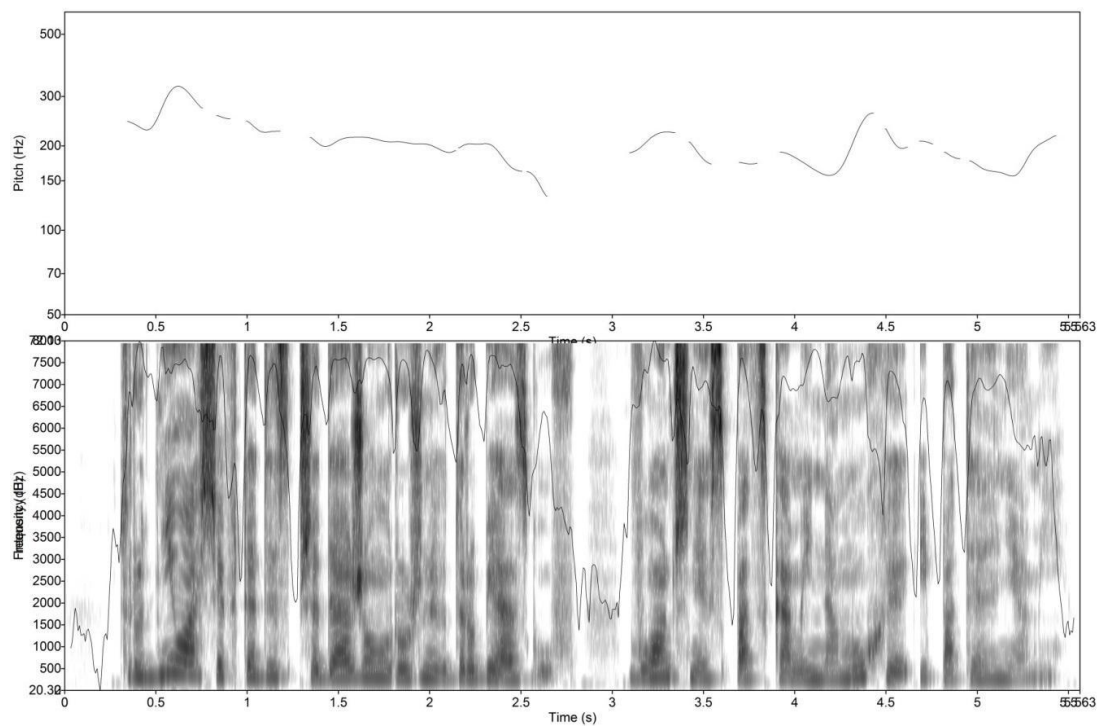
rys. 18 Bodziec 3, głos żeński („do tej pory nigdy nie wynajmowali wozów **przeprowadzkowych**, bo nie posiadali mebli”)



rys. 19 Bodziec 4, głos żeński („stare drzewa obejmowały ich konarami niczym **mackami** gigantycznej ośmiornicy”)



rys. 20 Bodziec 5, głos żeński („trudniła się wtedy sprzedaż różnych drobiazgów włącznie z **packami** nauchy i patelniami”)



rys. 21 Bodziec 6, głos żeński („z walizki szybko wyjęła koszule i piękny sweter **utkany** z włóczki o kolorach tęczy”)

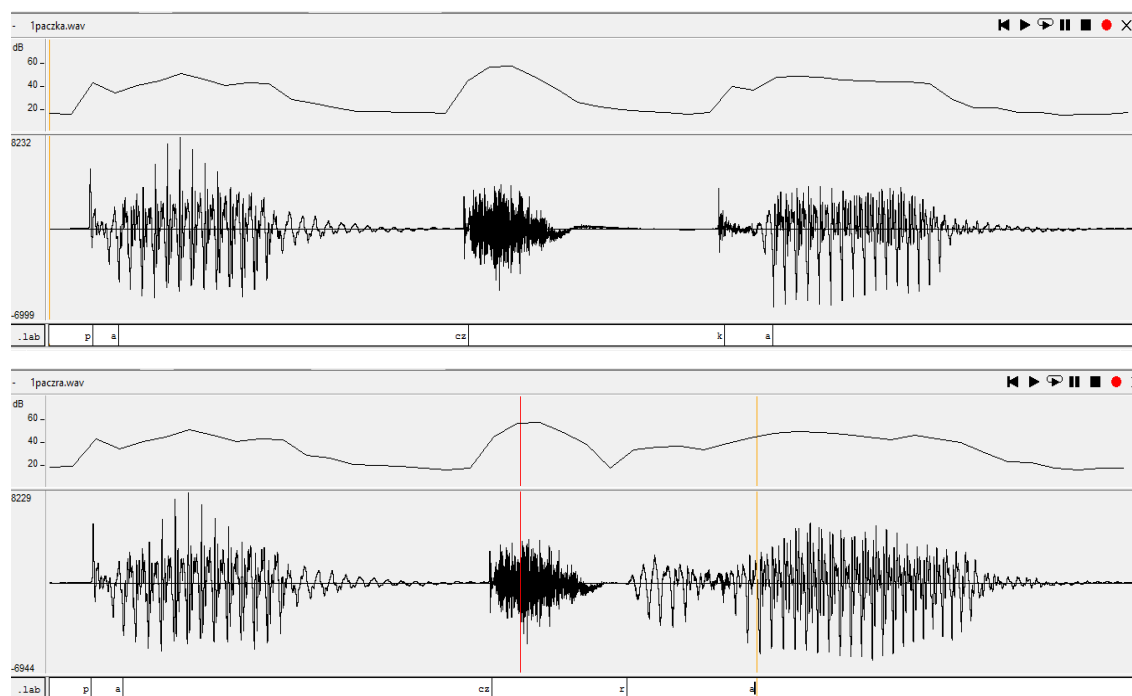
Analiza akustyczna – porównanie bodźców – słowa ze zdań poprawnych i zaburzonych

Przed przystąpieniem do porównania poszczególnych słów (zaburzonych i poprawnych) wycięto fragment nagrania zawierający analizowane słowo, znormalizowano maksymalną amplitudę sygnału do poziomu -12dB . Następnie taki sygnał porównano pod względem zmian częstotliwości podstawowych F_0 [Hz], mocy sygnału (czas uśredniania 0,01s), średniego widma (1024 punktowa transformata Fouriera, wykorzystano okno Hamminga). Analiz dokonano w programach Praat, Wavesurfer oraz środowisku MatLab. Wartości podane są z dokładnością do 1Hz i 0,1dB.

LEKTORKA DN

1: PACZKA – PACRA

Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcje dla słów PACZKA i PACZRA przedstawiono na rys. 22.

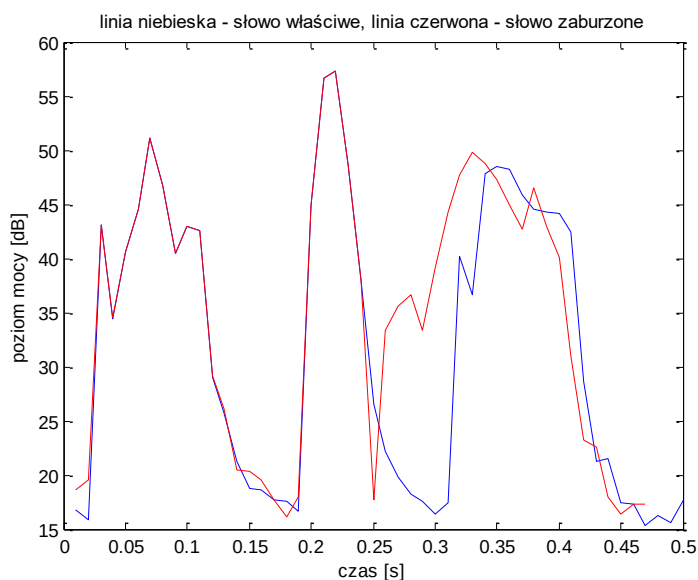


rys. 22 Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcja dla słów PACZKA i PACRA

tab. 5 Różnice częstotliwości podstawowych i poziomów mocy

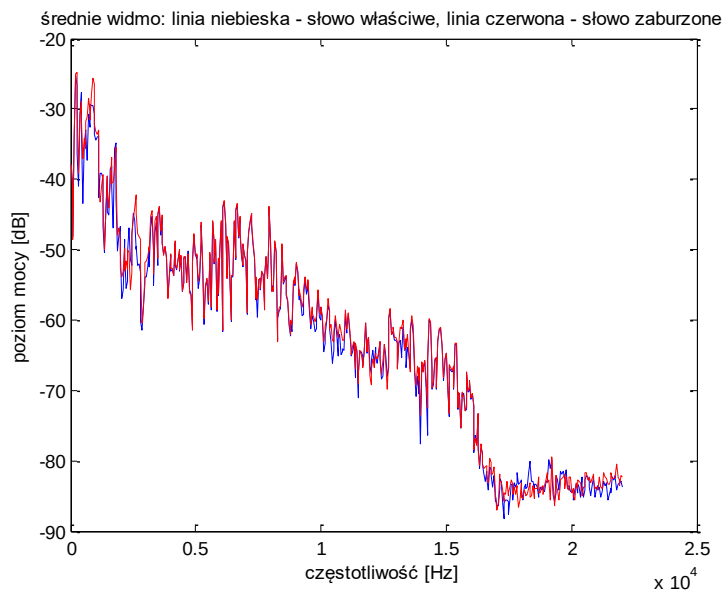
	paczka	paczra
F_0 [Hz]	min 169 max 207 średnia 197	min 169 max 245 średnia 200
poziom mocy [dB]	max 57.3 średnia 45.5	max 57.3 średnia 46

Ponieważ do słowa poprawnego wtrącono zaburzenie, zmieniona została moc sygnału. Porównano różnice te i zobrazowano na rys. 22. Do około 0,25s nie są zauważalne wyraźne różnice w poziomie mocy sygnału. Różnica ta jest związana z głoską C zamienioną na R, która niesie za sobą większą energię. W związku z tym średnia moc sygnału z wtrąconym zaburzeniem jest większa.



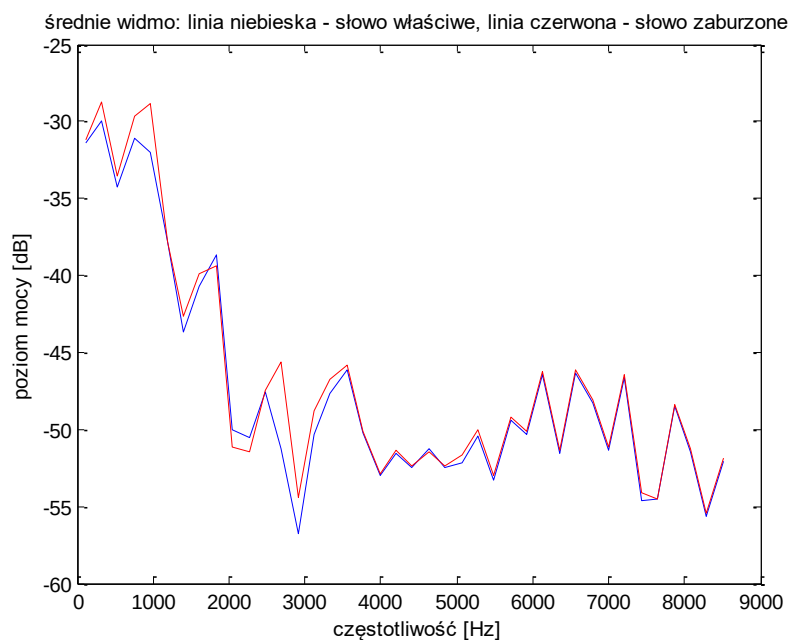
rys. 13 Poziomy mocy sygnałów w czasie (słowa PACZKA - linia niebieska i PACZRA - linia czerwona)

Wykreślono również widmo uśrednione dla analizowanego słowa. Zmiany przedstawiono na rys. 23.



rys. 24 Widmo mocy (słowa PACZKA - linia niebieska i PACZRA - linia czerwona)

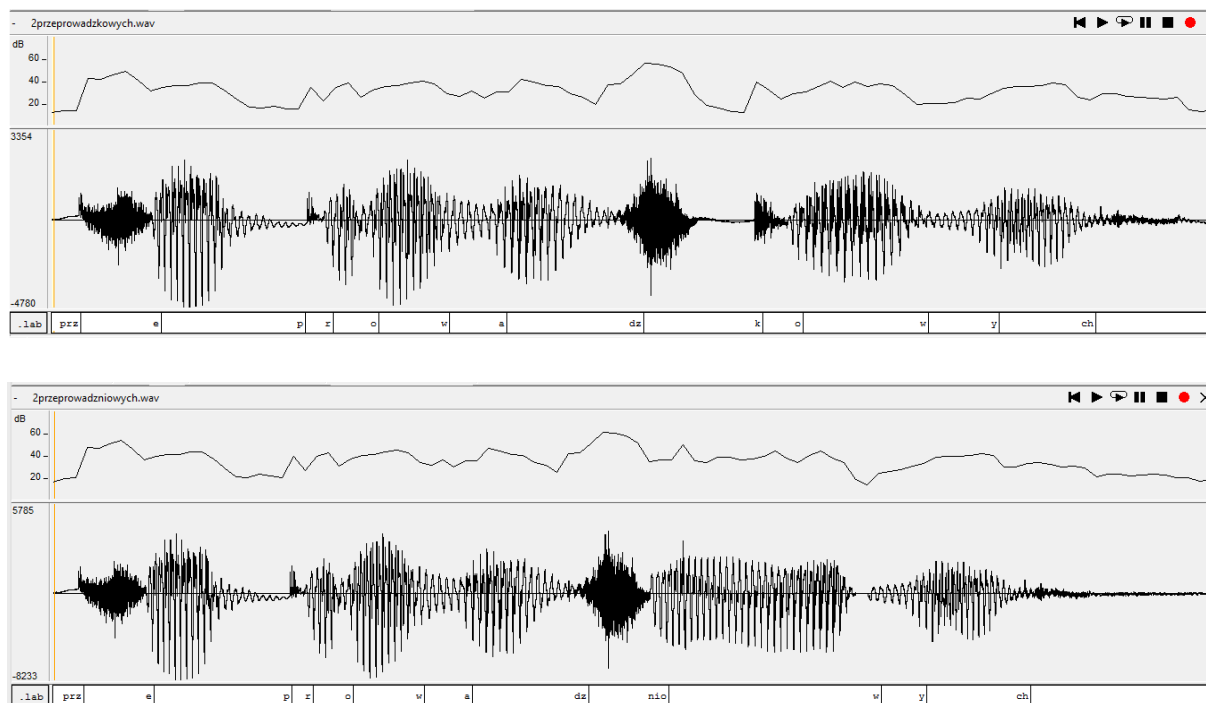
Średnia różnica poziomów mocy w widmie wynosiła 0,6dB. Oceniając widmo do 10 000Hz największe różnice zauważalne w zakresie 2600-2800Hz (dla $f = 2600\text{Hz}$ poziom mocy sygnału zaburzonego był większy nawet o 7,7dB).



rys. 25

PRZEPROWADZKOWYCH - PRZEPROWADZNIOWYCH

Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcje dla słów PRZEPROWADZKOWYCH i PRZEPROWADZNIOWYCH przedstawiono na rys. 26.

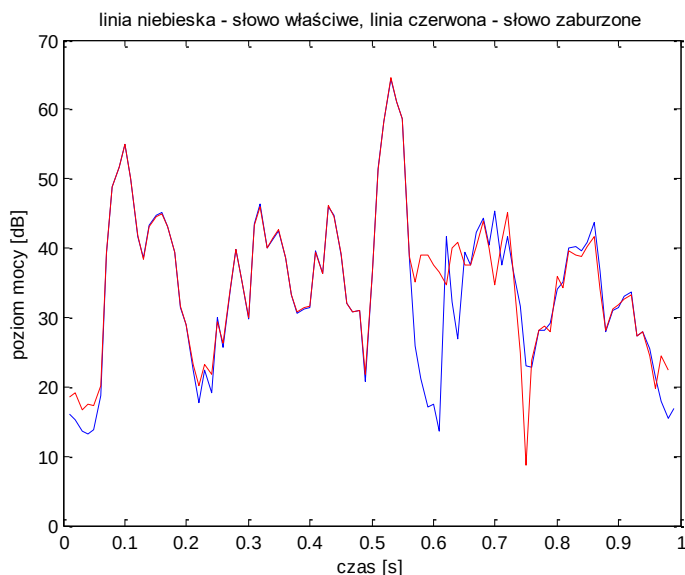


rys 26 Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcja dla słów PRZEPROWADZKOWYCH i PRZEPROWADZNIOWYCH

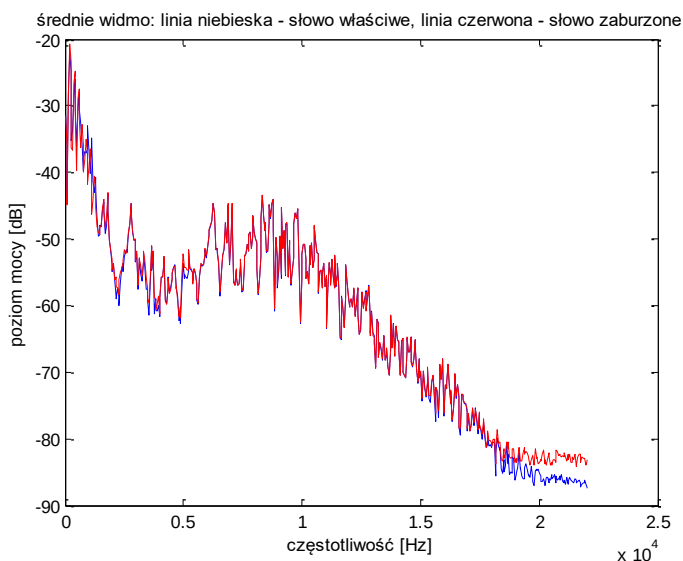
tab. 6 Różnice częstotliwości podstawowych i poziomów mocy

	przeprowadzkowych	przeprowadzniowych
F_0 [Hz]	min 147 max 217 średnia 177	min 151 max 216 średnia 181
Poziom mocy [dB]	max 64.5 średnia 48.4	max 64.5 średnia 48.5

Zaburzenie polegające na zamianie „k” na „ni” spowodowało zwiększenie poziomu mocy całego sygnału. Coś o dźwięczności/bezdźwięczności K i NI? Coś że K jest wybuchowa a NI, ma w sobie I które nieść będzie ze sobą energię (czyli i moc)?

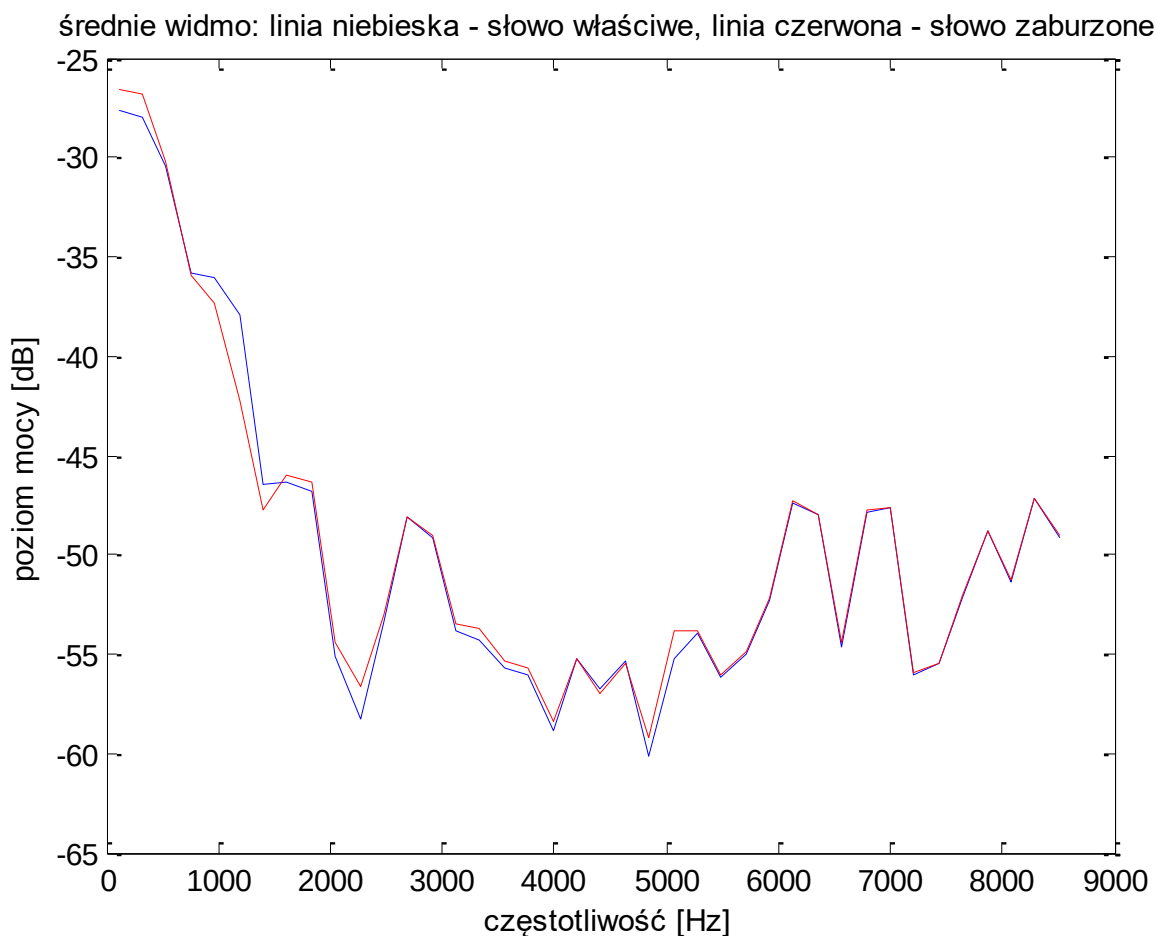


rys. 27 Poziomy mocy sygnałów w czasie (słowo PRZEPROWADZKOWYCH - linia niebieska i PRZEPROWADZNIOWYCH - linia czerwona)



rys. 28 Widmo mocy (słowa PRZEPROWADZKOWYCH - linia niebieska i PRZEPROWADZNIOWYCH - linia czerwona)

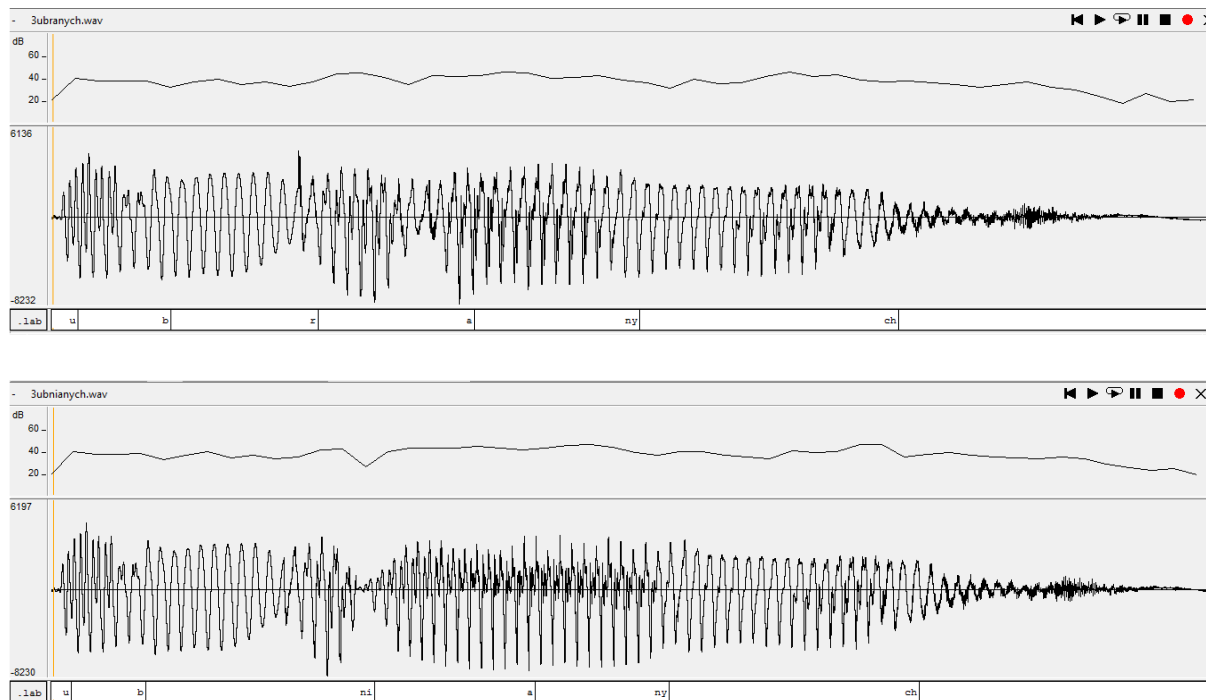
Średnia różnica poziomu mocy w całym widmie to 0,1dB. Oceniając częstotliwości do 10 000Hz w zakresie od 900 do 1200Hz moc bodźca poprawnego jest większa chwilowo nawet o 11dB. Dla częstotliwości ok 2100-2400Hz poziom mocy sygnału zaburzonego jest średnio o 6dB wyższy



rys. 29

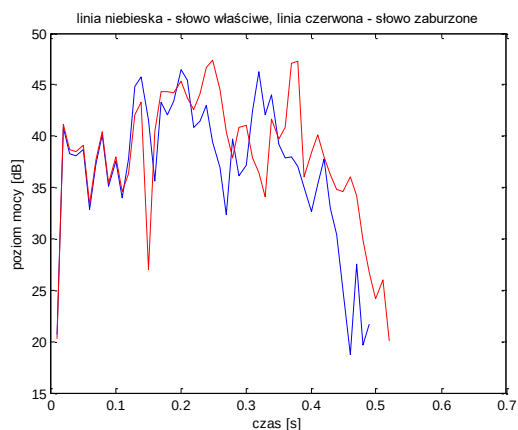
UBRANYCH UBNIANYCH

Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcje dla słów UBRANYCH i UBNIANYCH przedstawiono na rys 30.

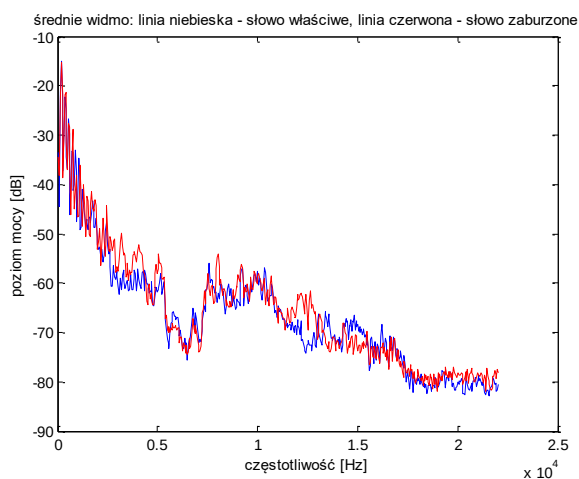


rys. 30 Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcja dla słów UBRANYCH i UBNIANYCH

	Ubranych	Ubnianych
F_0 [Hz]	min 160	min 163
	max 185	max 190
	średnia 173	średnia 177
Moc [dB]	max 46.5	max 47.4
	średnia 40.2	średnia 41.1

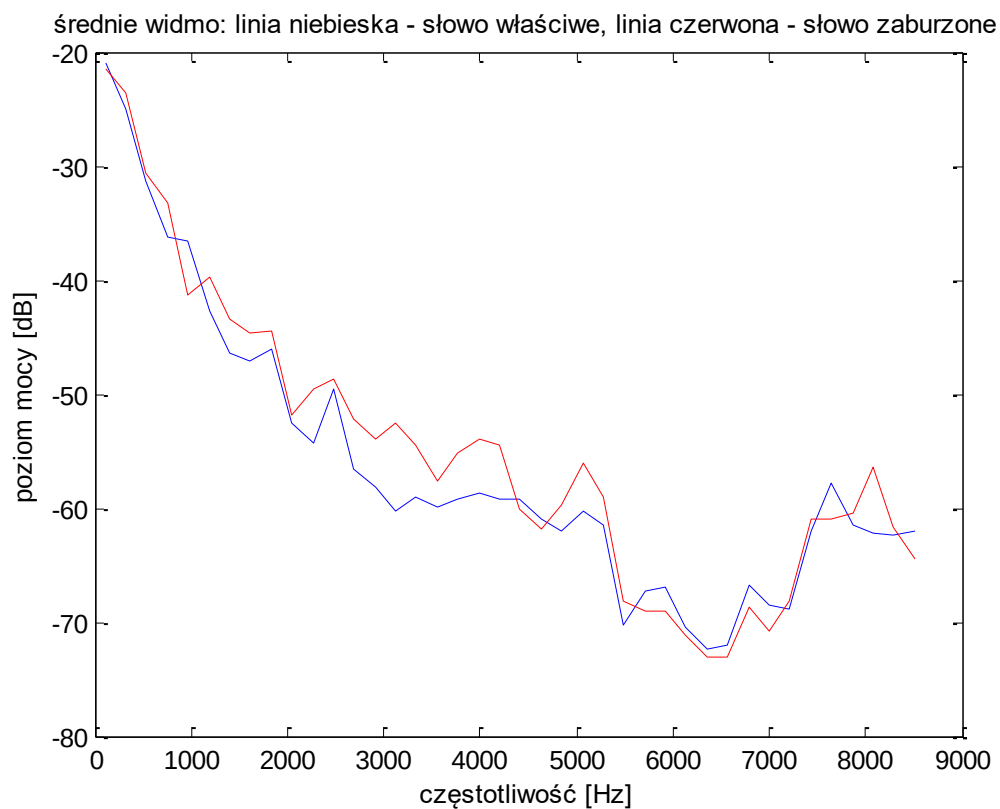


rys. 31 Poziomy mocy sygnałów w czasie (słowa UBRANYCH - linia niebieska i UBNIANYCH - linia czerwona)



rys. 32 Widmo mocy (słowa UBRANYCH - linia niebieska i UBNIANYCH - linia czerwona)

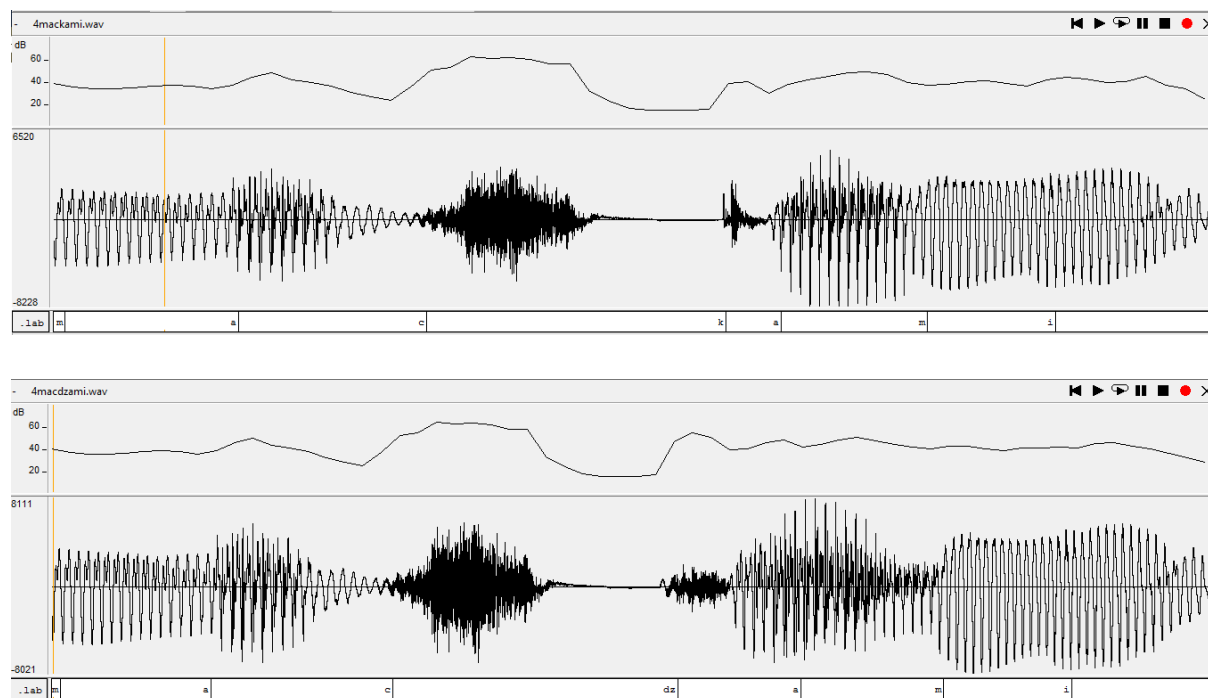
Średnia różnica poziomów mocy dla całego widma wynosi 1,2dB w związku ze zmianą R na NI. Oceniając moc dla częstotliwości do 10 000Hz największe odstępstwa są zauważalne dla częstotliwości z zakresu 2500-5500Hz. Dla tych częstości poziom mocy bodźca zaburzonego jest wyższy. Dla reszty częstotliwości różnice nie są już tak wyraźne.



rys. 33

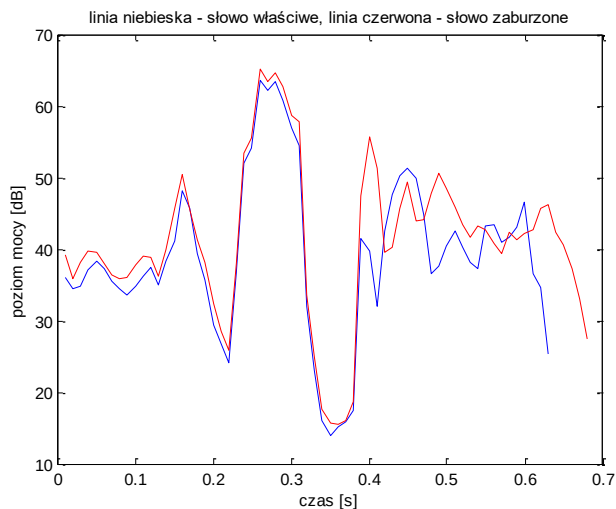
MACKAMI – MACDZAMI

Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcje dla słów MACKAMI i MACDZAMI przedstawiono na rys. 34.



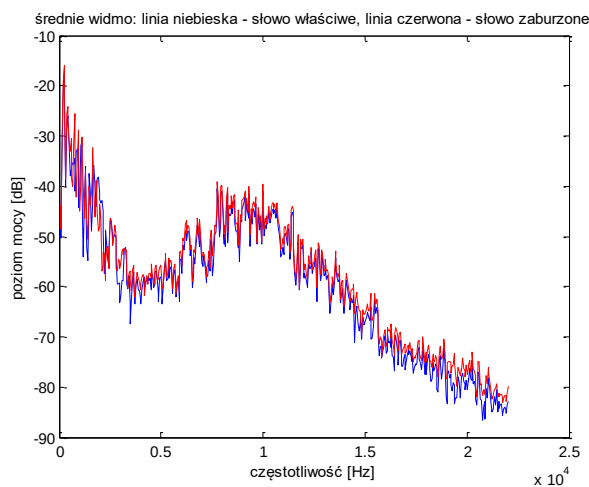
rys. 34 Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcja dla słów MACKAMI i MACDZAMI

	Mackami	Macdzami
F_0 [Hz]	min 163 max 230 średnia 198	min 164 max 230 średnia 194
Moc [dB]	max 63.6 średnia 51.8	max 65.3 średnia 53.1

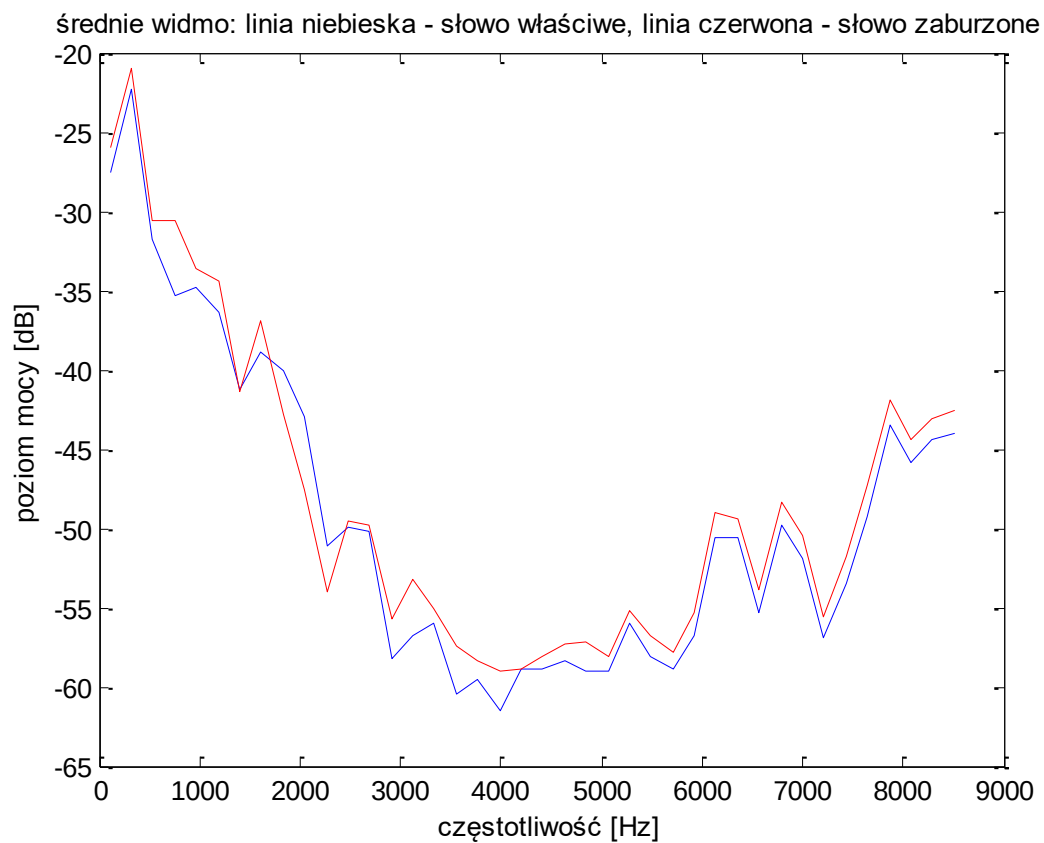


rys. 35 Poziomy mocy sygnałów w czasie (słowa MACKAMI - linia niebieska i MACDZAMI - linia czerwona)

Dla całego pasma analizowanych częstotliwości średnia różnica mocy wynosi 1,2dB.



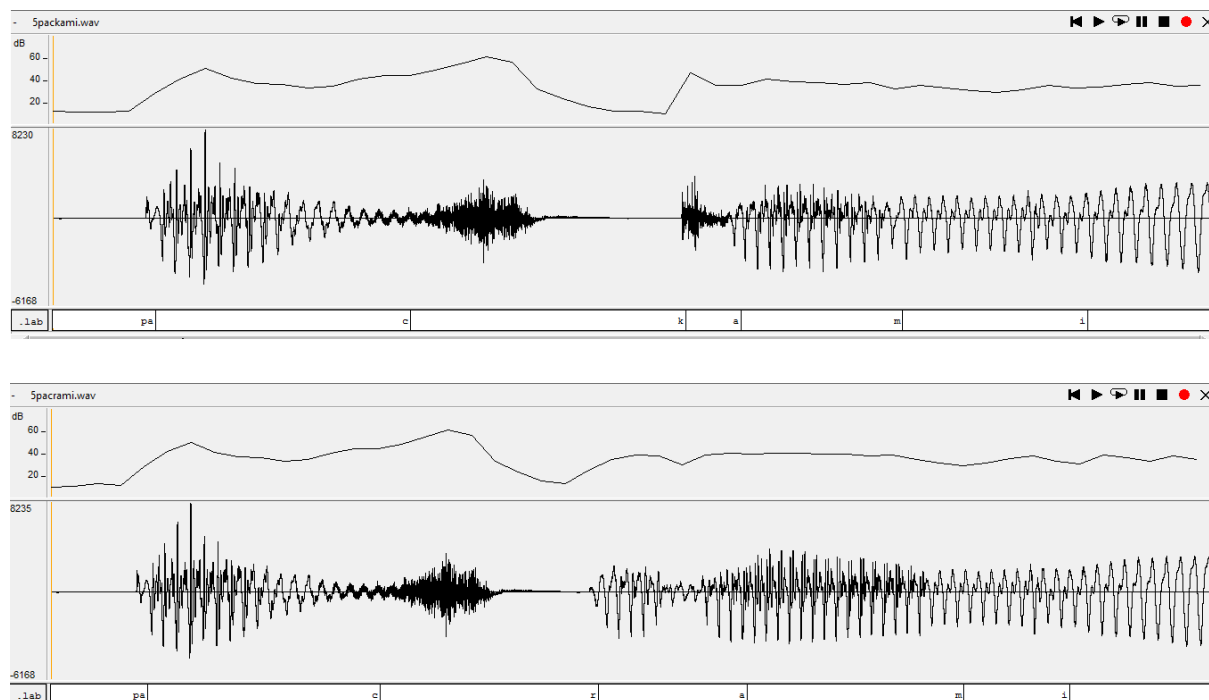
rys. 36 Widmo mocy (słowa MACKAMI - linia niebieska i MACDZAMI - linia czerwona)



rys. 37

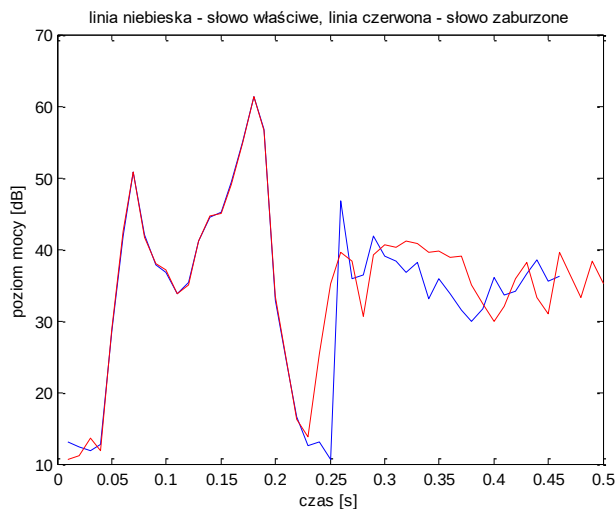
PACKAMI – PACRAMI

Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcje dla słów PACKA i PACRA przedstawiono na rys. 38.

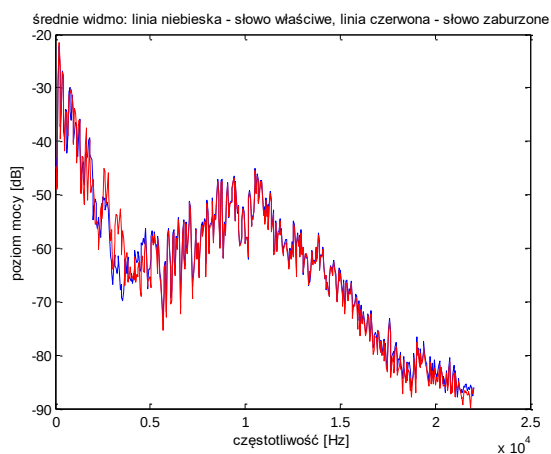


rys. 38 Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcja dla słów PACKAMI i PACRAMI

	Packami	Pacrami
F_0 [Hz]	min 166 max 204 średnia 178	min 166 max 203 średnia 183
Moc [dB]	max 61.3 średnia 47.5	max 61.3 średnia 47.2

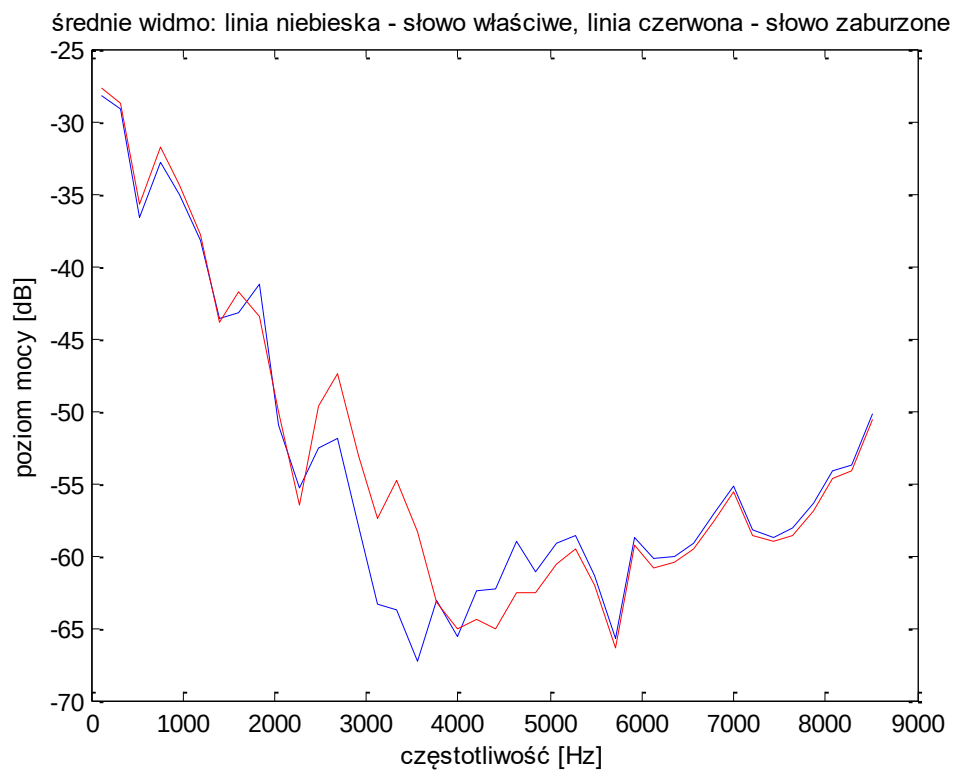


rys. 39 Poziomy mocy sygnałów w czasie (słowa PACKAMI - linia niebieska i PACRAMI - linia czerwona)



rys. 40 Widmo mocy (słowa PACKA - linia niebieska i PACRA - linia czerwona)

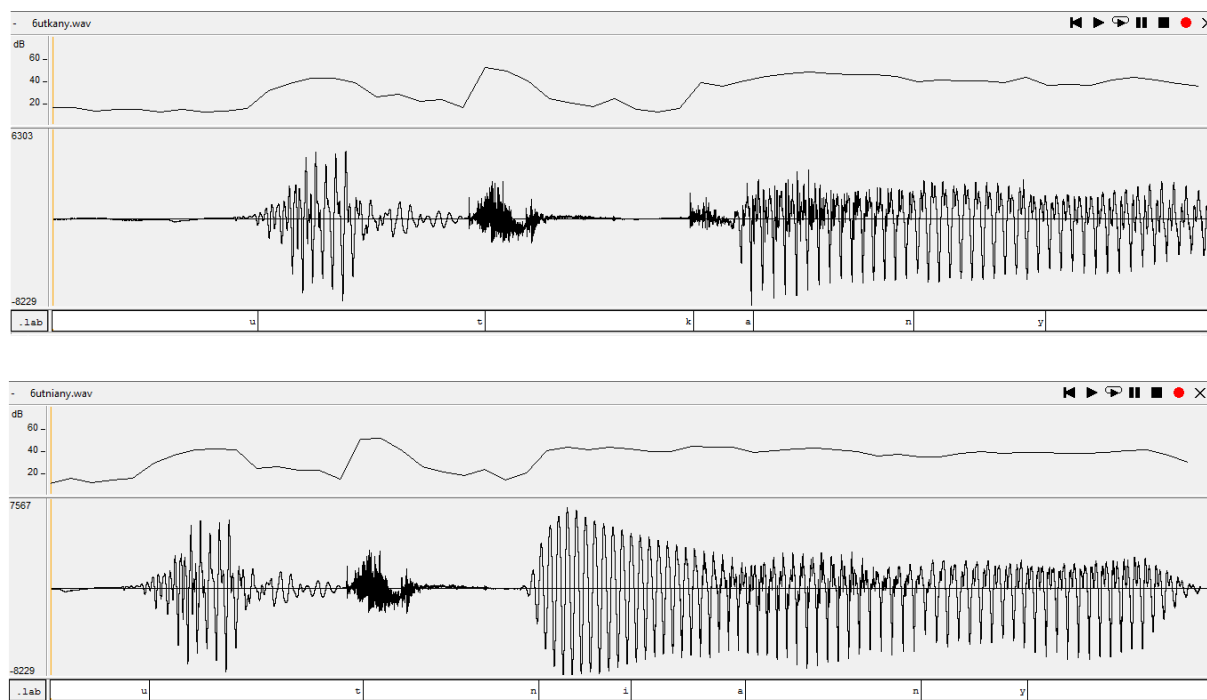
Średni poziom mocy sygnałów różni się o nieco ponad $0,2dB$. Największe różnice zauważalne są dla zakresu częstotliwości $2500-4000Hz$.



rys. 41

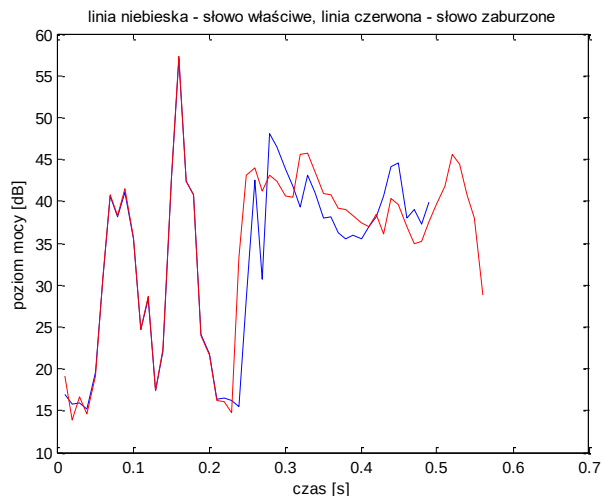
UTKANY – UTNIANY

Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcje dla słów UTKANY i UTNIANY przedstawiono na rys. 42.

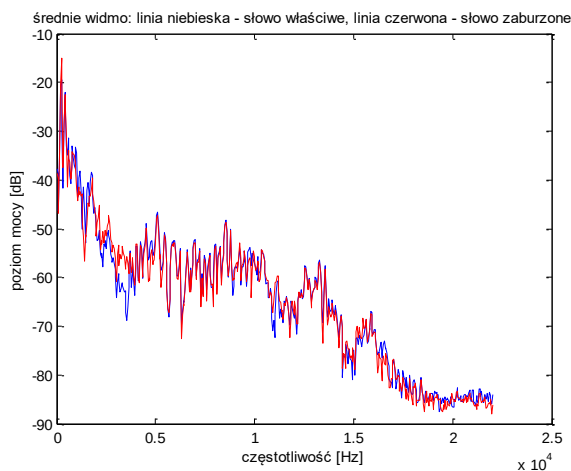


rys. 42 Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcja dla słów UTKANY i UTNIANY

	Utkany	Utniany
F_0 [Hz]	min 178	min 182
	max 217	max 243
	średnia 197	średnia 206
Moc [dB]	max 57.0	max 57.3
	średnia 42.8	średnia 42.8

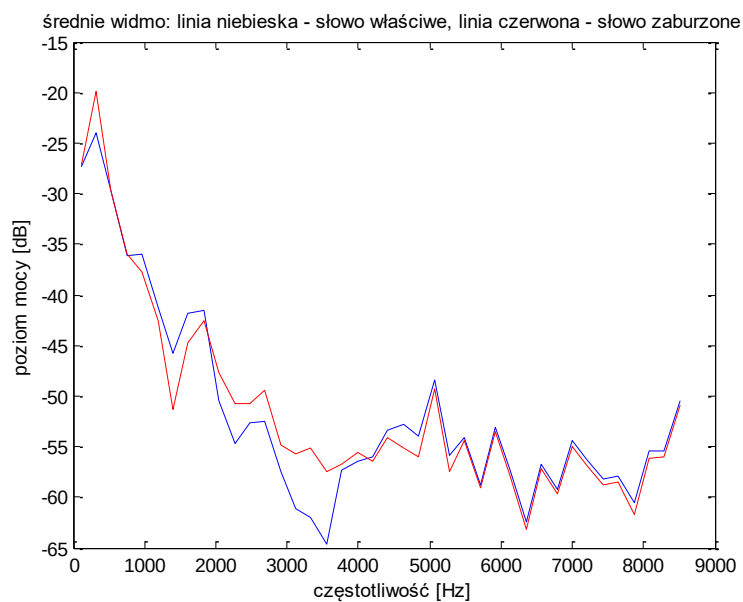


rys. 43 Poziomy mocy sygnałów w czasie (słowa UTKANY - linia niebieska i UTNIANY - linia czerwona)



rys. 44 Widmo mocy (słowa UTKANY - linia niebieska i UTNIANY - linia czerwona)

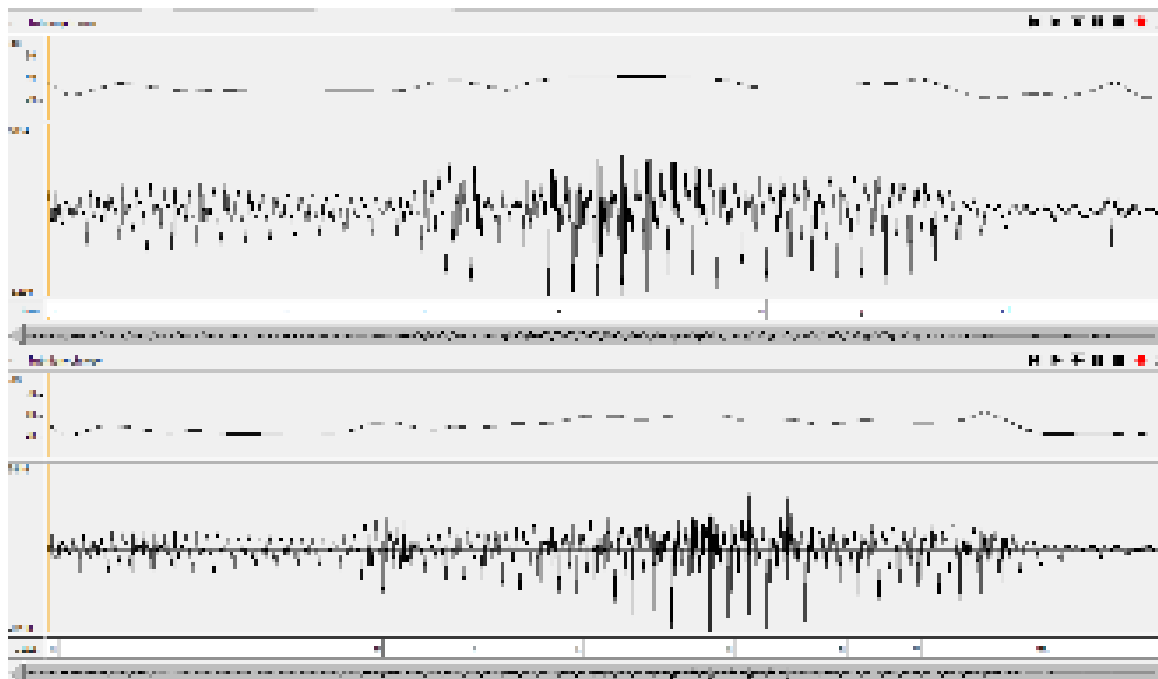
Średnia różnica poziomów mocy sygnałów wynosi niecały 0,1dB. Największe różnice zauważalne są dla zakresu częstotliwości 2000-4000Hz



rys. 45

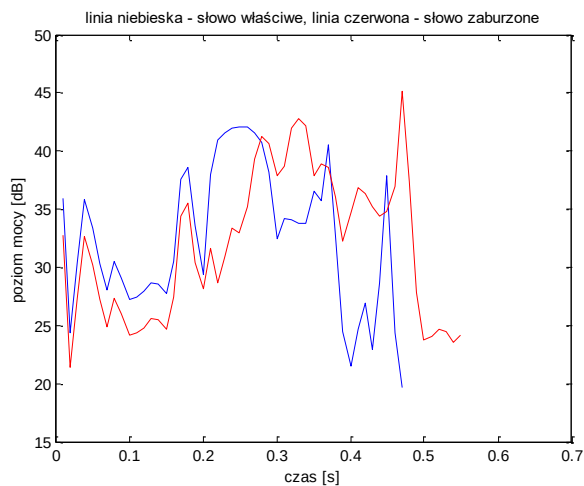
LEKTOR PP**UBRANYCH UBNIANYCH**

Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcje dla słów UBRANYCH i UBNIANYCH przedstawiono na rys. 46.

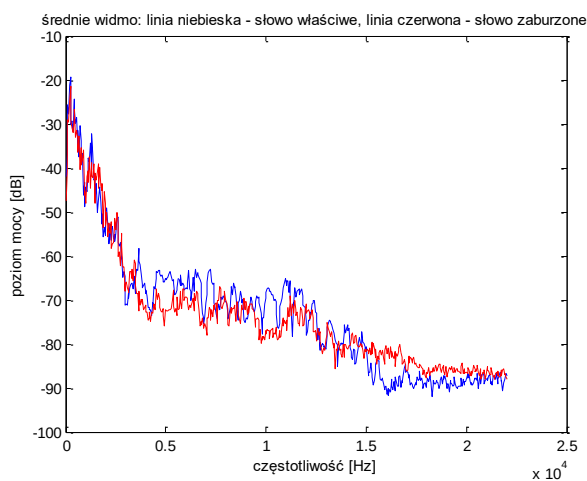


rys. 46 Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcja dla słów UBRANYCH i UBNIANYCH

	urbanych	ubnianych
F_0 [Hz]	min 75 max 105 średnia 98	min 76 max 109 średnia 103
Moc [dB]	max 42.1 średnia 36.1	max 45.2 średnia 36.0

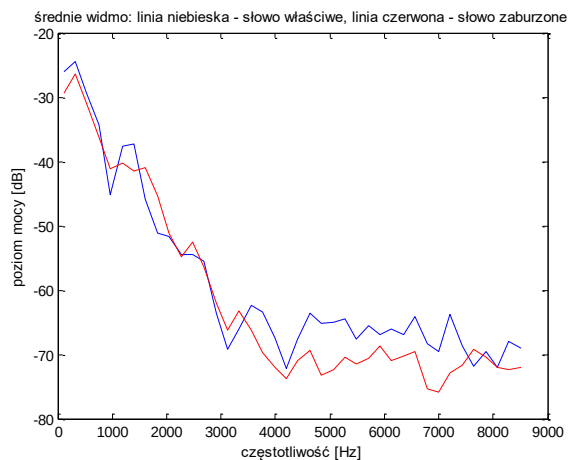


rys. 47 Poziomy mocy sygnałów w czasie (słowa UBRANYCH-linia niebieska i UBNIANYCH - linia czerwona)



rys. 48 Widmo mocy (słowa UBRANYCH - linia niebieska i UBNIANYCH - linia czerwona)

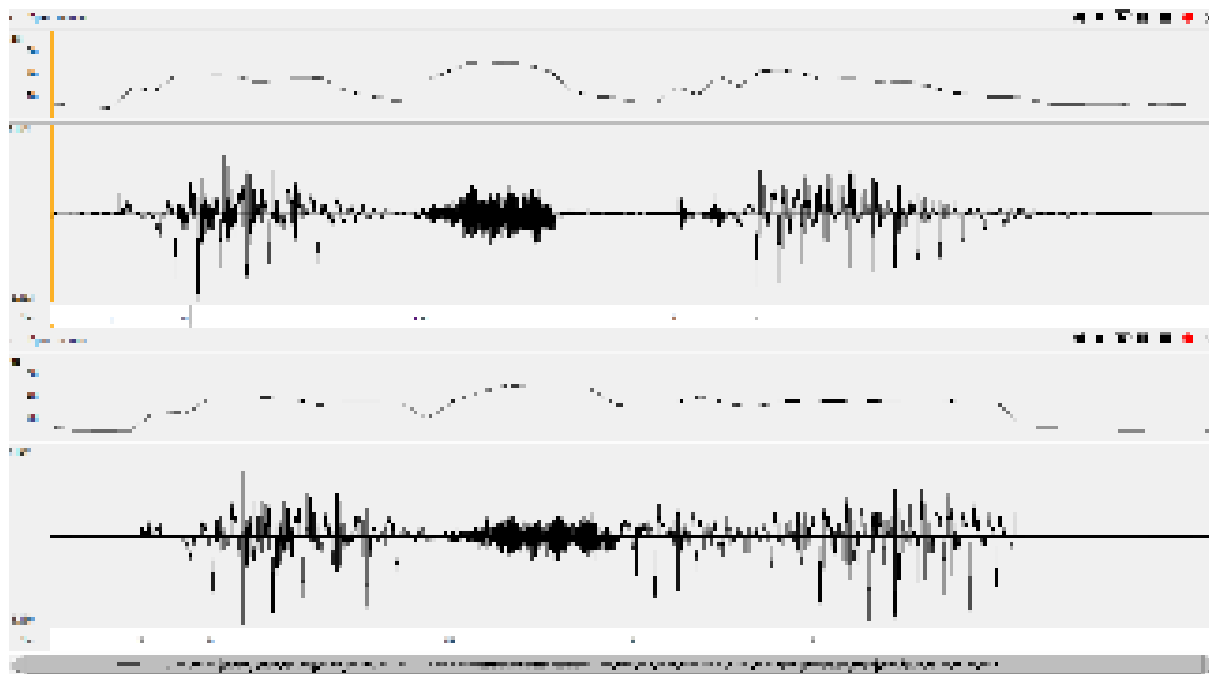
Średnia różnica poziomów mocy sygnałów wynosi 0,1dB. Największe różnice zauważalne są dla zakresu częstotliwości 5000-7500Hz



rys. 49

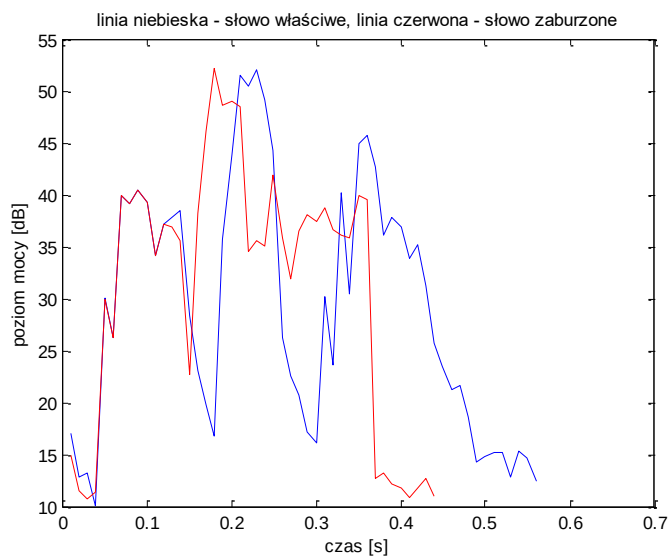
PACZKA PACZRA

Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcje dla słów PACZKA i PACZRA przedstawiono na rys. 50.

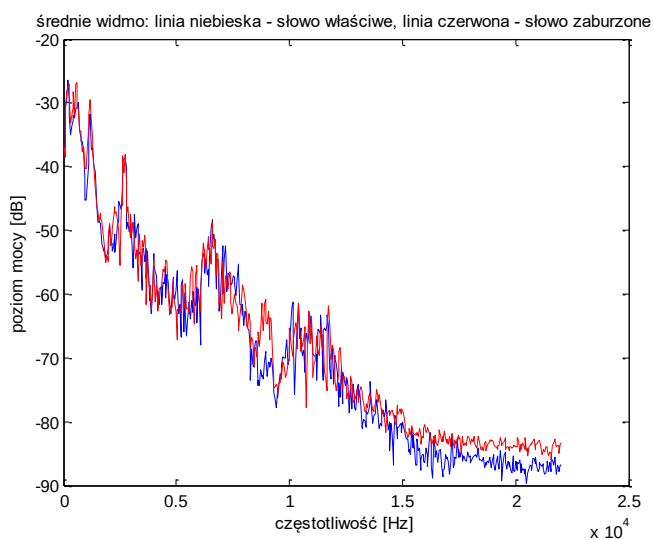


rys. 50 Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcja dla słów PACZKA i PACZRA

	paczka	paczra
F_0 [Hz]	min 84 max 96 średnia 90	min 85 max 131 średnia 103
Moc [dB]	max 52.0 średnia 41.2	max 52.2 średnia 41.2

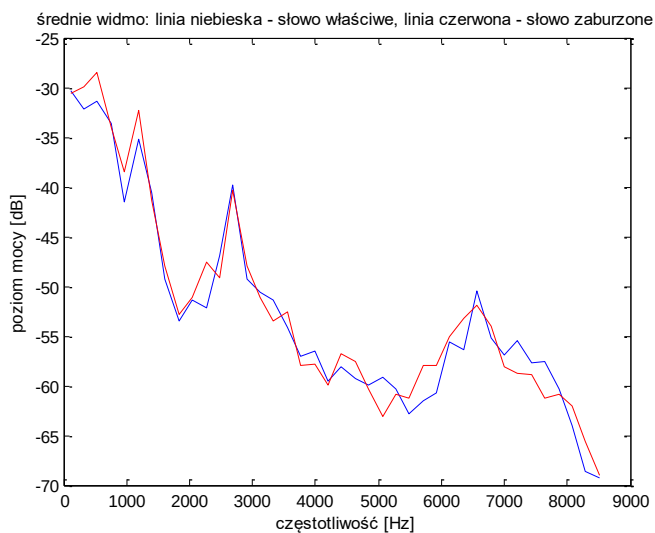


rys. 51 Poziomy mocy sygnałów w czasie (słowa PACZKA - linia niebieska i PACZRA - linia czerwona)



rys. 52 Widmo mocy (słowa PACZKA - linia niebieska i PACZRA - linia czerwona)

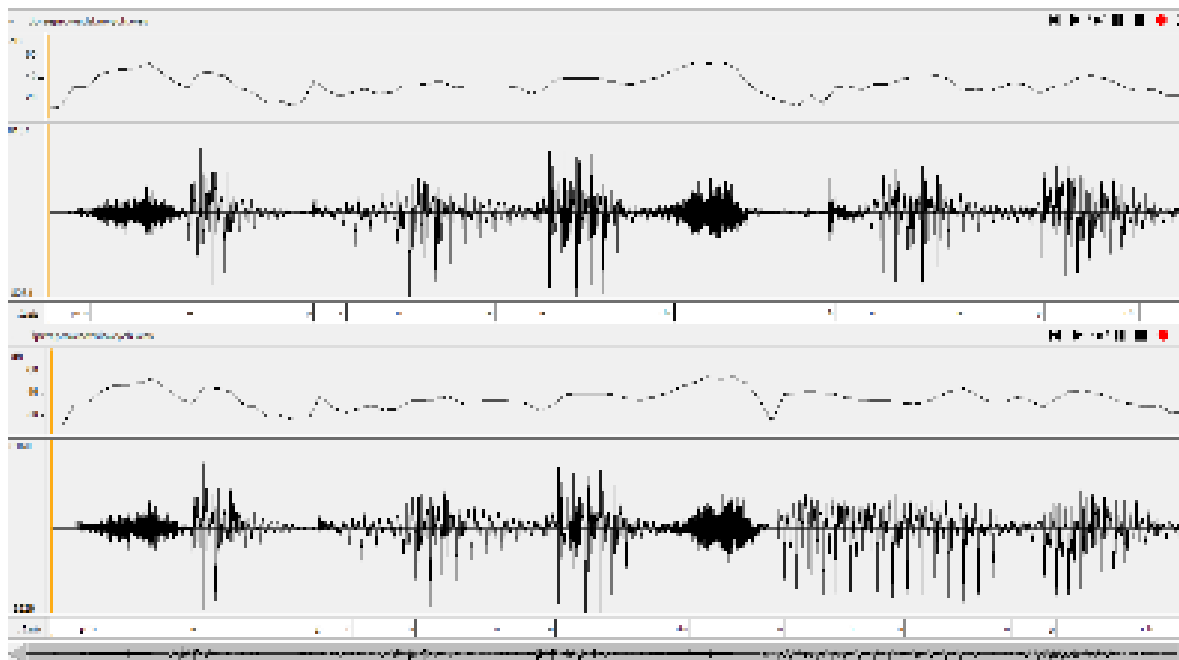
Średnia różnica poziomów mocy sygnałów wynosi niecały 0,1dB. Brak wyraźnych różnic (>3 dB) w poziomach mocy dla określonych pasm częstotliwości do 10 000Hz



rys. 53

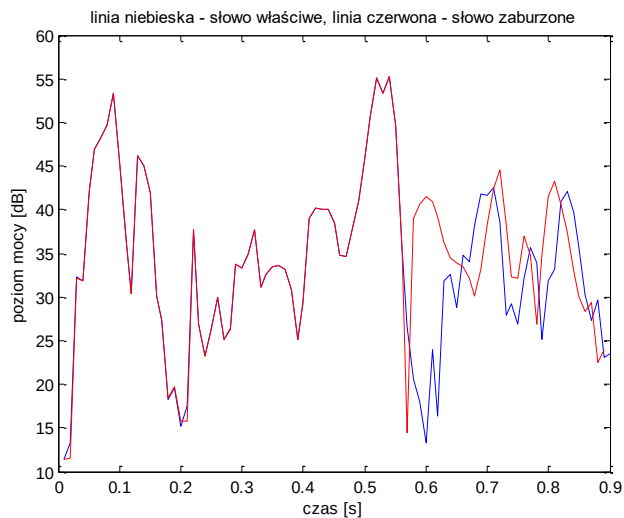
PRZEPROWADZKOWYCH PRZEPROWADZNIOWYCH

Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcje dla słów PRZEPROWADZKOWYCH i PRZEPROWADZNIOWYCH przedstawiono na rys. 54.

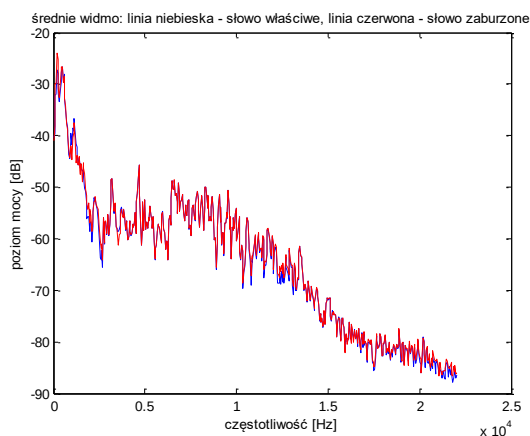


rys. 54 Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcja dla słów PRZEPROWADZKOWYCH i PRZEPROWADZNIOWYCH

	przeprowadzkowych	przeprowadzniowych
F_0 [Hz]	min 79 max 123 średnia 96	min 77 max 121 średnia 96
Moc [dB]	max 55.3 średnia 43.3	max 55.3 średnia 43.5

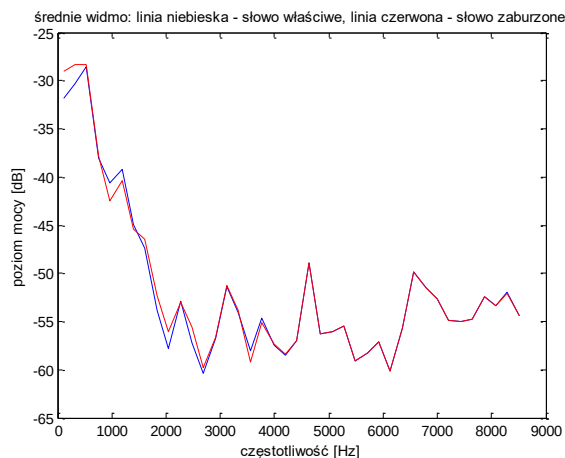


rys. 55 Poziomy mocy sygnałów w czasie (słowa PRZEPROWADZKOWYCH - linia niebieska i PRZEPROWADZNIOWYCH - linia czerwona)



rys. 56 Widmo mocy (słowa PRZEPROWADZKOWYCH - linia niebieska i PRZEPROWADZNIOWYCH - linia czerwona)

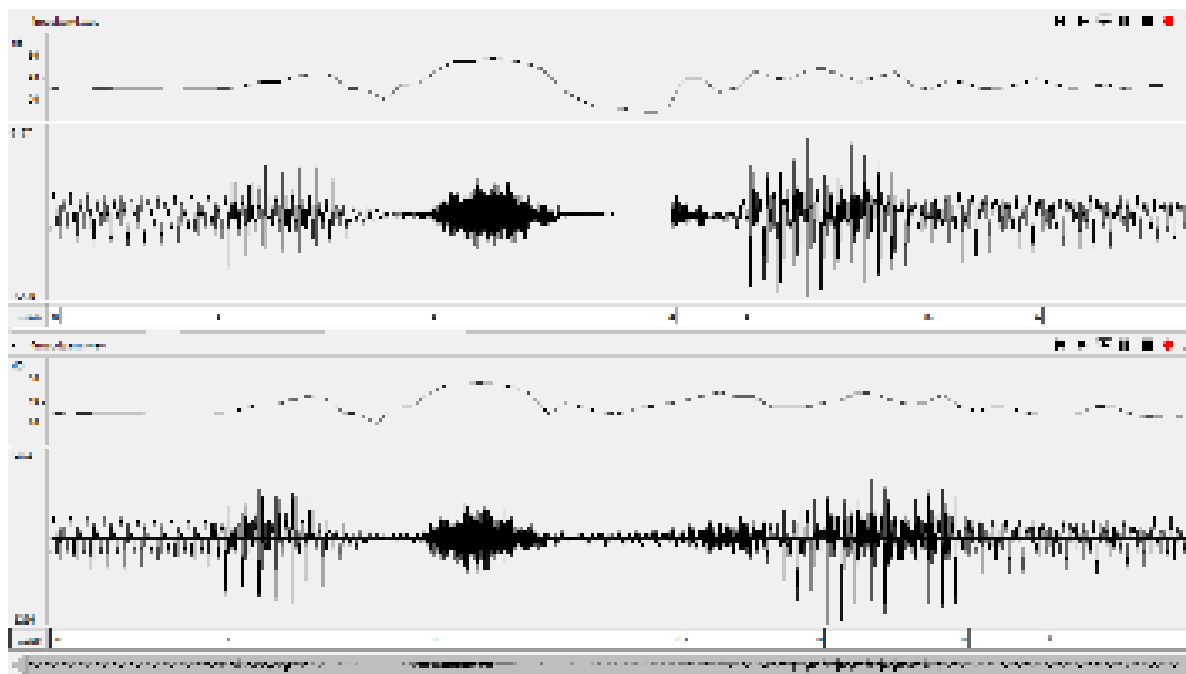
Średnia różnica poziomów mocy sygnałów wynosi niecałą $0,2\text{dB}$. Widma do $10\,000\text{Hz}$ praktycznie pokrywają się.



rys. 57

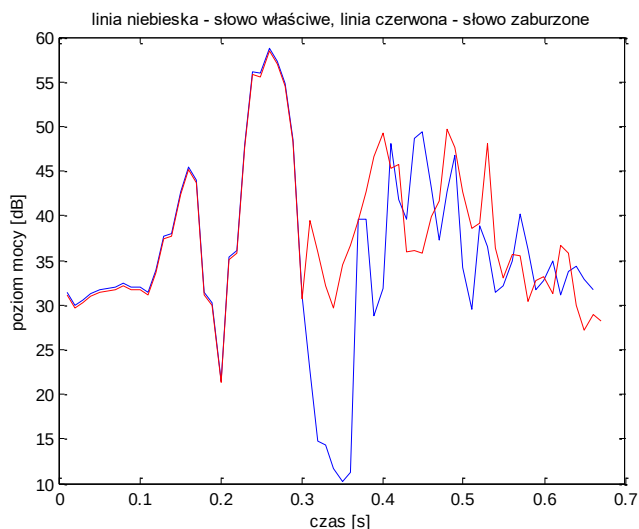
MACKAMI MACDZAMI

Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcje dla słów MACKAMI i MACDZAMI przedstawiono na rys. 58.

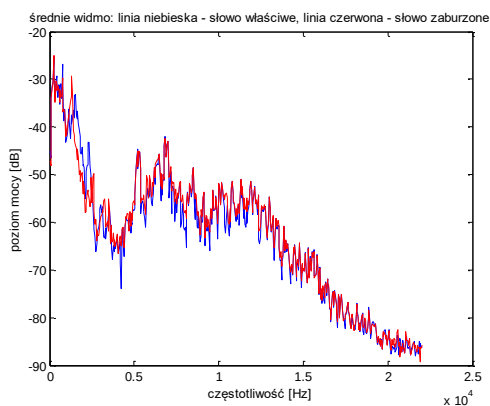


rys. 58 Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcja dla słów MACKAMI i MACDZAMI

	mackami	macdzami
F_0 [Hz]	min 102 max 127 średnia 113	min 96 max 126 średnia 109
Moc [dB]	max 58.8 średnia 46.7	max 58.5 średnia 46.6

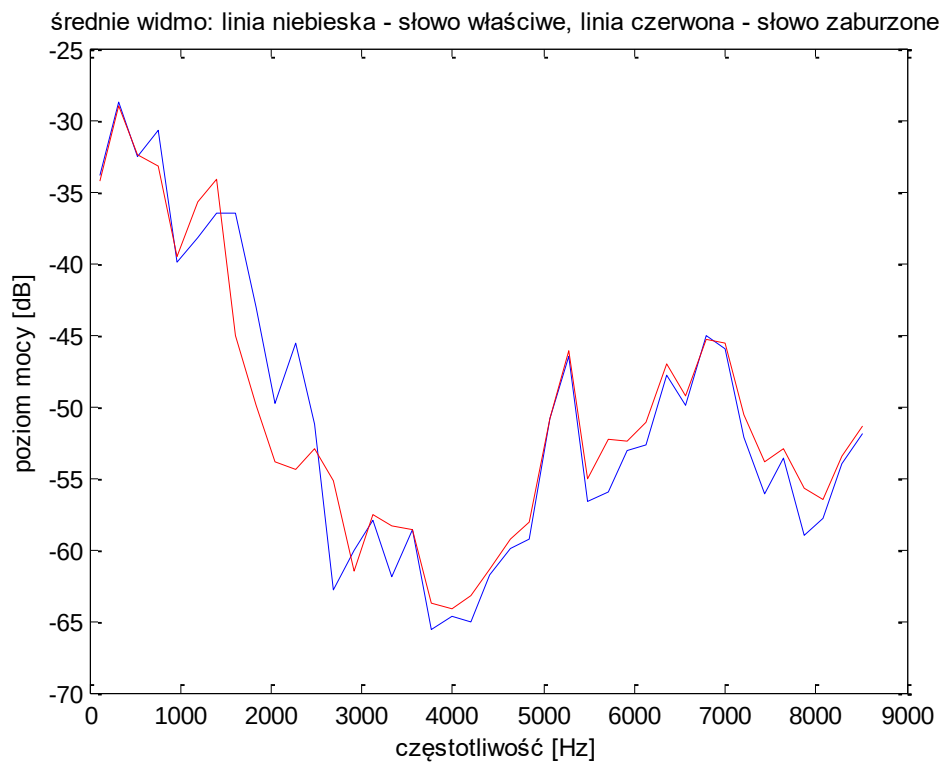


rys. 59 Poziomy mocy sygnałów w czasie (słowa MACKAMI - linia niebieska i MACDZAMI - linia czerwona)



rys. 60 Widmo mocy (słowa MACKAMI - linia niebieska i MACDZAMI - linia czerwona)

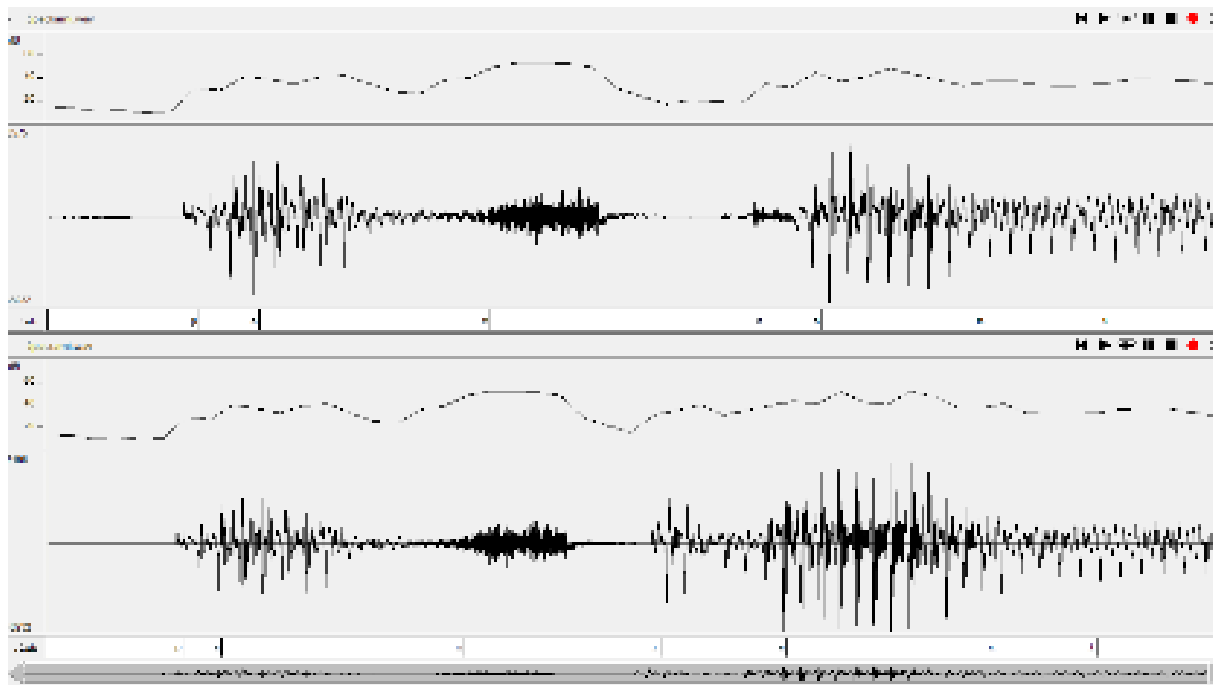
Średnia różnica poziomów mocy sygnałów wynosi 0,1dB. Największe różnice zauważyć można w zakresie częstotliwości 1500-2500Hz.



rys. 61

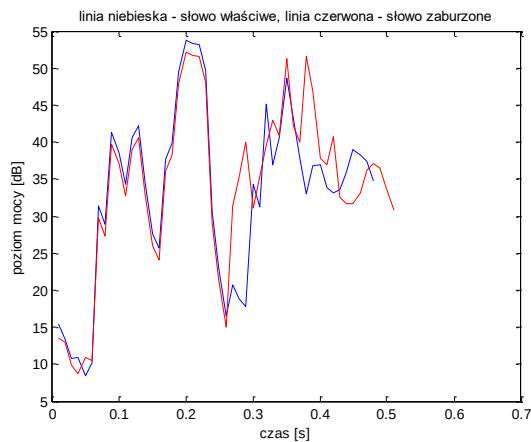
PACKAMI PACRAMI

Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcje dla słów PACKAMI i PACRAMI przedstawiono na rys. 62.

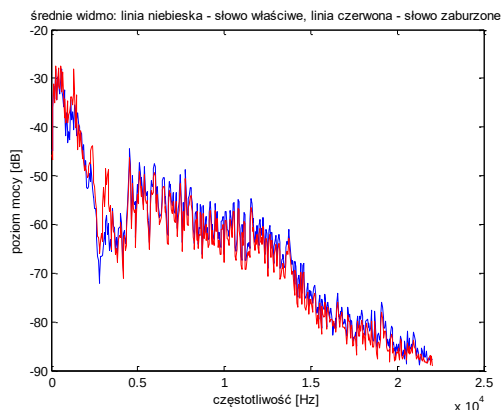


rys. 62 Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcja dla słów PACKAMI i PACRAMI

	packami	pacrami
F_0 [Hz]	min 105	min 105
	max 138	max 130
	średnia 116	średnia 118
Moc [dB]	max 53.8	max 52.2
	średnia 43.7	średnia 43.3

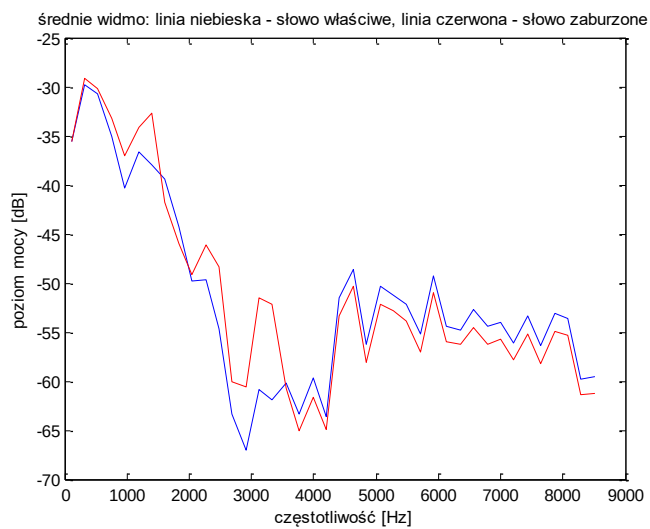


rys. 63 Poziomy mocy sygnałów w czasie (słowa PACKAMI-linia niebieska i PACRAMI - linia czerwona)



rys. 64 Widmo mocy (słowa PACKAMI - linia niebieska i PACRAMI - linia czerwona)

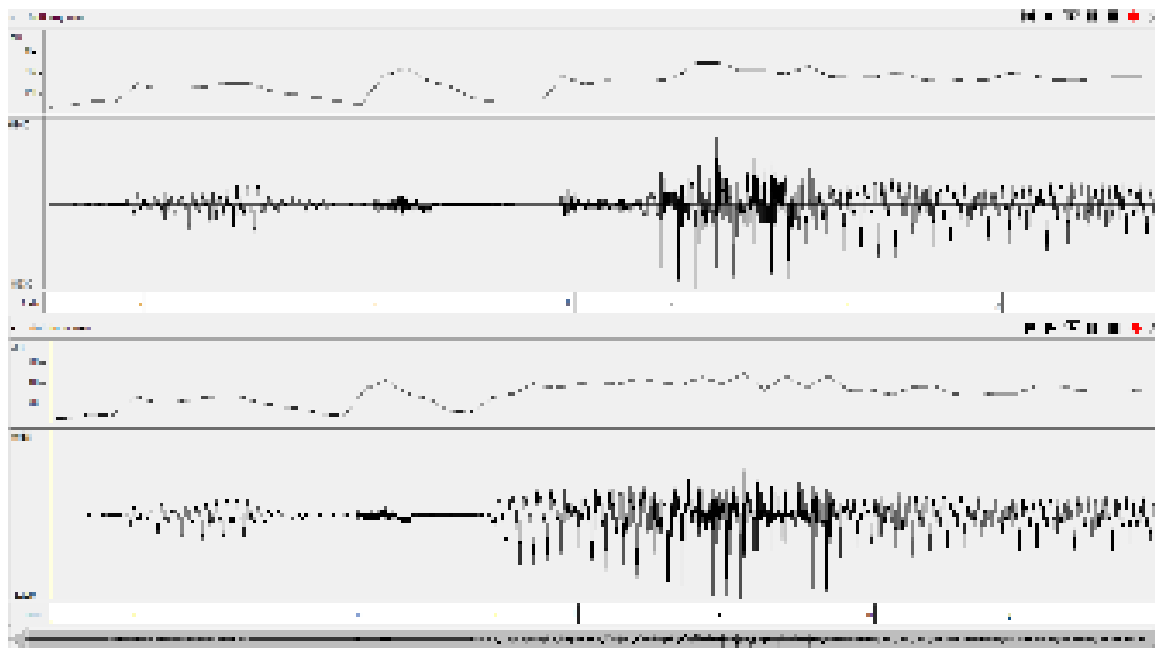
Średnia różnica poziomów mocy sygnałów wynosi nieco ponad $0,3dB$. Poziom mocy sygnału zaburzonego dla częstotliwości $3000-4000Hz$ jest większy. Dla pozostałych częstotliwości do $10\,000Hz$ można uznać, że widma są identyczne



rys. 65

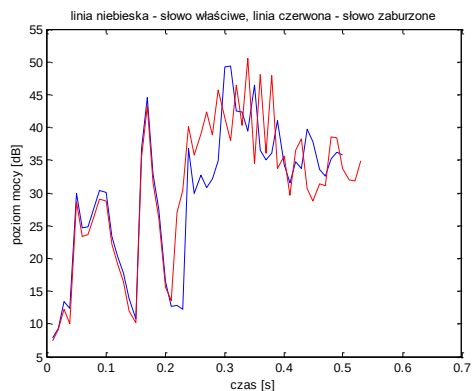
UTKANY UTNIANY

Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcje dla słów UTKANY i UTNIANY przedstawiono na rys. 66.

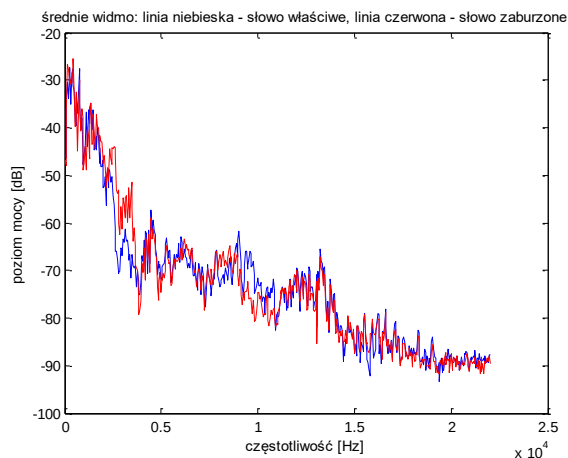


rys. 66 Przebieg czasowy, zmiany poziomu mocy w czasie oraz transkrypcja dla słów UTKANY i UTNIANY

	utkany	utniany
F_0 [Hz]	min 78	min 76
	max 127	max 165
	średnia 114	średnia 126
Moc [dB]	max 49.3	max 50.53
	średnia 38.8	średnia 39.6

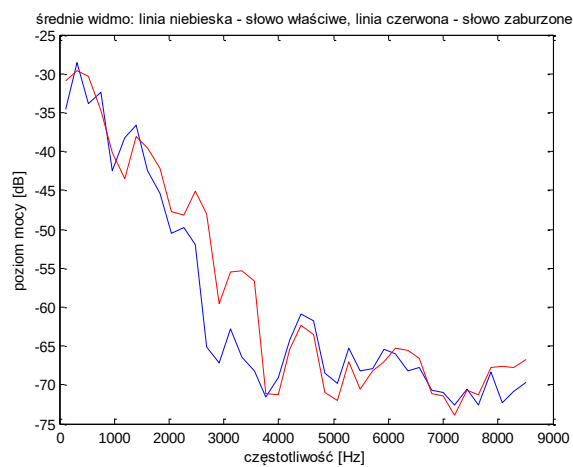


rys. 67 Poziomy mocy sygnałów w czasie (słowa UTKANY - linia niebieska i UTNIANY - linia czerwona)



rys. 68 Widmo mocy (słowa UTKANY-linia niebieska i UTNIANY-linia czerwona)

Średnia różnica poziomów mocy sygnałów wynosi $0,7\text{dB}$. Poziom mocy sygnału zaburzonego jest większy dla częstotliwości z zakresu ok $2500\text{-}3800\text{Hz}$.



rys. 69

Częstości występowania wykorzystanych sylab i sekwencji fonemów w słowniku i sprawdzenie konstrukcji logatomów

Bodźce mowne (językowe i logatomowe) przeanalizowano ze względu na częstości występowania sekwencji ich składowych segmentów w słowniku obejmującym niemal 70 tysięcy przetranskrybowanych fonemetycznie jednostek. Słownik ten nie zawiera jednak informacji frekwencyjnej, a znajdują się w nim zarówno jednostki bardzo częste, jak i bardzo rzadkie, niemal nie występujące we współczesnej polszczyźnie mówionej. Co więcej, wykorzystywany program nie analizuje możliwych zjawisk międzywyrazowych. Można przypuszczać, że wynika to z dwóch czynników. Po pierwsze, wymagałoby to zastosowania korpusu, którego transkrypcja uwzględniałaby zjawiska na granicach wyrazów (np. udźwięcznienia czy ubezdźwięcznienia). Po drugie, musiałby to być korpus spontanicznego języka mówionego o odpowiednio dużym rozmiarze (zgodnie z sugestią Śledzińskiego (2010) większy niż 0,5 mln wyrazów) – a dostępność takich korpusów dla polszczyzny jest nadal ograniczona. Analiza daje zatem pogląd na „systemową” możliwość wystąpienia danej sekwencji fonemów w leksykonie danego języka (w tym przypadku – polszczyzny) wewnątrz wyrazów. Warto podkreślić, że fleksyjność języka polskiego sprawia, że końcówki wyrazów mogą być adiustowane co umożliwia sprostanie wymogom relacji, w które wchodzi z wyrazami następującymi po nich (również poprzedzającymi je, chociaż ten przypadek jest tutaj mniej istotny). Na przykład, przed rzeczownikiem rodzaju żeńskiego w liczbie pojedynczej przymiotnik będzie przybierał odpowiednią końcówkę (-a) niezależnie od fonematyki nagłosu rzeczownika (choć nie można wykluczyć – a wręcz należy spodziewać się – interakcji artykulacyjnej, pojawienia się wariantów alofonicznych, itd.). Co więcej, mimo całej elastyczności polskiego szyku zdania, i tutaj istnieją pewne sekwencje, które można uznać za „składniowo preferowane” (np. w wypowiedziach o wyższym stopniu neutralności). Trudno pominąć tutaj i czynnik semantyczny.

Można zatem zakładać, że wszystkie te czynniki mogą łącznie kształtować oczekiwania odbiorcy co do możliwości pojawienia się danego segmentu w danej części wypowiedzi, i należałoby je rozpatrywać w pewnym zakresie kumulatywnie: dłuższy kontekst poprzedzający w wyższym stopniu – semantycznie, syntaktycznie, leksykalnie itd. – determinuje pojawienie się danego wyrazu (a co za tym idzie, konkretnego segmentu). Wyniki poniższych analiz mają zatem jedynie charakter orientacyjny i wstępny. Uwzględniają one głównie sekwencje wewnątrzwyrazowe, co

może być problematyczne w przypadku bodźców logatomowych. Jakkolwiek granice pseudowyrazów są i tam w pewnym stopniu sugerowane przez rytm i intonację, lecz faktycznie nie możemy mieć pewności, czy i w jaki sposób podzielił je uczestnik badania.

Wykorzystane tutaj oprogramowanie wraz ze słownikiem udostępniono przez autora, dra Daniela Śledzińskiego z IJ UAM w Poznaniu.

Sprawdzono liczby wystąpień krytycznych połączeń sylabowych. W słowniku nie znaleziono żadnych wewnątrzwyrazowych sekwencji sylabicznych /ubn'a/, /pat^Sra/, /var^zn'o/, /vad^zn'o/, /man'py/, /mat^sd^za/, /pat^sra/ i /pjes'd^zo/, zaś sekwencja /utn'a/ wystąpiła sześć razy, co można uznać za występowanie rzadkie, gdyż wszystkich sekwencji /samogłoska + spółgłoska płozywna + spółgłoska nosowa + samogłoska/ program znalazł 2857, zaś uogólnionej sekwencji CVVC w wystąpieniach wewnątrzwyrazowych odnalazł 43.859. Sekwencji typu CVCV było nieco więcej (48.561). Trudno przewidzieć, czy w ciągłej mowie spontanicznej byłoby ich więcej.

W przypadku sekwencji alofonowych dokonano podobnej analizy pseudowyrazu poprzedzającego target, wydzielonego przy założeniu, że segmentacja w percepcji wypowiedzi logatomowych miała podobny przebieg. W większości przypadków były to sekwencje, które nie stanowiły wyrazów ani części wyrazów z wykorzystywanego słownika, co potwierdza ich logatomowy charakter. Wyjątek stanowiła sekwencja /ravo/, która pojawiła się w korpusie 66 razy (wobec łącznej liczby sekwencji CVCV wynoszącej – jak podano wyżej – 48.561).

Dodatkowo, skonfrontowano zawartość fonematyczną wypowiedzi z listami najczęściej występujących w w/w słowniku difonów i trifonów (Śledziński 2010:88 – zob. tablice poniżej). Warto odnotować, że dane te noszą pewne znamiona „słownikowości”: występowanie niektórych sekwencji fonemowych wydaje się zdeterminowane pojawianiem się ich w formach podstawowych wyrazów – formach, które w użyciu mogą pojawiać się znacznie rzadziej niż zależne. Te ostatnie zaś mogą w słowniku w ogóle się nie pojawiać. Niektóre z wykorzystanych w krytycznych częściach bodźców sylab pojawiają się na liście najczęstszych difonów (m.in. /ra/, /ta/, /n'i/), co jednak nie zachodzi w przypadku trifonów i sylab trójsegmentowych.

Prawdopodobieństwa wystąpienia klas wysokości dźwięku w prezentowanych bodźcach

Przyjmuje się, że nasza reakcja emocjonalna na dźwięki składające się na słuchaną melodię zależy od tego, w jakim stopniu spełnione zostają nasze oczekiwania co do następujących po sobie dźwięków (Huron, 2006). Oczekiwania te kształtowane są w sposób nieświadomy najprawdopodobniej podczas trwającej w naszym życiu ekspozycji na bodźce muzyczne. Proces ten określany jest mianem uczenia się implicytnego hierarchii tonalnej (Tillmann et al., 2000) i polega na nieświadomym tworzeniu wiedzy utajonej co do częstości występowania określonych następstw klas wysokości dźwięku (Pearce i Wiggins, 2006). Im częściej dane następstwo występuje w bodźcach muzycznych, z którymi mamy kontakt w życiu, tym bardziej następstwo takie jest spodziewane przez nasz układ poznawczy. Innymi słowy układ nerwowy dokonuje przewidywań, w których następstwo każdej klasy wysokości dźwięku można rozumieć w kategoriach prawdopodobieństwa wystąpienia tej klasy wysokości dźwięku. Z perspektywy teorii informacji wystąpienie dźwięku, który jest bardzo mało prawdopodobny traktuje się jako zdarzenie o dużej zawartości informacyjnej, podczas gdy dźwięk, którego wystąpienie jest bardzo prawdopodobne traktuje się jako dźwięki o niewielkiej zawartości informacyjnej. Aby dokonać oceny tych parametrów stworzono specjalne oprogramowanie (Pearce, 2005), które na podstawie dostępnych korpusów muzyki, jaka obecna jest w kulturze zachodniej, wylicza prawdopodobieństwo oraz zawartość informacyjną dla wskazanych klas wysokości dźwięku (Pearce i Wiggins, 2004). Dla celów eksperymentu posłużono się wskazanym oprogramowaniem, aby porównać prawdopodobieństwa oraz zawartość informacyjną dźwięków w bodźcach muzycznych prezentowanych osobom badanym.

Poniżej przedstawione zostały w trzech kolumnach wartości odpowiednio prawdopodobieństwa wystąpienia, zawartości informacyjnej oraz entropi dla każdej kolejnej klasy wysokości dźwięku w prezentowanym osobom badanym zestawie bodźców muzycznych. Dla porównania na czerwonym tle wyróżniono wartości wszystkich trzech parametrów dla tych klas wysokości dźwięku, które stanowiły błąd tonalny natomiast na zielonym tle wyróżniono wartości wszystkich trzech parametrów dla tych klas wysokości dźwięku, które w prezentowanych melodiach występowały dokładnie w tych samych miejscach co błąd tonalny, ale były zgodne z regułami tonalnymi.

	Zawartość	
Prawdopodobieństwo	informacyjna	Entropia
0,022727	5,459432	5,459430
0,197325	2,341357	3,074595
0,431738	1,211773	2,470690
0,189310	2,401175	2,458217
0,321918	1,635235	2,491388
0,169095	2,564091	2,449212
0,142687	2,809073	2,506814
0,085742	3,543847	2,477349
0,224675	2,154091	3,127557
0,451474	1,147286	2,335537
0,221758	2,172945	2,670724
0,199267	2,327224	2,282358
0,192056	2,380400	2,569436
0,362181	1,465216	2,465296
0,271787	1,879449	2,345998
0,250194	1,998878	2,095104
0,740884	0,432681	1,813059
0,195503	2,354735	2,442591
0,022727	5,459432	5,45943
0,197349	2,341176	3,074572
0,431794	1,211584	2,470562
0,189289	2,401341	2,458134
0,321910	1,635271	2,491431
0,169120	2,563877	2,449262
0,142669	2,809255	2,506885
0,085744	3,543823	2,477390
0,000890	10,13355	2,972387
0,021815	5,518526	2,533859
0,739948	0,434504	1,523115
0,275069	1,862135	2,498102
0,143298	2,802909	2,446029
0,324497	1,623725	2,514502
0,382701	1,385710	2,454137
0,164330	2,605334	2,293504
0,740950	0,432552	1,812783
0,210029	2,251341	2,477449
0,022727	5,459432	5,459430
0,125482	2,994445	3,074824
0,094052	3,410402	3,004585
0,240393	2,056535	3,045936

0,298894	1,742295	3,054943
0,122522	3,028884	2,994237
0,131282	2,929255	2,454656
0,299261	1,740522	3,041499
0,198416	2,333400	2,677194
0,167608	2,576839	2,513690
0,268532	1,896836	2,436711
0,178662	2,484695	2,460103
0,236811	2,078191	2,469181
0,287550	1,798115	2,510821
0,204424	2,290362	2,348269
0,097709	3,355371	2,376358
0,022727	5,459432	5,459430
0,125496	2,994289	3,074822
0,094054	3,410368	3,004502
0,240383	2,056594	3,045910
0,298878	1,742373	3,054878
0,122545	3,028621	2,994191
0,131282	2,929255	2,454656
0,299266	1,740499	3,041492
0,198433	2,333273	2,677138
0,167603	2,576879	2,513577
0,268532	1,896836	2,436711
0,000508	10,94317	2,391905
0,420666	1,249254	1,791167
0,271975	1,878452	2,630181
0,107034	3,223856	1,726967
0,135131	2,887571	2,539457
0,022727	5,459432	5,459430
0,296102	1,755835	2,575493
0,056300	4,150720	2,42013
0,278765	1,842880	2,999811
0,180753	2,467906	3,073423
0,444279	1,170462	2,407567
0,083343	3,584798	2,455371
0,275009	1,862449	2,946232
0,322003	1,634856	2,944902
0,139947	2,837047	3,243430
0,352455	1,504487	2,654923
0,226398	2,143069	2,518201
0,162407	2,622311	2,343805
0,293322	1,769444	2,561225
0,022727	5,459432	5,459430
0,296110	1,755796	2,575539

0,056297	4,150811	2,420445
0,278764	1,842885	2,999817
0,180766	2,467804	3,073418
0,444318	1,170336	2,407480
0,083330	3,585017	2,455236
0,275006	1,862465	2,946190
0,321963	1,635034	2,944961
0,001262	9,630262	3,030141
0,016461	5,924781	2,352433
0,739980	0,434441	1,522958
0,101766	3,296671	1,912263
0,252373	1,986372	2,886251
0,022727	5,459432	5,459430
0,010964	6,511100	2,575526
0,048373	4,369661	2,782831
0,194878	2,359354	2,643955
0,167849	2,574769	2,625409
0,286766	1,802054	2,468874
0,594935	0,749196	1,673943
0,443808	1,171993	2,315614
0,132318	2,917916	2,357185
0,257010	1,960106	3,01221
0,752136	0,410935	1,373228
0,408692	1,290915	2,410796
0,187232	2,417100	2,312377
0,151114	2,726293	2,511971
0,022727	5,459432	5,459430
0,010962	6,511359	2,575466
0,048373	4,369666	2,782834
0,194890	2,359272	2,643959
0,167830	2,574930	2,625416
0,286768	1,802046	2,468868
0,594937	0,749190	1,673937
0,443812	1,171979	2,315565
0,132294	2,918180	2,357226
0,017922	5,802131	2,762341
0,108744	3,200995	2,075209
0,427375	1,226426	2,492612
0,081572	3,615776	2,158134
0,089640	3,479715	2,369018
0,022727	5,459432	5,459430
0,019232	5,700358	2,575505
0,665781	0,586880	1,750922
0,091707	3,446825	2,935137

0,107331	3,219856	3,024249
0,242492	2,043990	3,100768
0,194738	2,360394	3,036047
0,535995	0,899709	2,250873
0,386500	1,371459	2,453262
0,492079	1,023039	2,350196
0,076646	3,705649	3,138792
0,038275	4,707459	2,796868
0,246154	2,022366	2,798452
0,197045	2,343401	3,130722
0,549666	0,863373	1,671215
0,022727	5,459432	5,459430
0,019232	5,70033	2,575494
0,665786	0,586871	1,750907
0,091701	3,446917	2,935146
0,107331	3,219857	3,024285
0,242498	2,043955	3,100794
0,194699	2,360682	3,036144
0,535969	0,899778	2,250947
0,386559	1,371240	2,453089
0,001933	9,015199	1,930899
0,000171	12,51272	2,217538
0,021848	5,516377	3,067789
0,237468	2,074198	2,826641
0,189060	2,403081	3,108563
0,399998	1,321937	1,982265
0,022727	5,459432	5,459430
0,283798	1,817063	3,074551
0,021834	5,517311	3,051985
0,199581	2,324951	3,122784
0,036100	4,791846	2,581276
0,378541	1,401477	2,786439
0,147584	2,760390	3,162417
0,487845	1,035505	2,232805
0,295367	1,759421	2,938755
0,325893	1,617529	3,075625
0,054630	4,194158	3,115296
0,216573	2,207074	3,274524
0,402506	1,312917	2,547805
0,233203	2,100342	2,498720
0,173263	2,528962	2,204023
0,190037	2,395646	2,285642
0,455254	1,135256	2,341049
0,022727	5,459432	5,459430

0,283787	1,817121	3,074613
0,021834	5,517262	3,052054
0,199966	2,322177	3,116436
0,035976	4,796813	2,577165
0,378538	1,401489	2,786459
0,147584	2,760392	3,162474
0,487851	1,035487	2,232791
0,295356	1,759476	2,938805
0,325880	1,617587	3,075683
0,054633	4,194089	3,115353
0,001349	9,533864	3,062659
0,020795	5,587646	2,271581
0,740098	0,434211	1,523015
0,264735	1,917379	2,510077
0,204387	2,290622	2,480651
0,454318	1,138225	2,345949

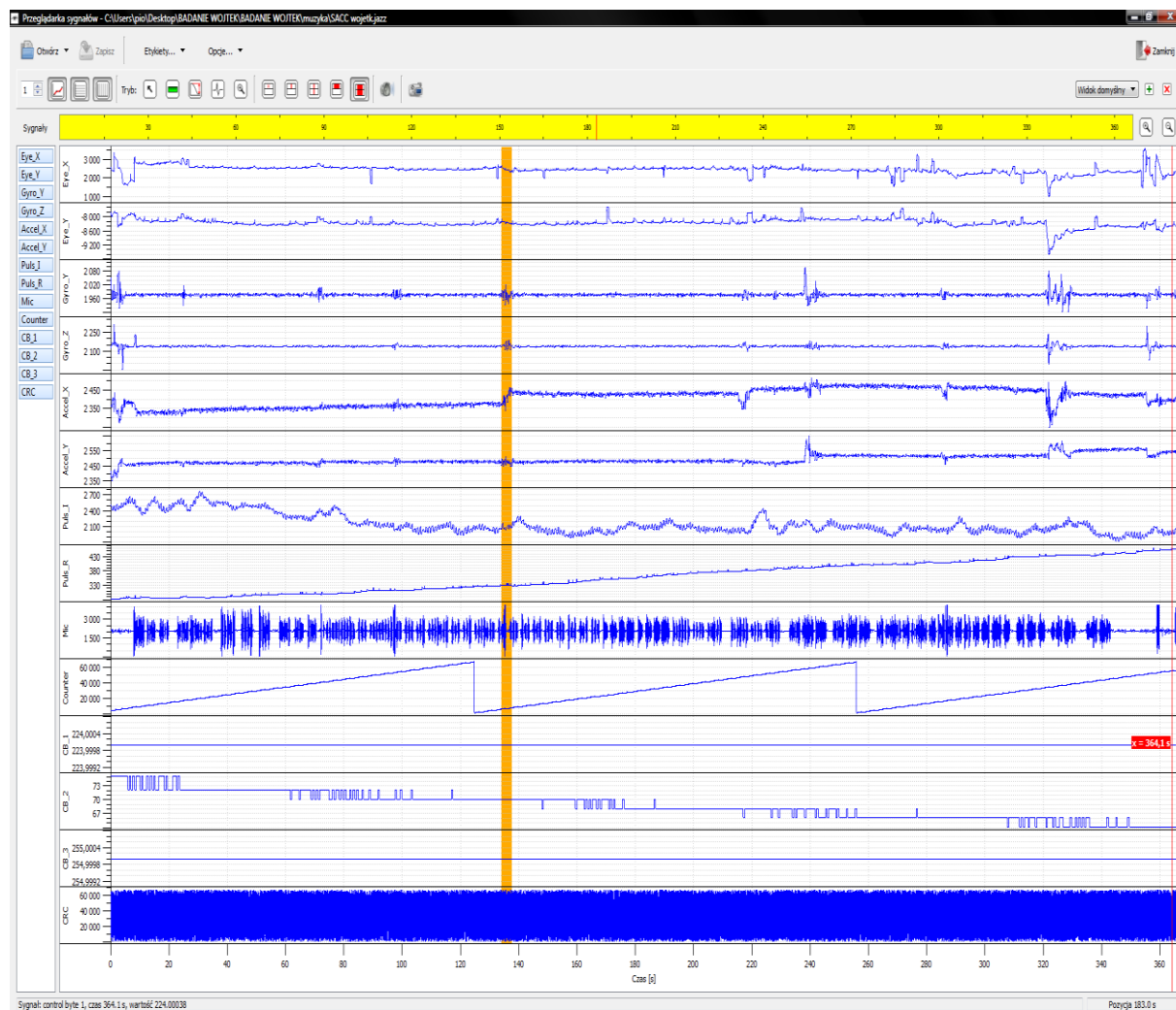
Poniżej przedstawione zostały średnie wartości prawdopodobieństwa wystąpienia i zawartości informacyjnej dla klas wysokości dźwięku, które stanowiły błąd tonalny (na czerwonym tle) oraz dla tych, które były poprawne pod względem tonalnym, ale występowały w tych samych miejscach w melodiach kontrolnych, co błędy w melodiach z błędami.

	Zawartość	
Prawdopodobieństwo	informacyjna	
0,251490892	2,111008383	
0,003977261	9,176362700	

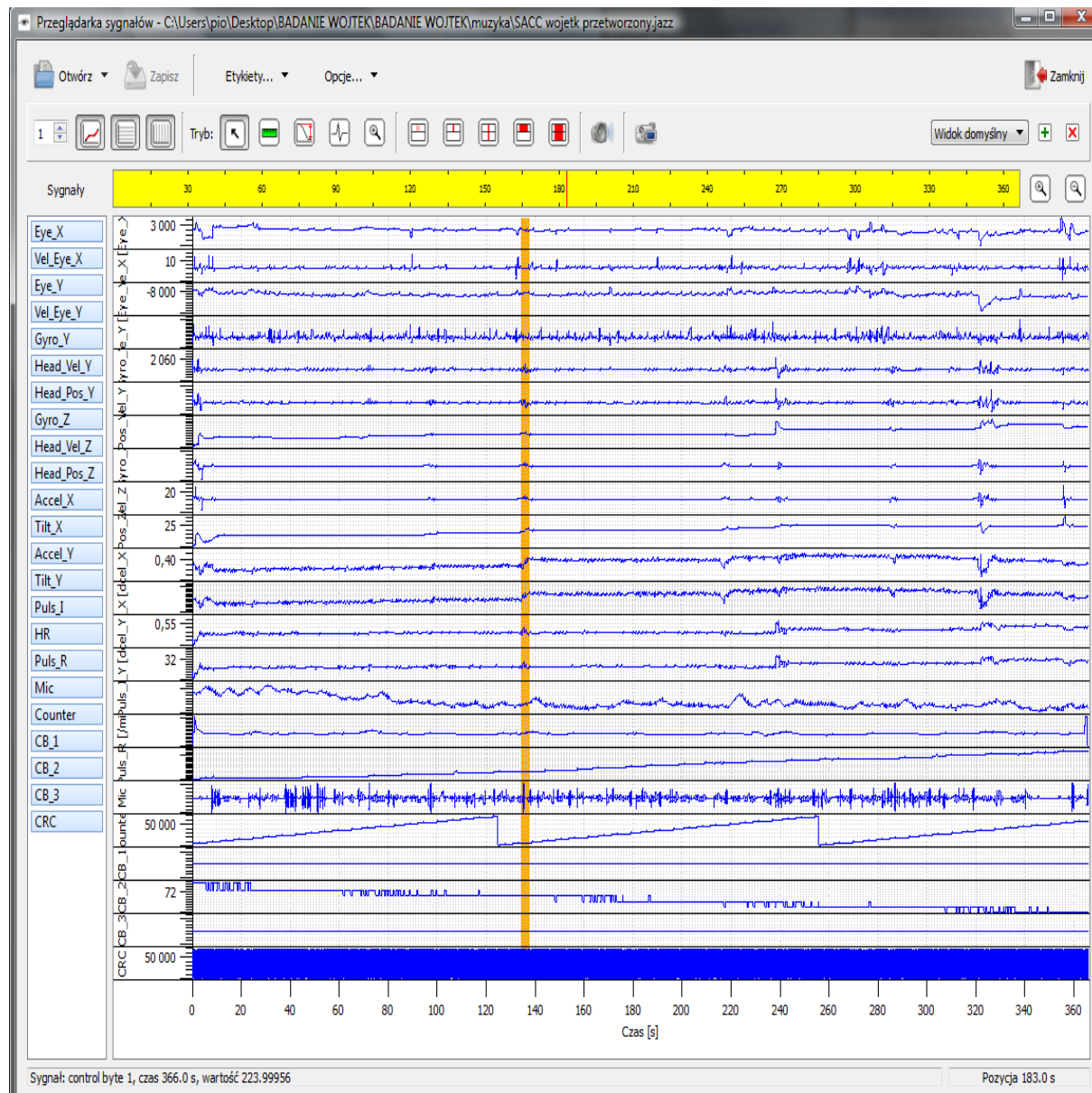
WYNIKI

Badanie czynności sakadycznej i analiza rytmu serca

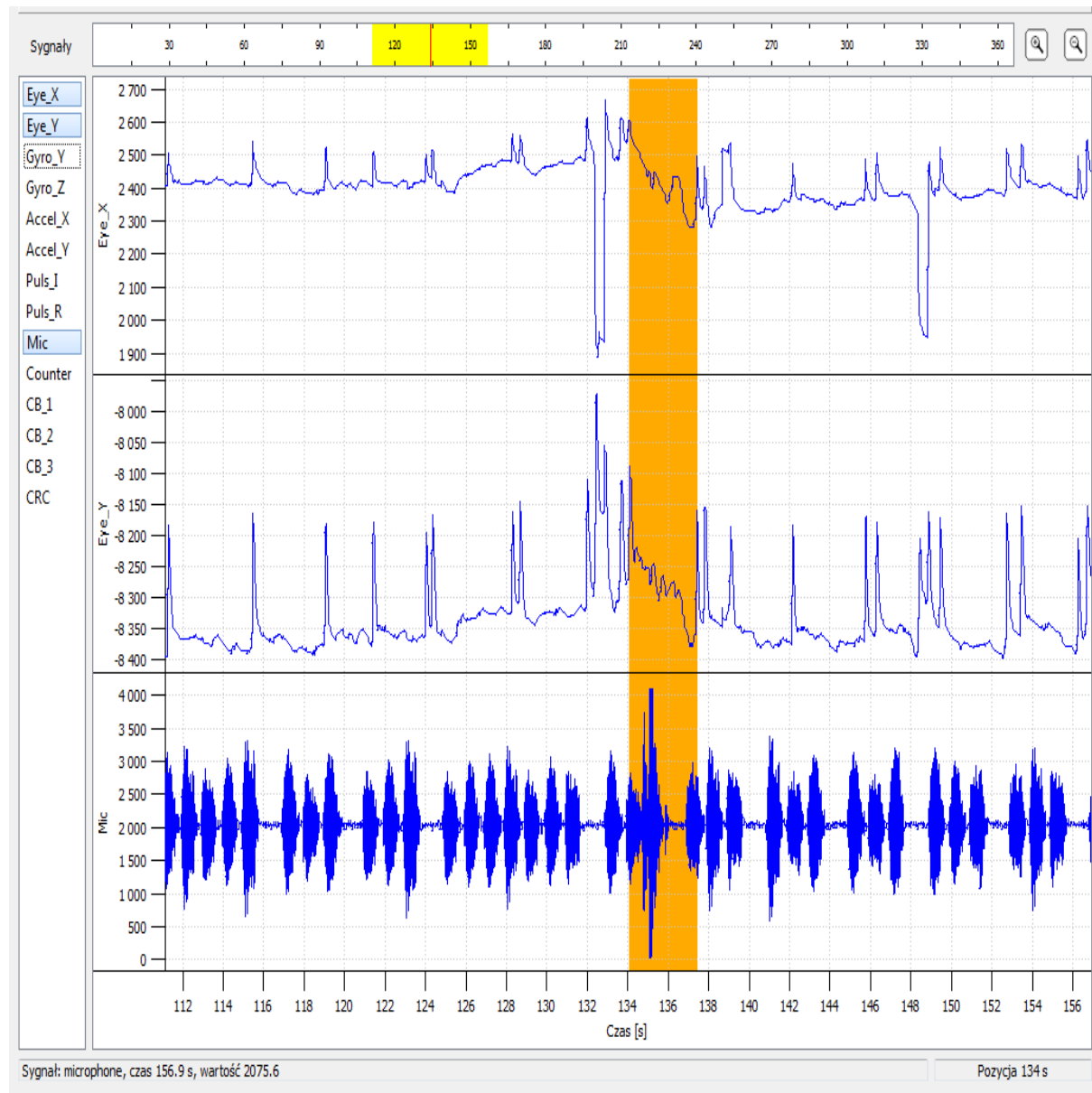
Bodźce muzyczne



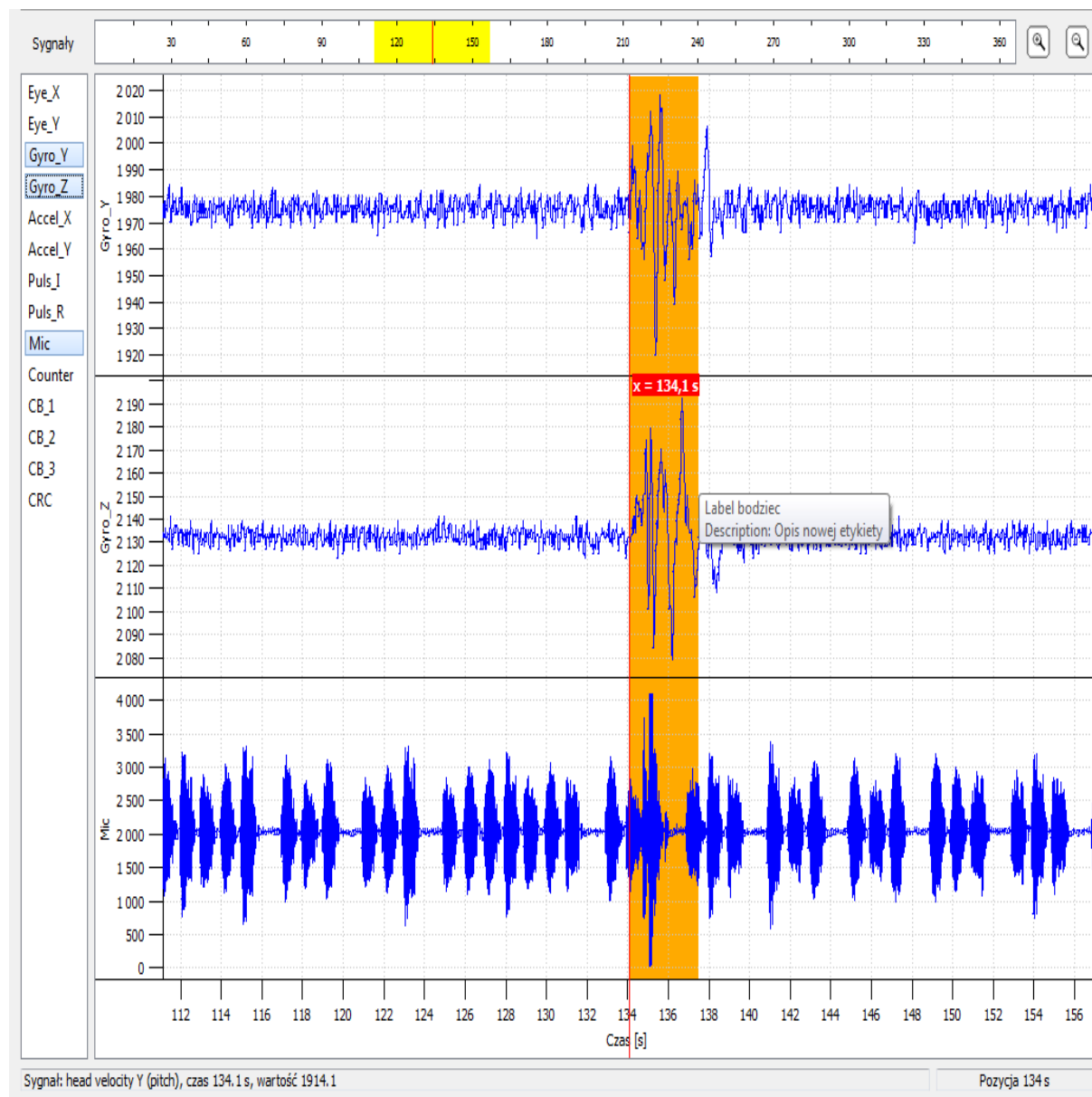
rys. 70 Okno przedstawiające zarejestrowane parametry psychofizjologiczne w programie Jazz Manager – analiza podstawowa



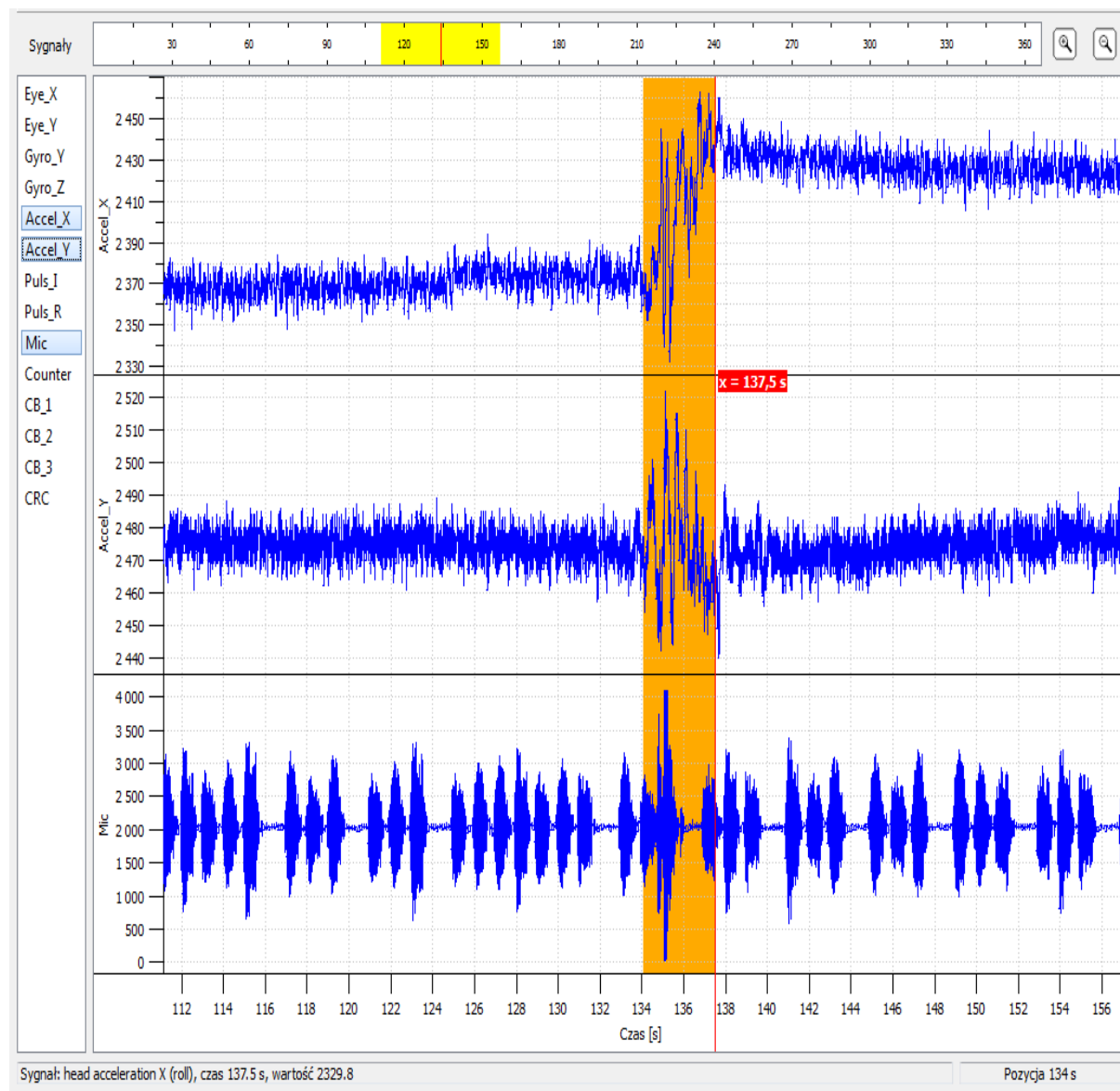
rys. 71 Okno przedstawiające zarejestrowane parametry psychofizjologiczne w programie Jazz Manager – analiza rozszerzona



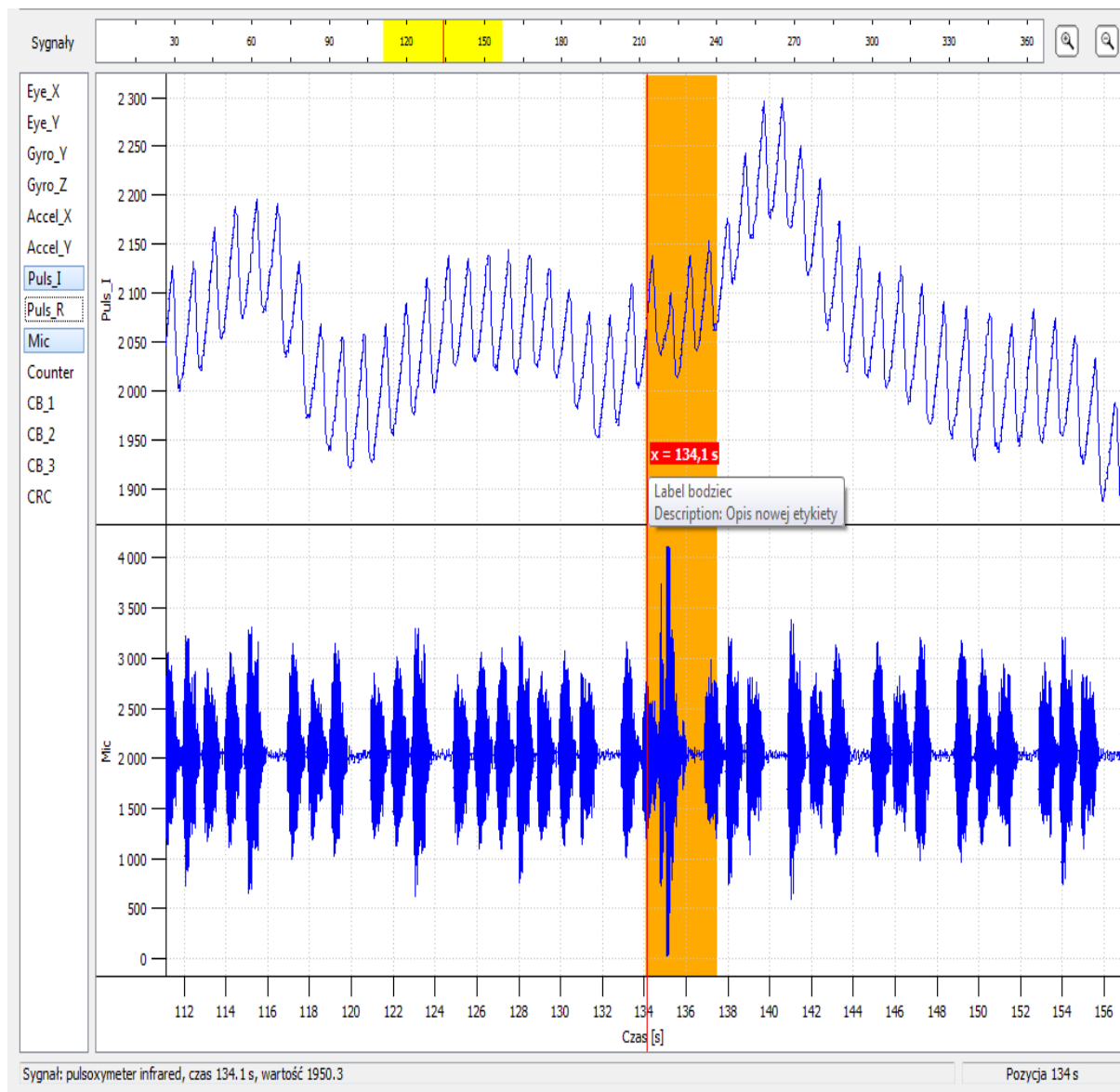
rys. 72 Synchronizacja bodźca muzycznego (wykres zarejestrowanego sygnału dźwiękowego u dołu) z ruchem gałek ocznych w poziomie i pionie (wykres zarejestrowanego sygnału u góry). Czas trwania bodźca zaznaczono kolorem pomarańczowym.



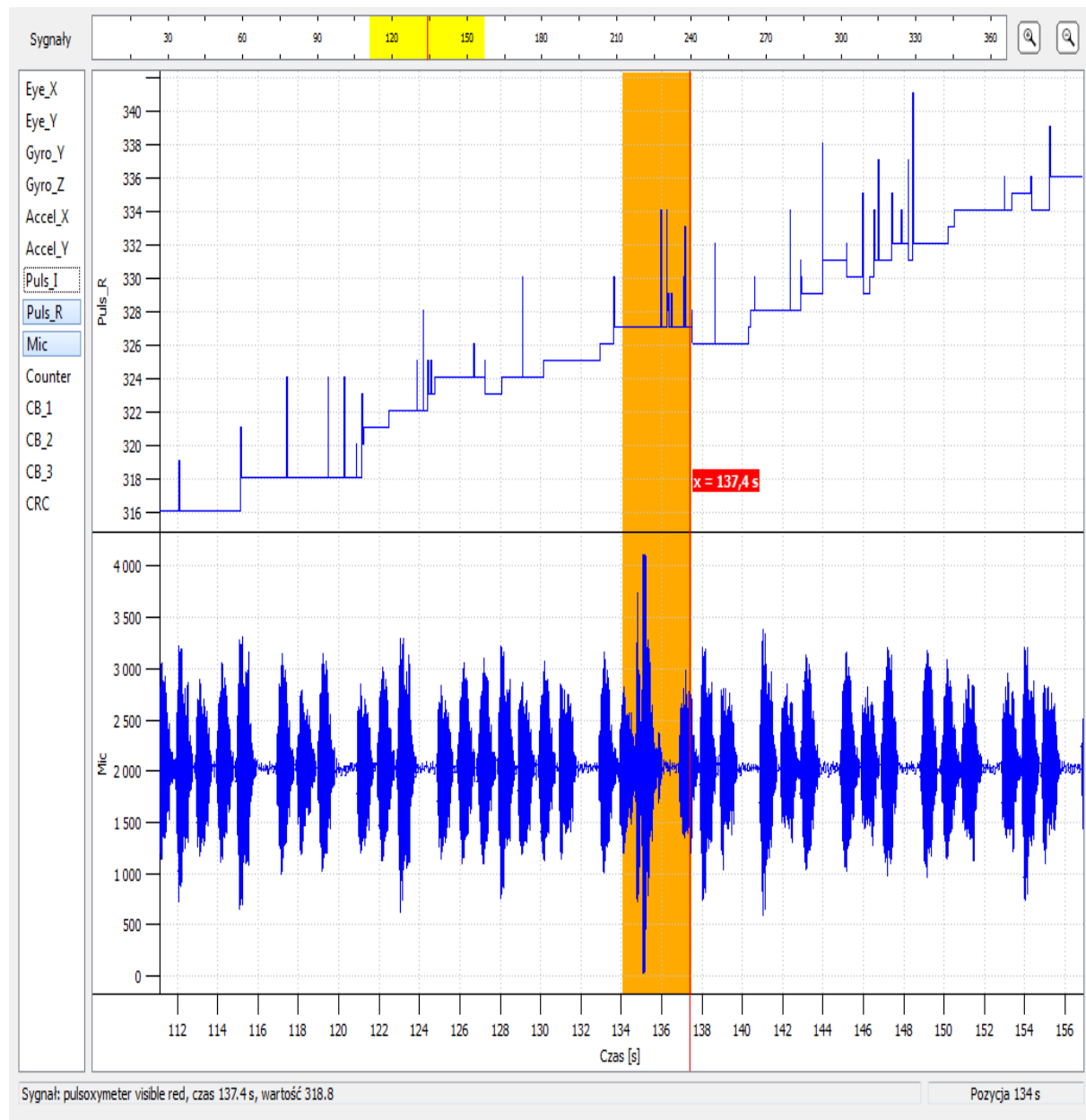
rys. 73 Synchronizacja bodźca muzycznego (wykres zarejestrowanego sygnału dźwiękowego u dołu) z żyroskopowym czujnikiem ruchu głowy (wykres zarejestrowanego sygnału u góry). Czas trwania bodźca zaznaczono kolorem pomarańczowym.



rys. 74 Synchronizacja bodźca muzycznego (wykres zarejestrowanego sygnału dźwiękowego u dołu) z rejestracją przyspieszenia ruchu głowy (wykres zarejestrowanego sygnału u góry). Czas trwania bodźca zaznaczono kolorem pomarańczowym.

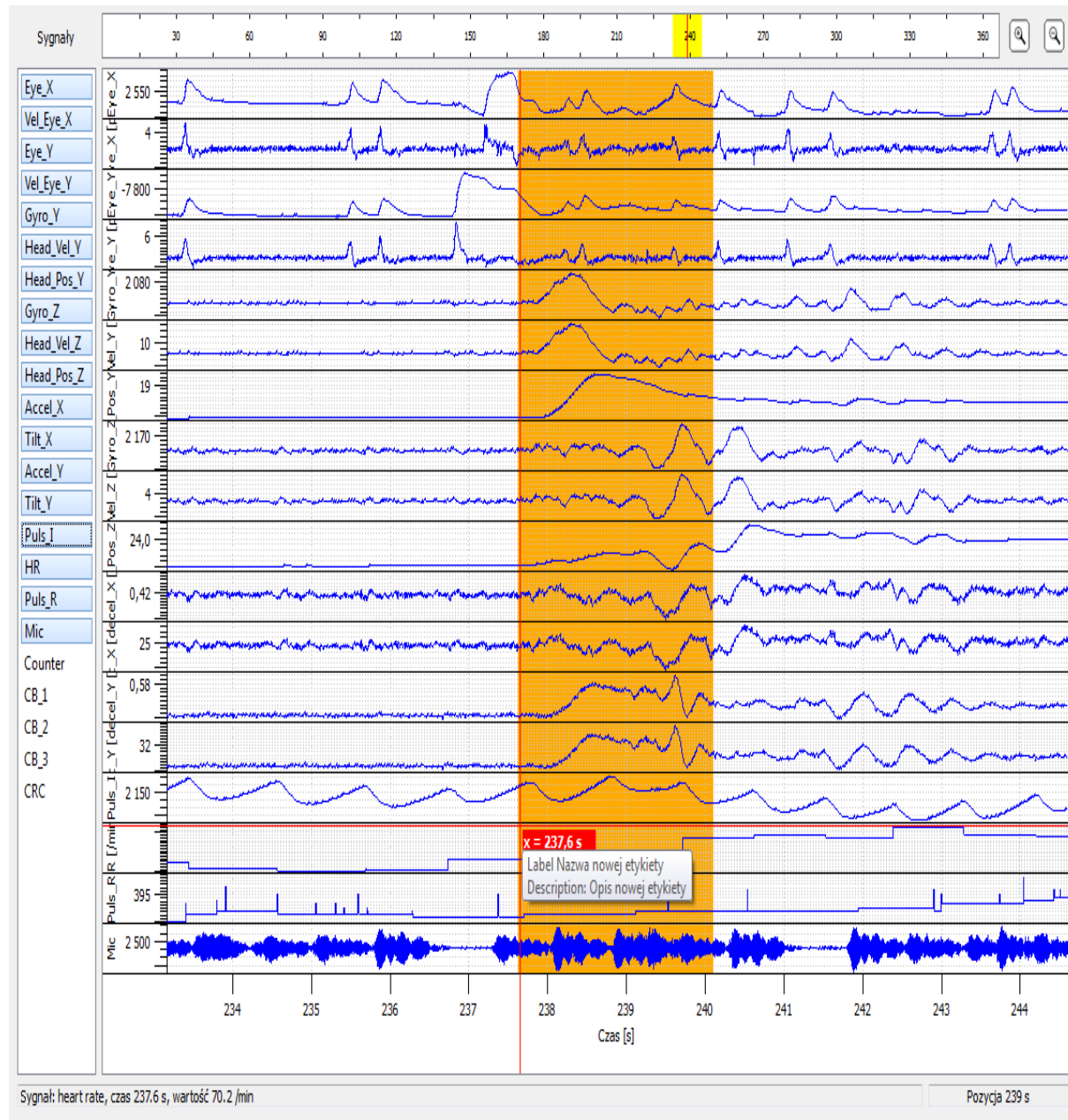


rys. 75 Synchronizacja bodźca muzycznego (wykres zarejestrowanego sygnału dźwiękowego u dołu) z rejestracją pulsoksymetru (metoda podczerwieni)) (wykres zarejestrowanego sygnału u góry). Czas trwania bodźca zaznaczono kolorem pomarańczowym.

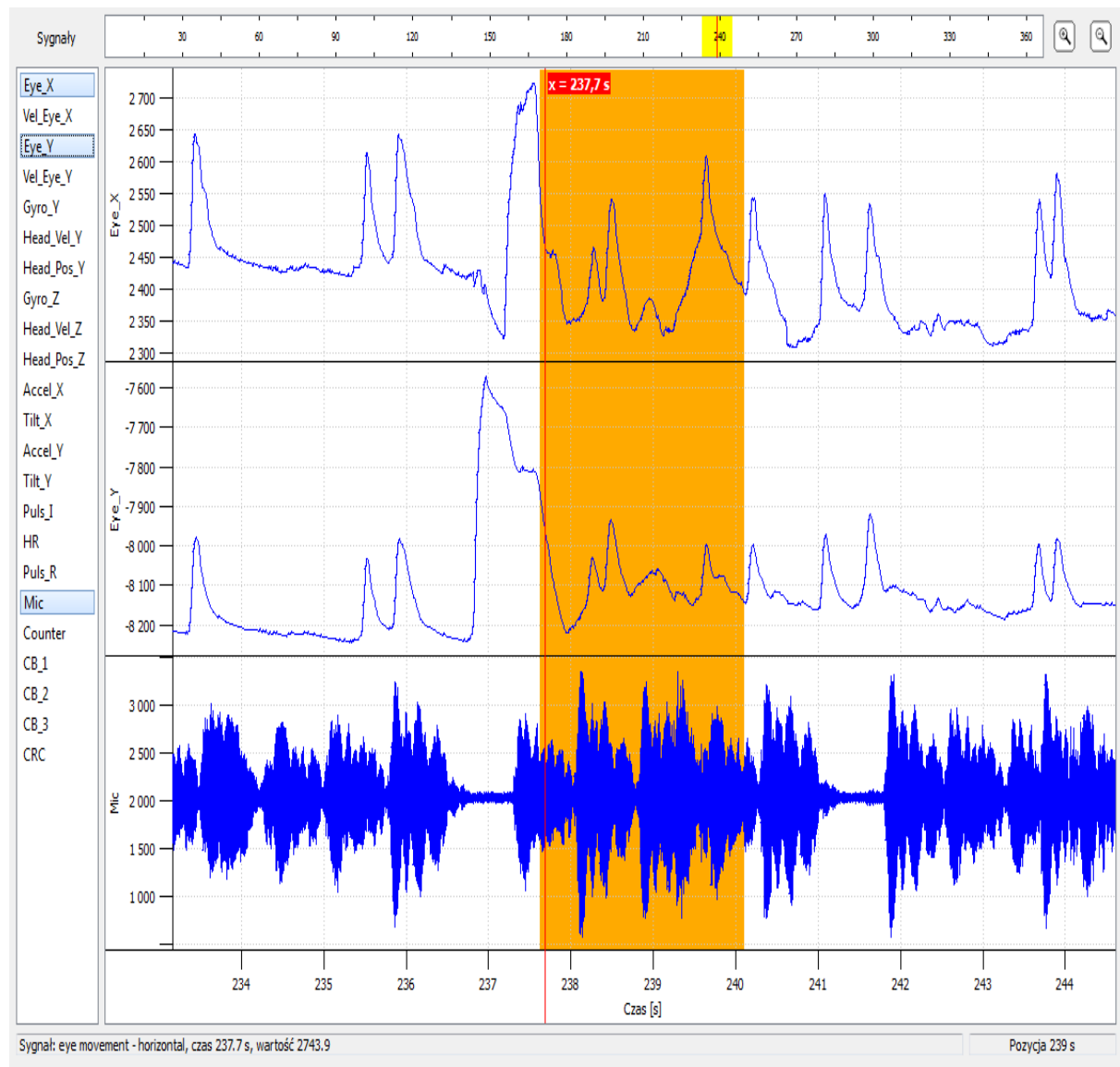


rys. 76 Synchronizacja bodźca muzycznego (wykres zarejestrowanego sygnału dźwiękowego u dołu) z rejestracją pulsoksymetru (wykres zarejestrowanego sygnału u góry). Czas trwania bodźca zaznaczono kolorem pomarańczowym.

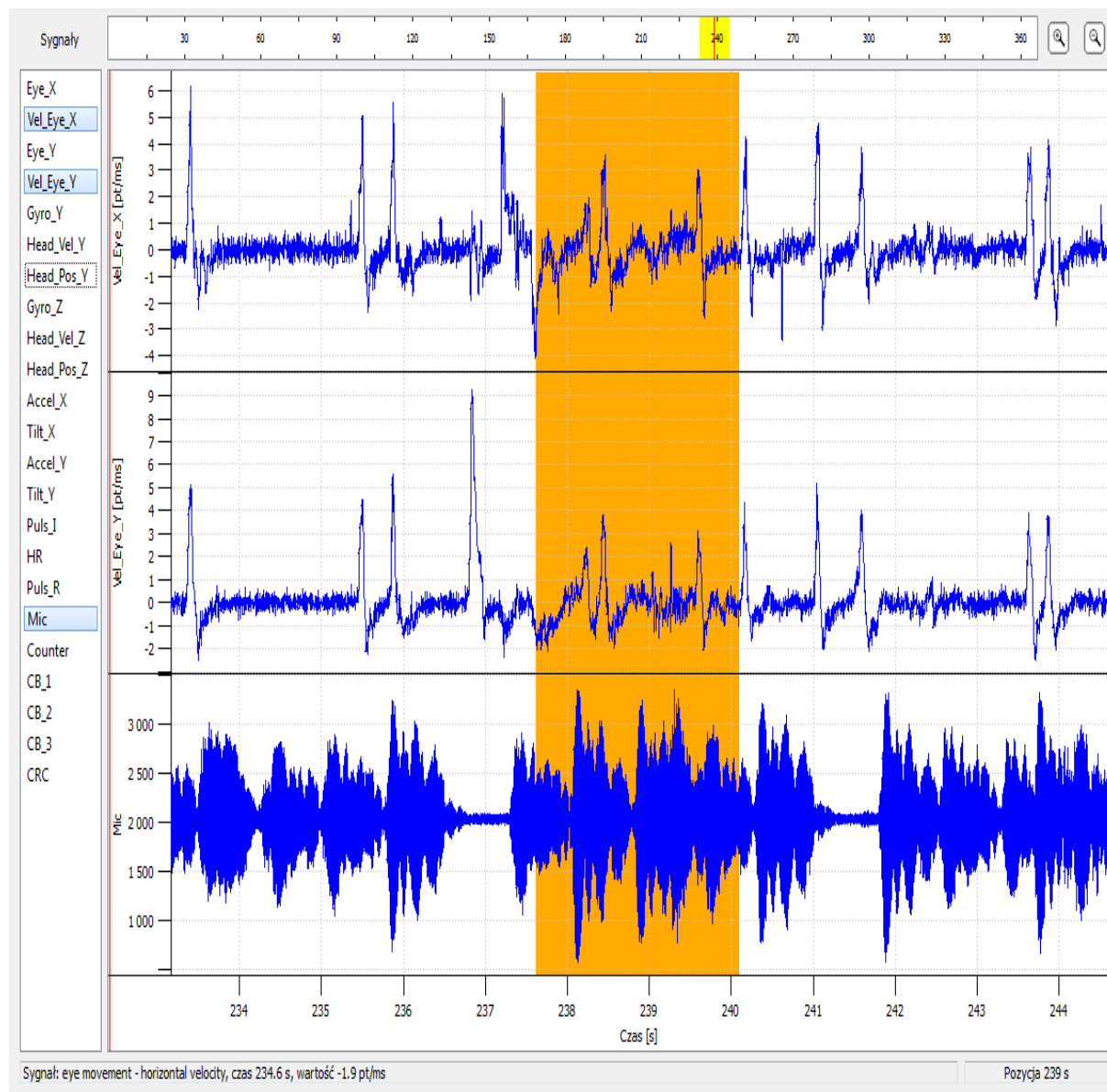
Bodźce mowne

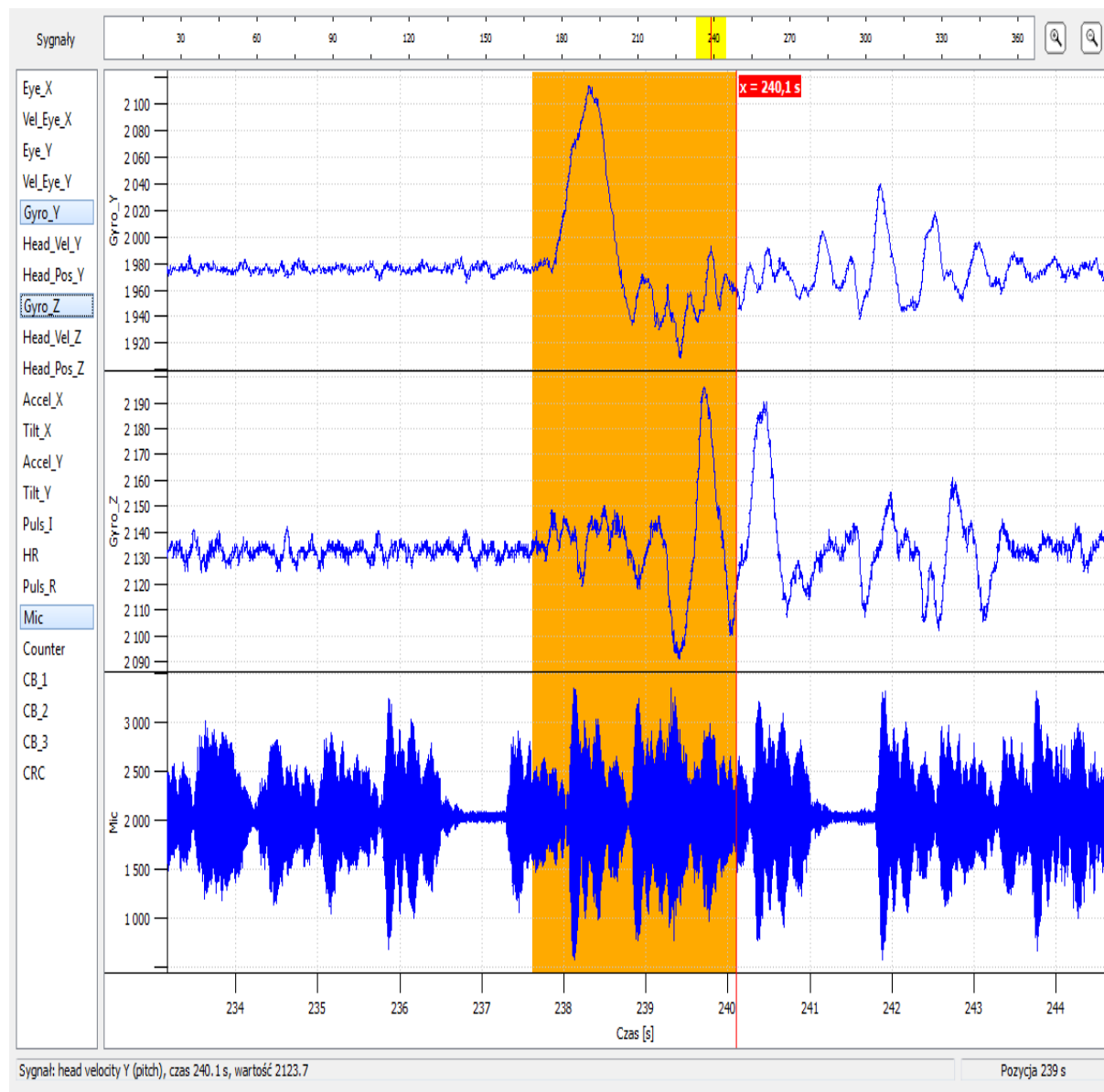


rys. 77 Analiza rozszerzona o pochodne zmiennych podstawowych. Przykład rejestracji bodźców - mownych. Czas trwania bodźca zaznaczono kolorem pomarańczowym.

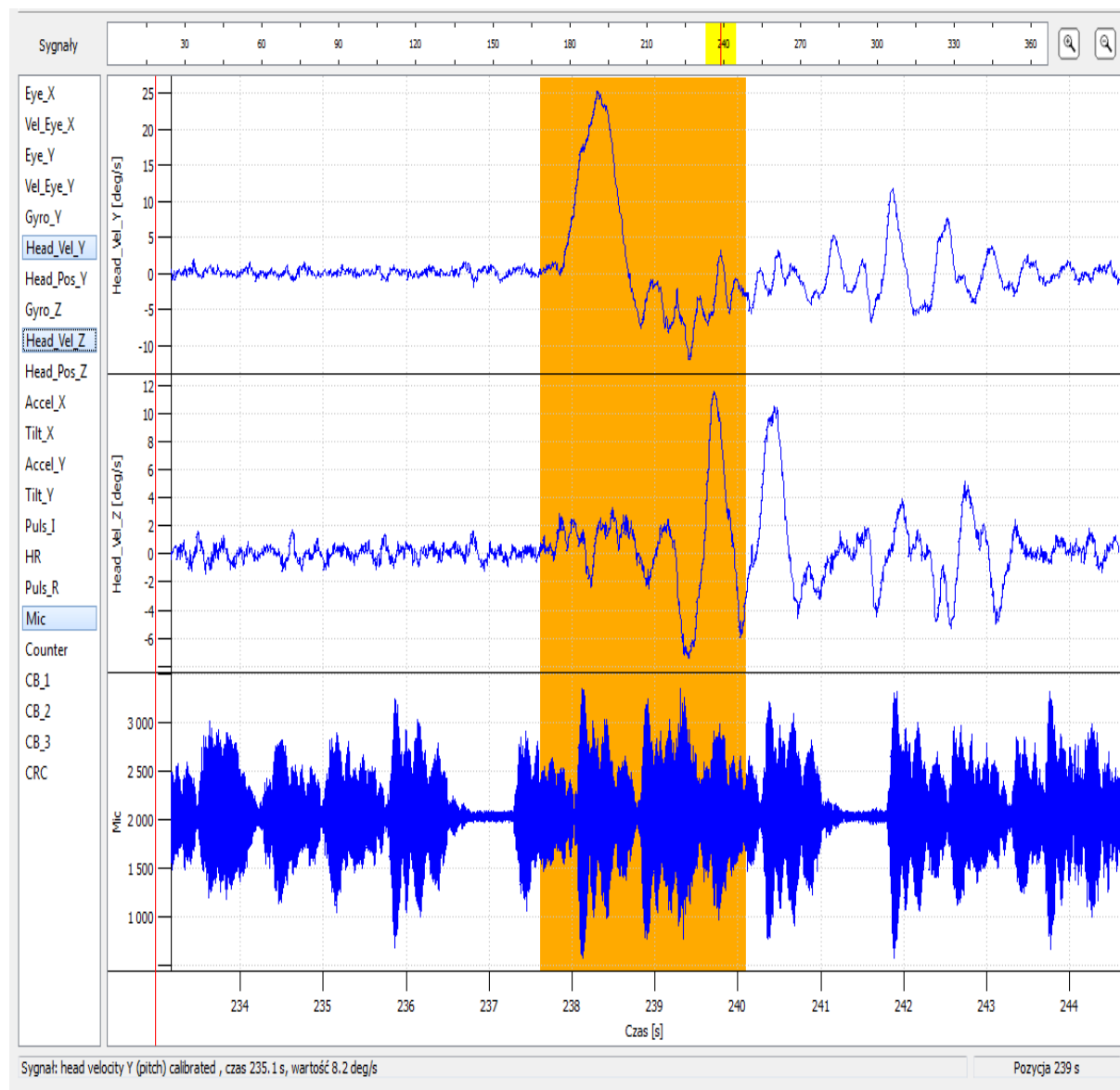


rys. 78 Synchronizacja bodźca mownego (wykres zarejestrowanego sygnału dźwiękowego u dołu) z ruchem gałek ocznych w poziomie i pionie (wykres zarejestrowanego sygnału u góry). Czas trwania bodźca zaznaczono kolorem pomarańczowym.

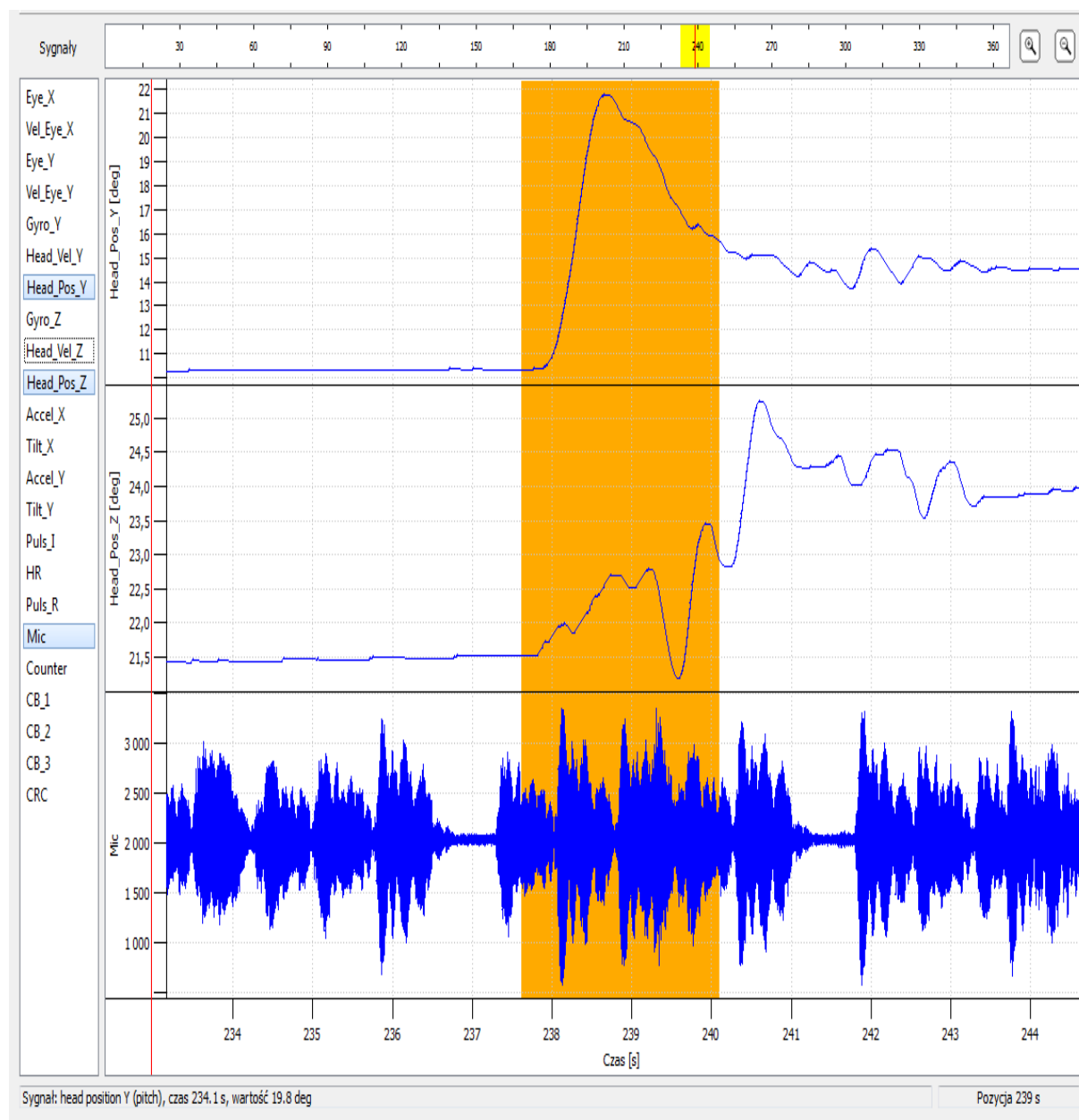




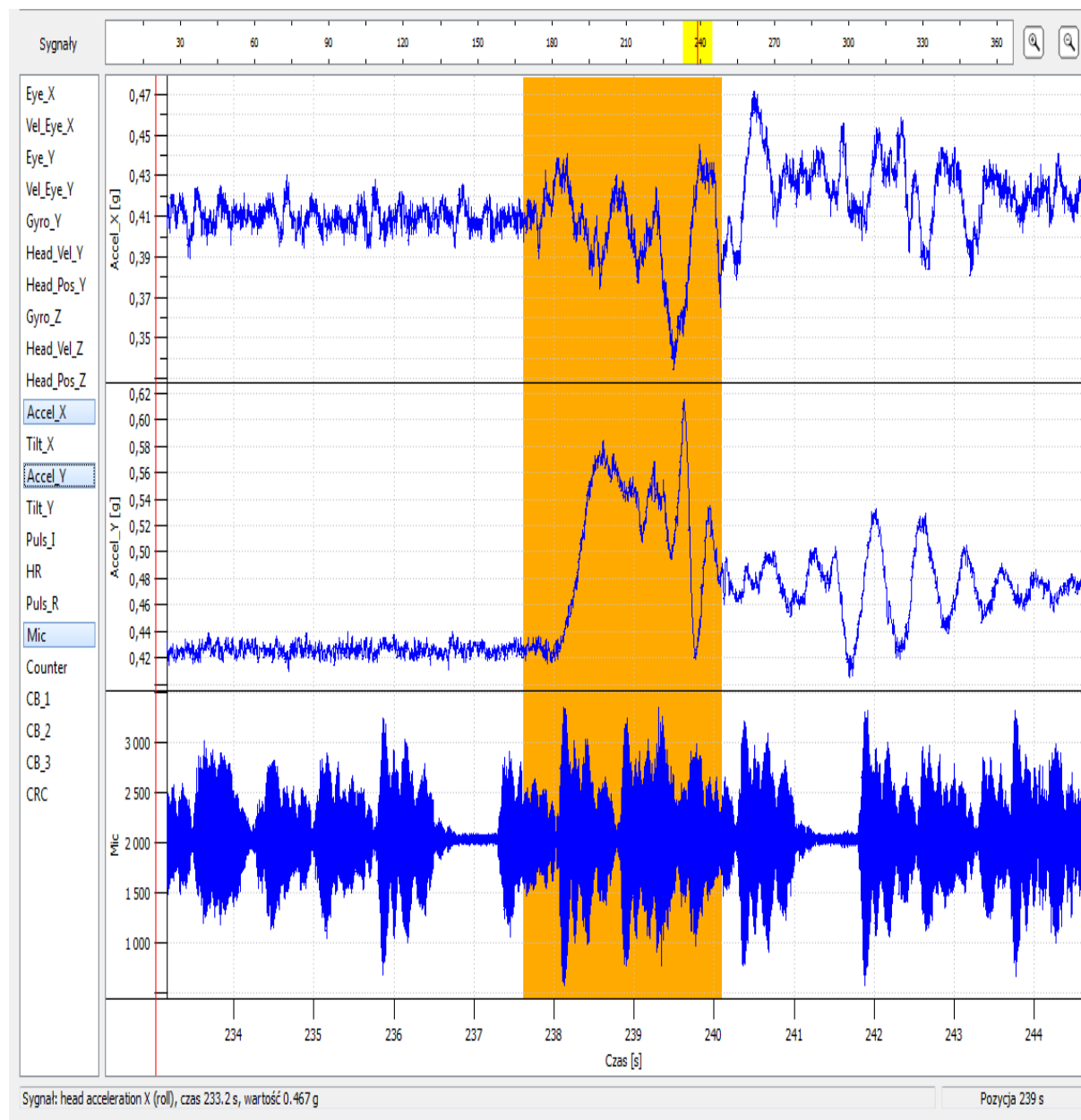
rys. 80 Synchronizacja bodźca mownego (wykres zarejestrowanego sygnału dźwiękowego u dołu) z żyroskopowym czujnikiem ruchu głowy (wykres zarejestrowanego sygnału u góry). Czas trwania bodźca zaznaczono kolorem pomarańczowym.



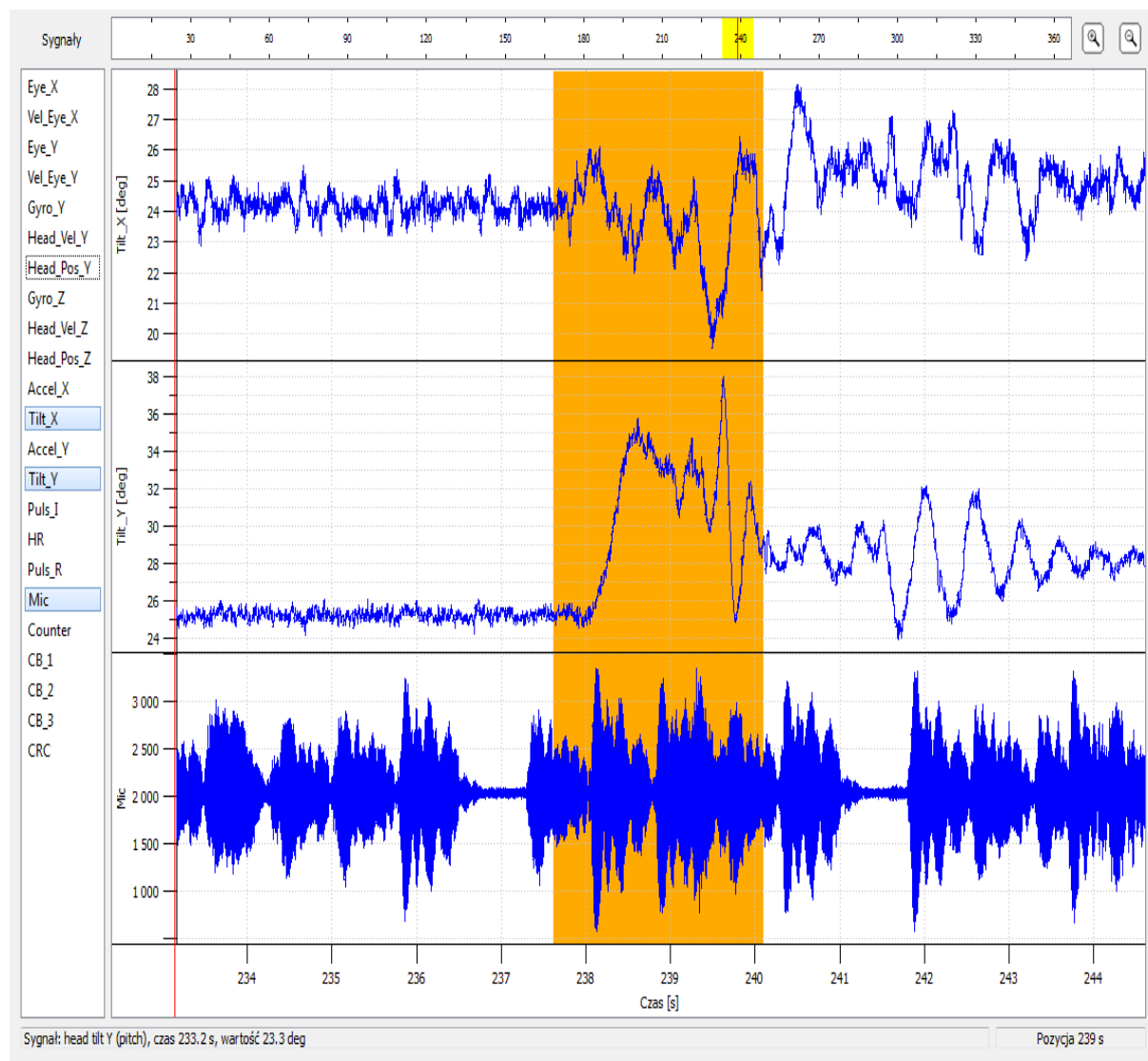
rys. 81 Synchronizacja bodźca mownego (wykres zarejestrowanego sygnału dźwiękowego u dołu) z prędkością ruchu głowy (wykres zarejestrowanego sygnału u góry). Czas trwania bodźca zaznaczono kolorem pomarańczowym.



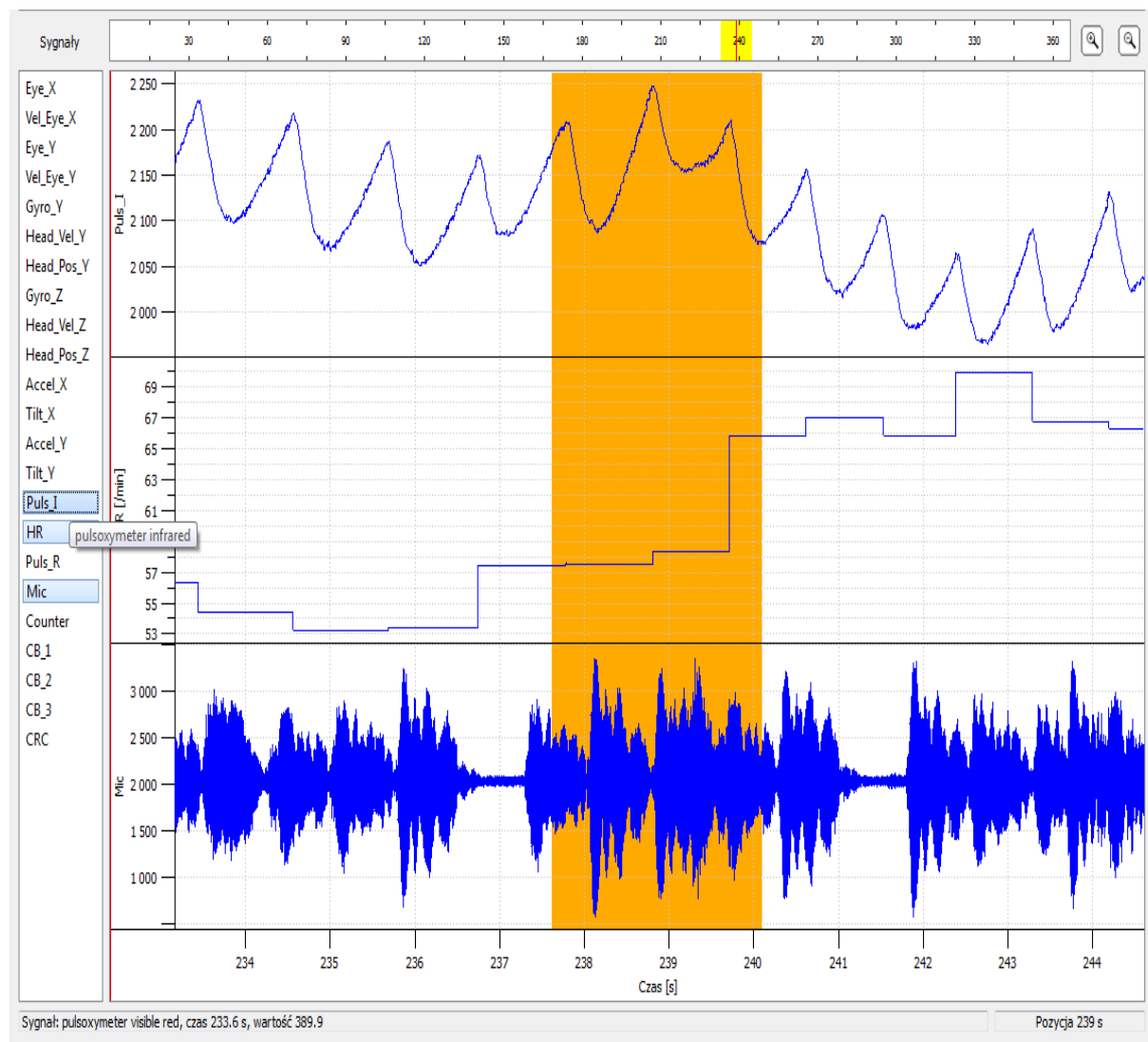
rys. 82 Synchronizacja bodźca mownego (wykres zarejestrowanego sygnału dźwiękowego u dołu) ze zmianą położenia głowy (wykres zarejestrowanego sygnału u góry). Czas trwania bodźca zaznaczono kolorem pomarańczowym.



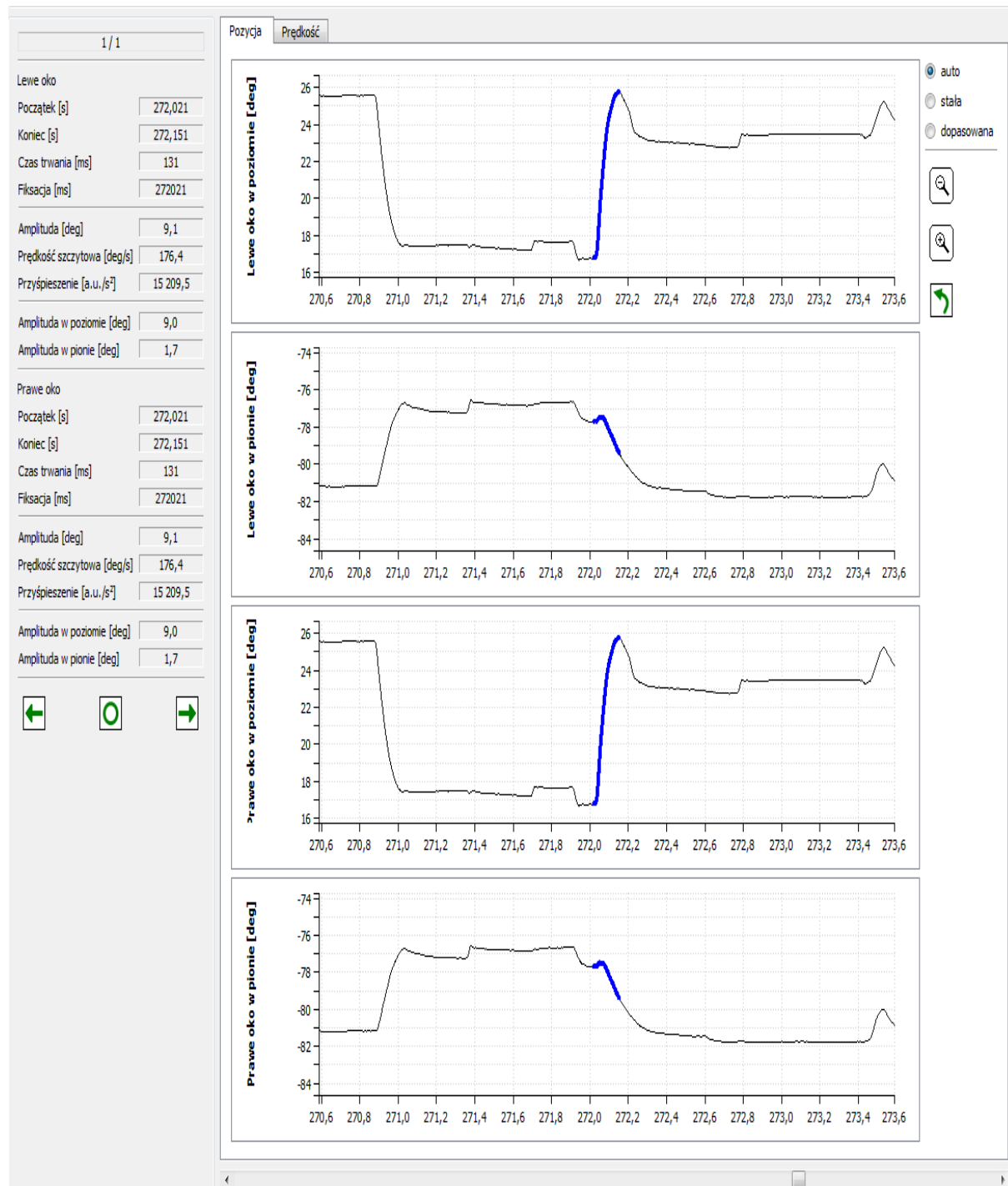
rys. 83 Synchronizacja bodźca mownego (wykres zarejestrowanego sygnału dźwiękowego u dołu) z rejestracją przyspieszenia ruchu głowy (wykres zarejestrowanego sygnału u góry). Czas trwania bodźca zaznaczono kolorem pomarańczowym.



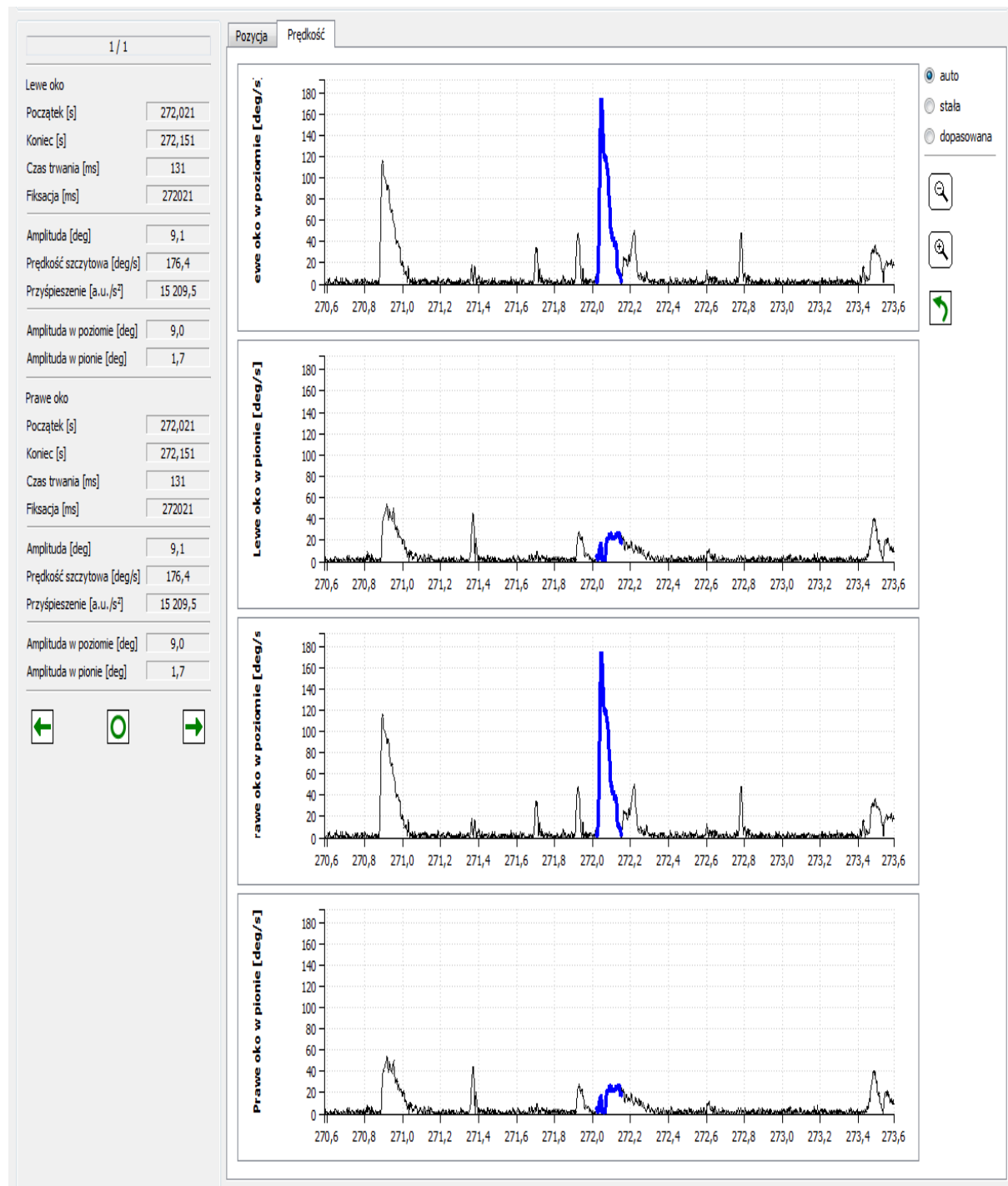
rys. 84 Synchronizacja bodźca mownego (wykres zarejestrowanego sygnału dźwiękowego u dołu) z rejestracją pochylenia głowy (wykres zarejestrowanego sygnału u góry). Czas trwania bodźca zaznaczono kolorem pomarańczowym.



rys. 85 Synchronizacja bodźca muzycznego (wykres zarejestrowanego sygnału dźwiękowego u dołu) z rejestracją pulsoksymetru i wyliczaniem zmienności rytmu serca HR i HRV (metoda podczerwieni) (wykres zarejestrowanego sygnału u góry). Czas trwania bodźca zaznaczono kolorem pomarańczowym.

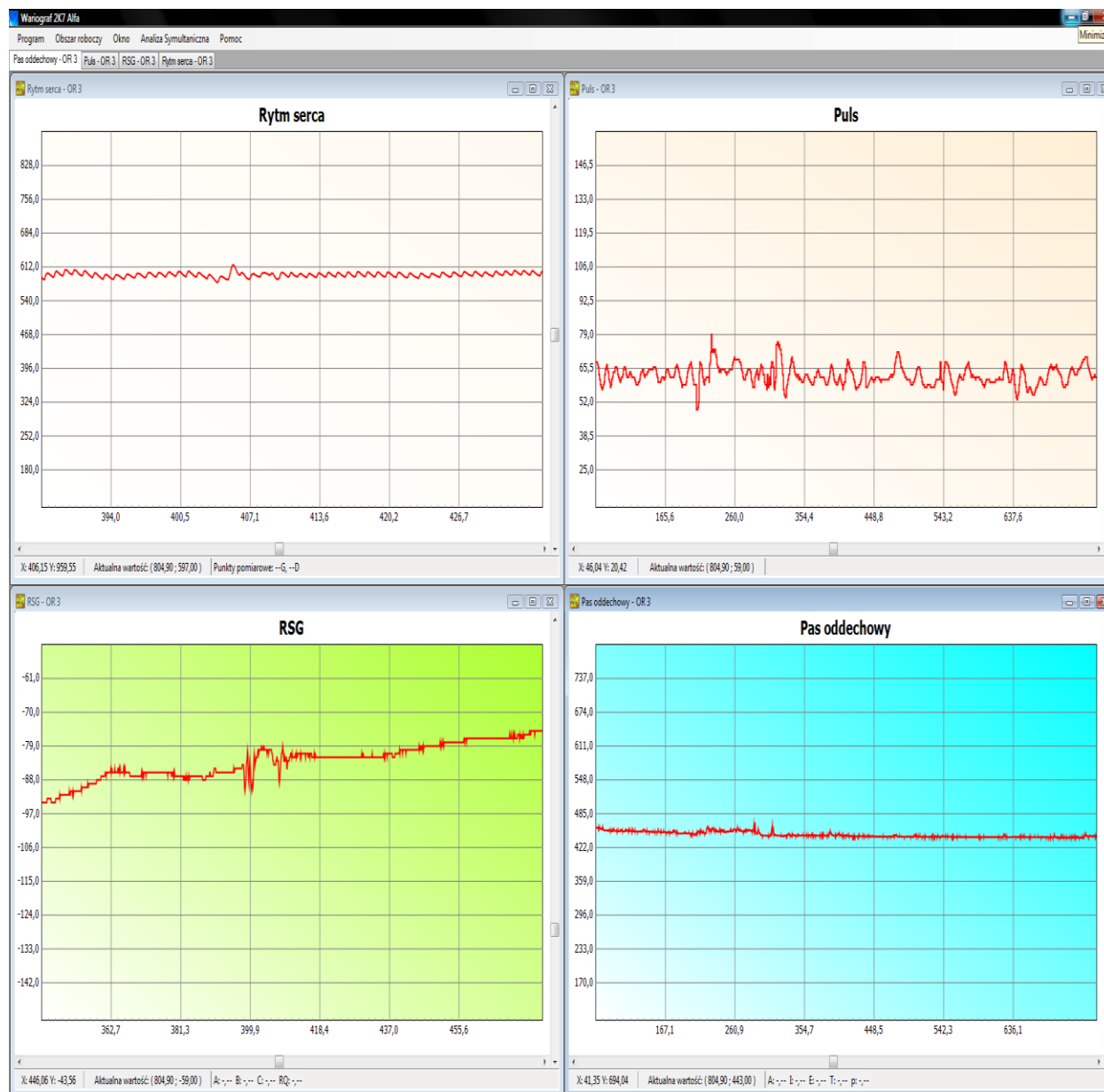


rys. 86 Okno przedstawiające zarejestrowane poszczególne zmiany położenia gałki ocznej (sakady) w programie Jazz Manager

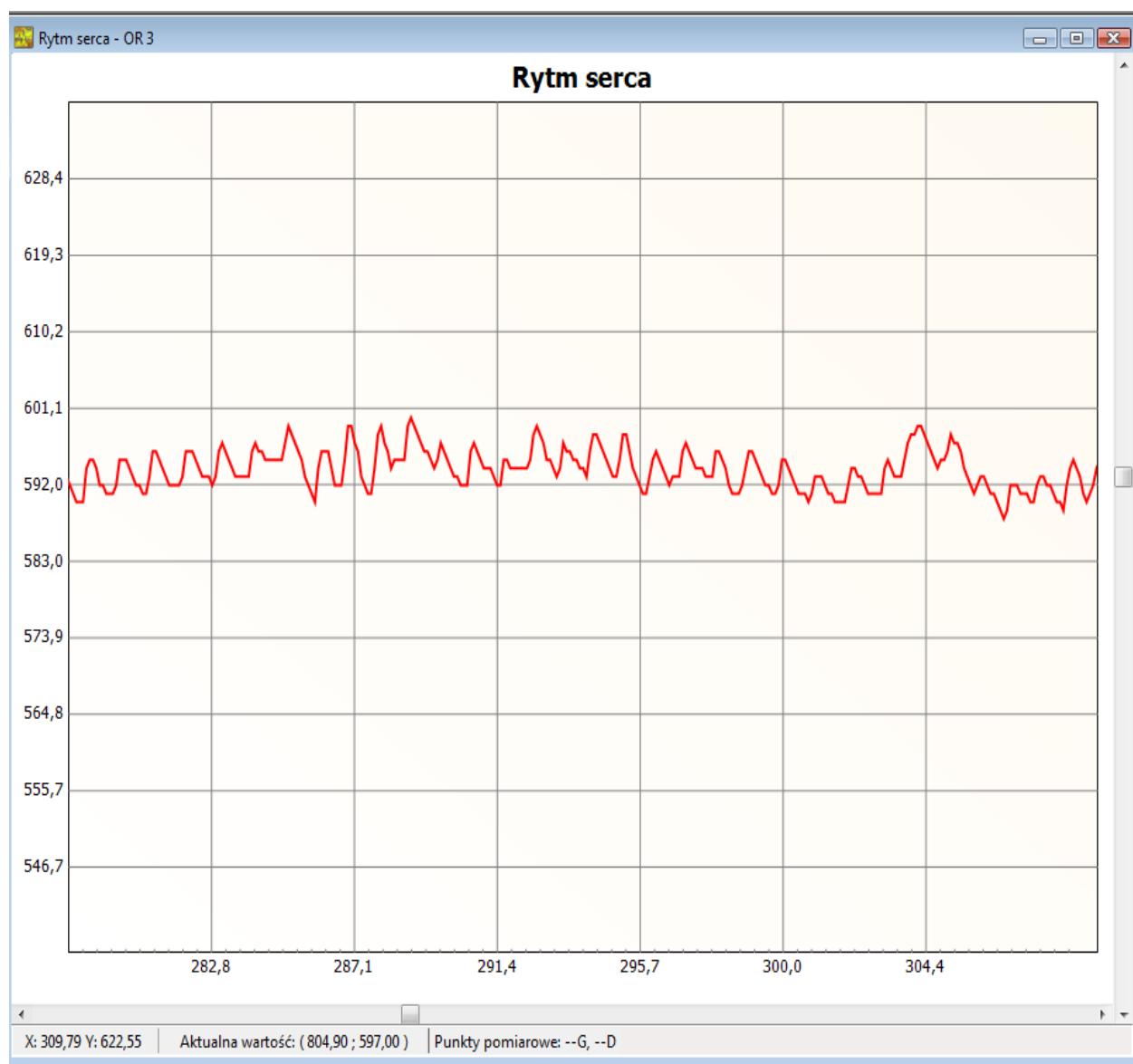


rys. 87 Okno przedstawiające zarejestrowane prędkości zmian położenia gałki ocznej (sakad) w programie Jazz Manager

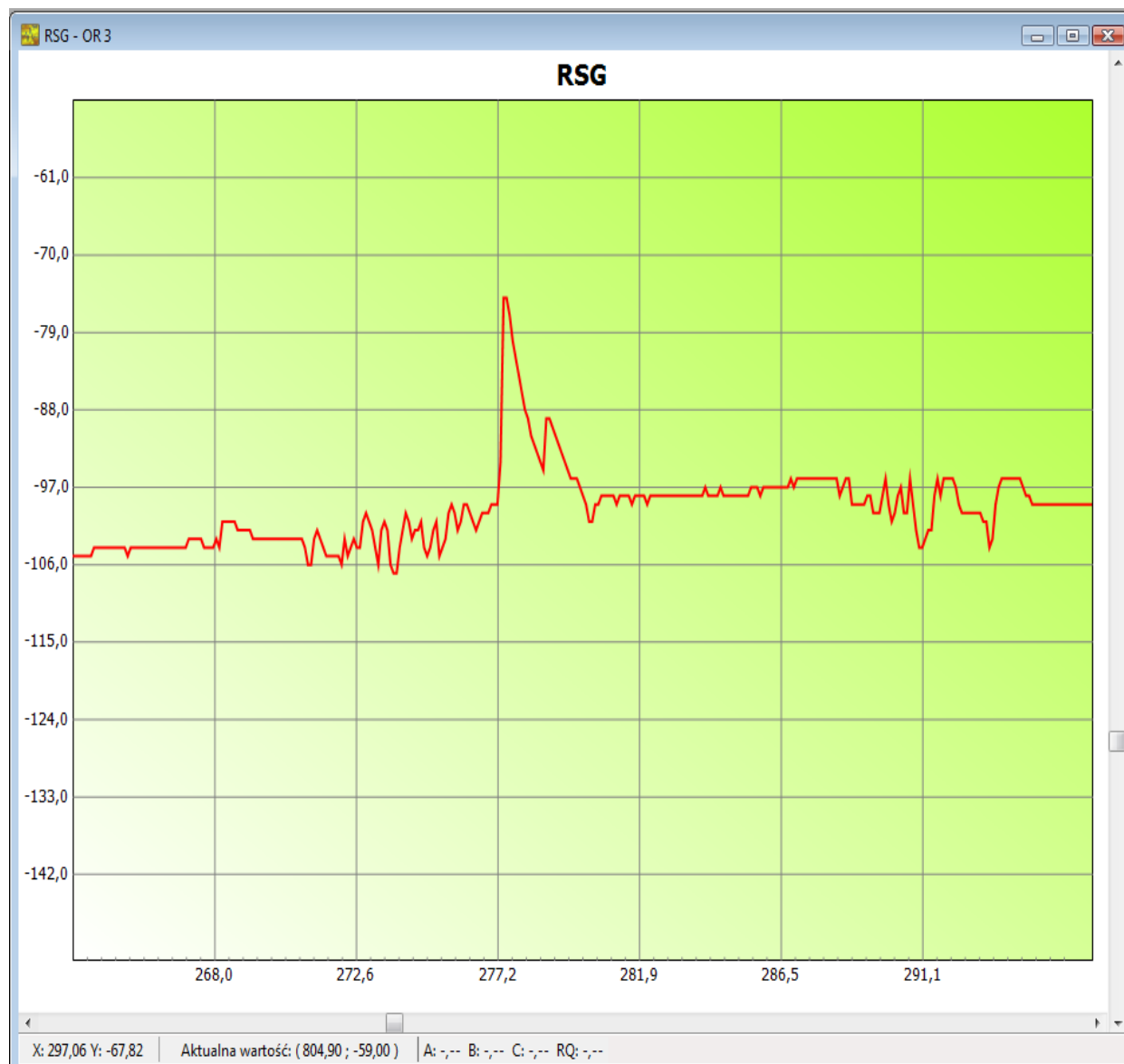
Badanie wariografem - reakcja skórno-galwaniczna, analiza rytmu serca, analiza oddechu



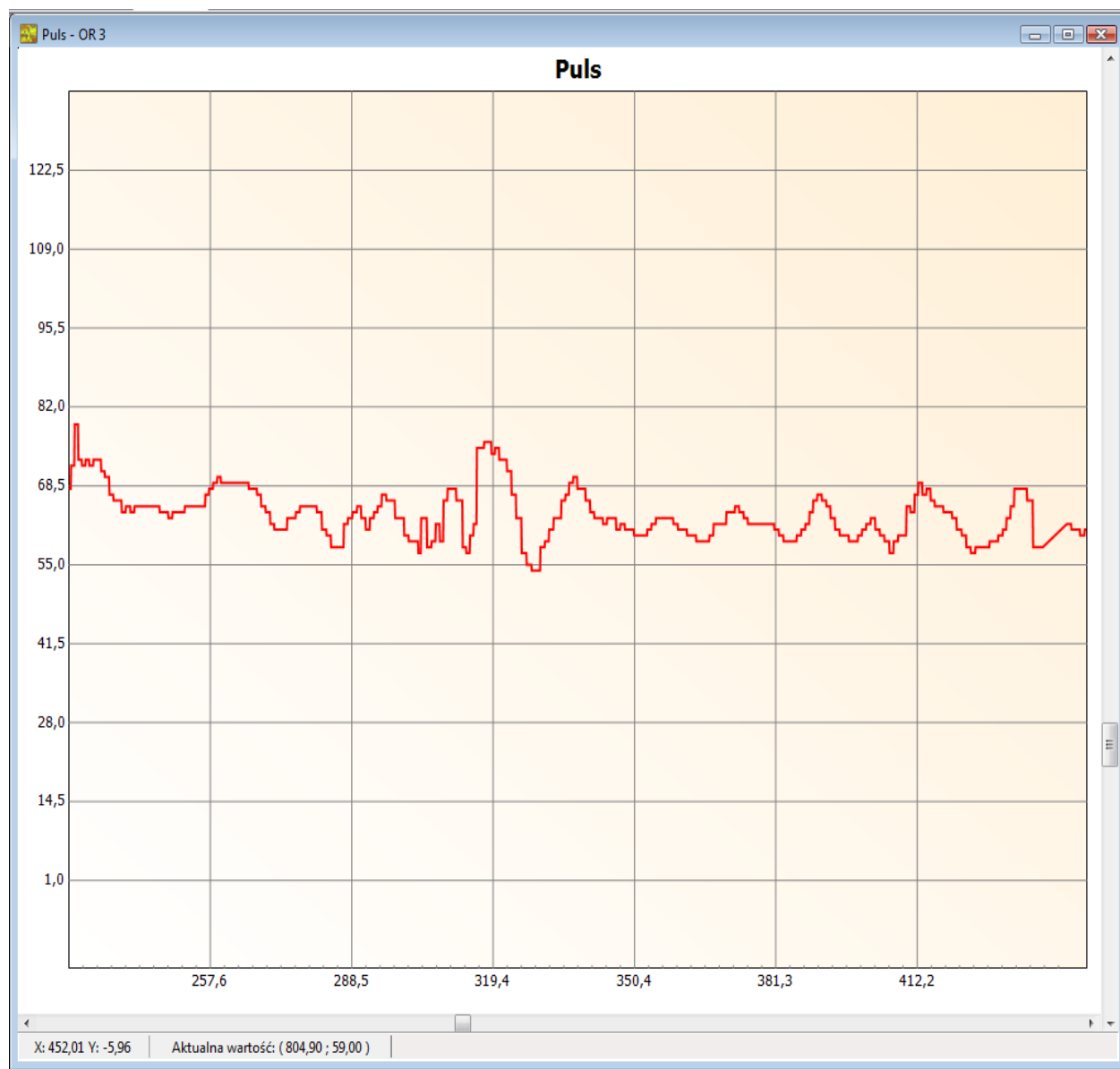
rys. 88 Okno przedstawiające zarejestrowane parametry psychofizjologiczne w programie Wariograf 2K7 Alfa



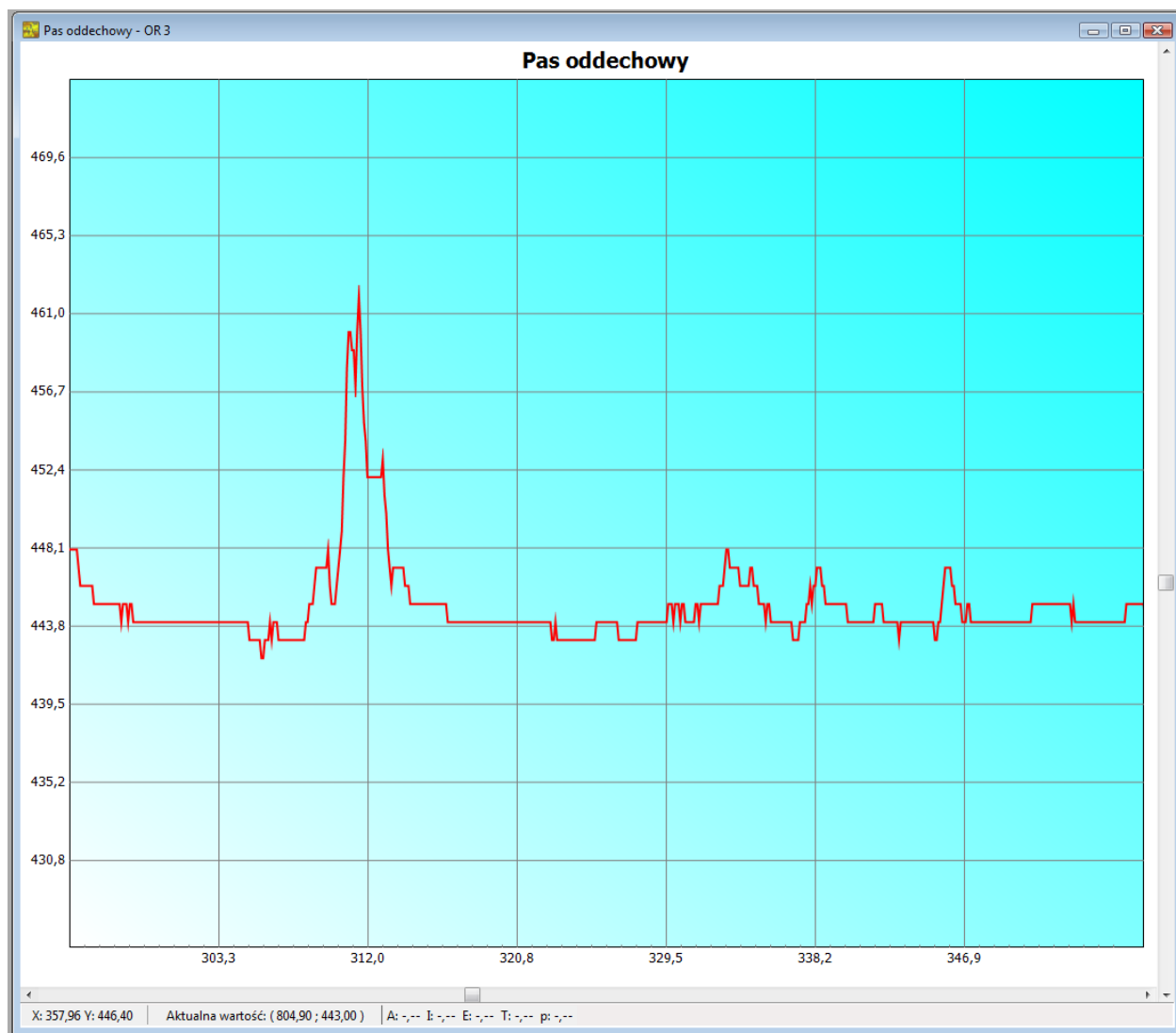
rys. 89 Okno przedstawiające zarejestrowany rytm serca podczas prezentacji bodźców muzycznych



rys. 90 Okno przedstawiające zarejestrowaną czynność skórno-galwaniczną podczas prezentacji bodźców muzycznych



rys. 91 Okno przedstawiające zarejestrowany puls podczas prezentacji bodźców muzycznych

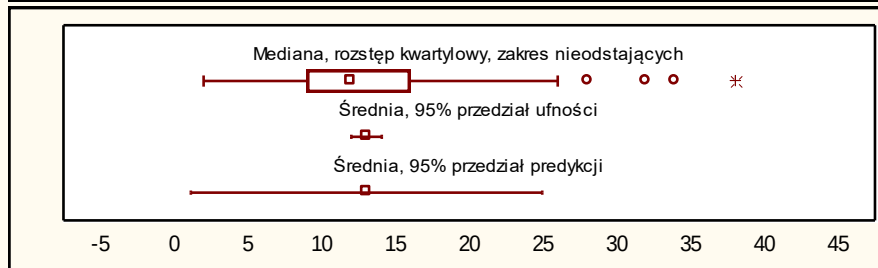
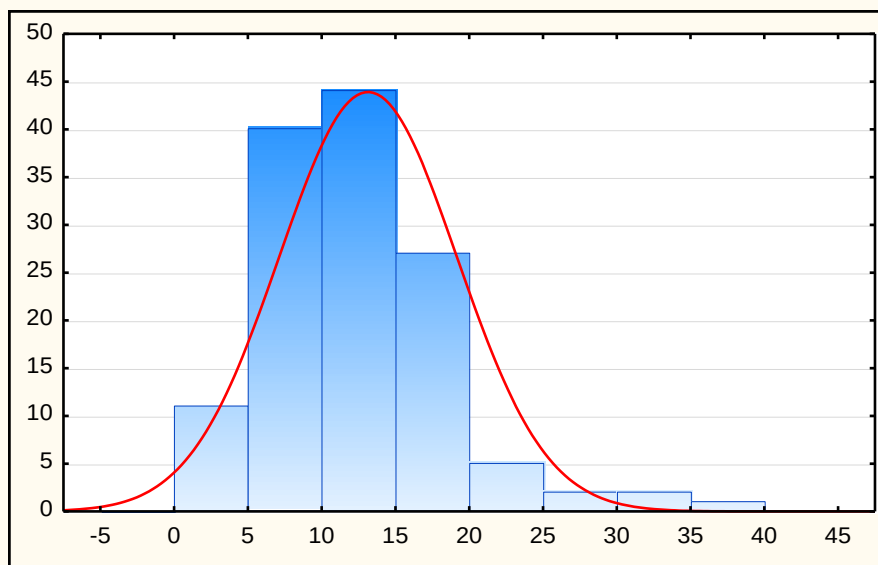


rys. 92 Okno przedstawiające zarejestrowany oddech podczas prezentacji bodźców muzycznych

Ocena tendencji do podejmowania decyzji ryzykownych (ang. *Bechera's Iowa Gambling Task, IGT*)

Zmienna	Statystyki opisowe		
	Średnia	Mediana	Odch. std
Deck 1 - ryzykowny	13,045	12,000	5,996
Deck 2 - ryzykowny	28,159	27,000	10,473
Decyzje ryzykowne	41,205	42,000	13,469
Deck 3 bezpieczny	29,250	29,000	9,825
Deck 4 - bezpieczny	28,962	28,000	11,785
Decyzje bezpieczne	58,212	57,000	13,381
Średni czas reakcji Deck 1	1620,076	1287,768	1105,593
Średni czas reakcji Deck 2	1275,540	956,645	815,921
Średni czas reakcji Deck 3	1250,507	947,295	883,996
Średni czas reakcji Deck 4	1198,832	965,472	899,082
Odch Std Średni czas reakcji Deck 1	1187,681	809,921	1631,956
Odch Std Średni czas reakcji Deck 2	1059,855	669,466	1167,312
Odch Std Średni czas reakcji Deck 3	1153,767	718,601	1758,251
Odch Std Średni czas reakcji Deck 4	1032,154	607,982	1520,376
NET 1	0,636	2,000	7,295
NET 2	3,432	4,000	6,936
NET 3	4,250	4,000	7,281
NET 4	3,720	4,000	7,499
NET 5	4,735	4,000	7,965
NET całość	16,765	15,000	26,564
Średni czas reakcji NET 1	1997,343	1532,547	1655,267
Średni czas reakcji NET 2	1260,266	1033,597	864,183
Średni czas reakcji NET 3	1077,088	871,475	734,726
Średni czas reakcji NET 4	1039,560	832,425	716,457
Średni czas reakcji NET 5	974,511	764,675	721,649
Średni czas reakcji NET całość	1268,781	1041,911	825,879
Odch Std Średni czas reakcji NET 1	2173,947	1112,791	3046,729
Odch Std Średni czas reakcji NET 2	757,556	519,613	703,458
Odch Std Średni czas reakcji NET 3	616,722	460,193	451,751
Odch Std Średni czas reakcji NET 4	658,332	508,620	615,937
Odch Std Średni czas reakcji NET 5	633,255	406,050	606,367
Odch Std Średni czas reakcji NET TOTAL	1364,372	927,266	1430,716
Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	1290,864	1057,000	849,602
Odch Std Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	1449,257	947,406	1596,790
Średni czas reakcji Po karze ≤0	1182,144	930,500	805,524
Odch Std Średni czas reakcji Po Karze ≤0	809,637	573,080	709,410
Ilość pieniędzy NET 1	824,432	1000,000	503,778
Ilość pieniędzy NET 2	-415,909	-500,000	617,372
Ilość pieniędzy NET 3	-352,462	-425,000	598,869
Ilość pieniędzy NET 4	-88,258	-275,000	662,450
Ilość pieniędzy NET 5	136,553	312,500	692,348
Ilość pieniędzy całość	104,356	25,000	932,485

PodsumowanieDeck 1 - ryzykowny



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 13,05

Odch.std: 5,996

Wariancja: 35,95

Bł.std.śred.: 0,522

Skośność: 1,182

Nważnych: 132

Minimum: 2,000

Dolny kwartyl: 9,000

Mediana: 12,00

Górny kwartyl: 16,00

Maksimum: 38,00

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 5,350

Górny 6,822

95% p. ufności średniej

Dolny 12,01

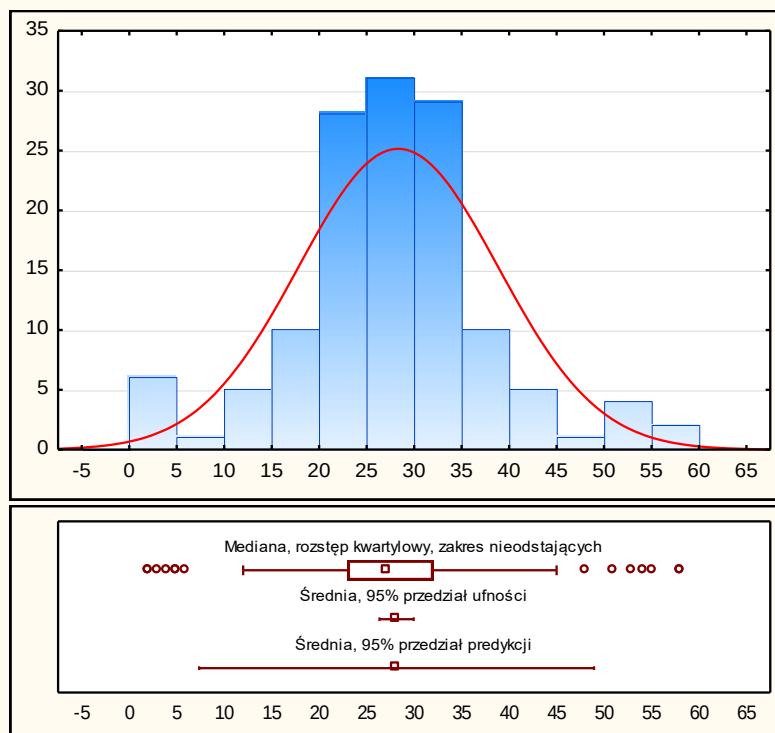
Górny 14,08

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny 1,139

Górny 24,95

PodsumowanieDeck 2 - ryzykowny



Shapiro-Wilk p: 0,00035

Średnia: 28,16

Odch.std: 10,47

Wariancja: 110

Bł.std.śred: 0,912

Skośność: 0,175

Nważnych: 132

Minimum: 2,000

Dolny kwartył: 23,00

Mediana: 27,00

Górny kwartył: 32,00

Maksimum: 58,00

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 9,344

Górny 11,91

95% p. ufności średniej

Dolny 26,36

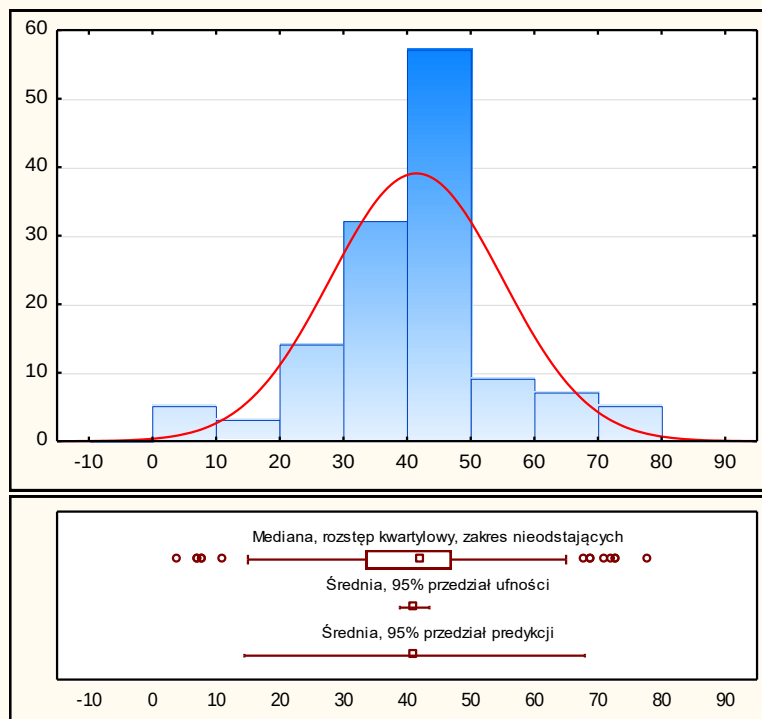
Górny 29,96

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny 7,363

Górny 48,95

PodsumowanieDecyzje ryzykowne



Shapiro-Wilk p: 0,00009

Średnia: 41,20

Odch.std: 13,47

Wariancja: 181

Bł.std.śred: 1,172

Skośność: -0,0828

Nważnych: 132

Minimum: 4,000

Dolny kwartył: 33,50

Mediana: 42,00

Górny kwartył: 47,00

Maksimum: 78,00

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 12,02

Górny 15,32

95% p. ufności średniej

Dolny 38,89

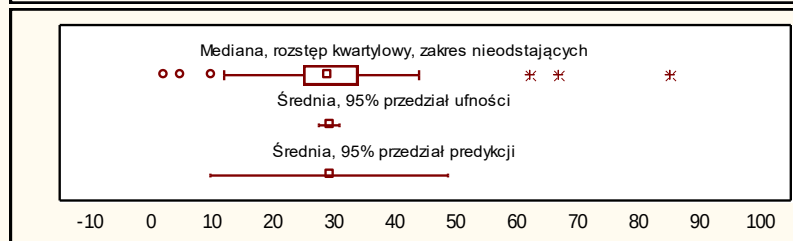
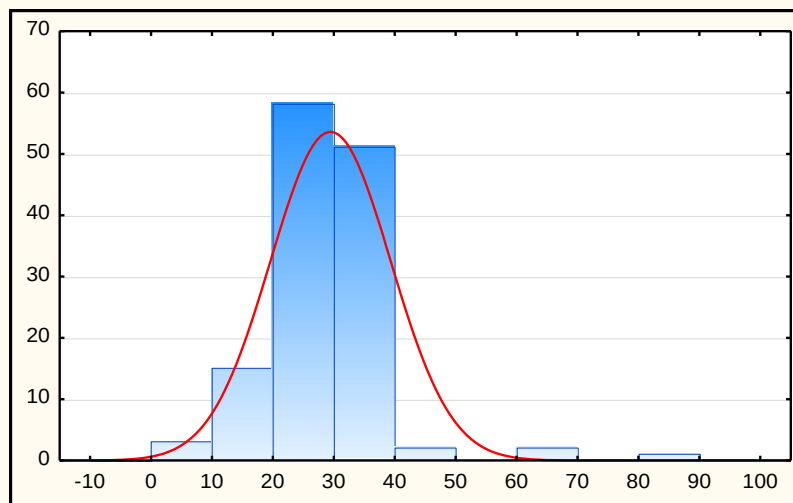
Górny 43,52

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny 14,46

Górny 67,95

PodsumowanieDeck 3 bezpieczny



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 29,25

Odch.std: 9,825

Wariancja: 96,52

Bl.std.śred. 0,855

Skośność: 1,636

Nważnych: 132

Minimum: 2,000

Dolny kwartył 25,00

Mediana: 29,00

Górny kwartył 34,00

Maksimum: 85,00

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 8,765

Górny 11,18

95% p. ufności średniej

Dolny 27,56

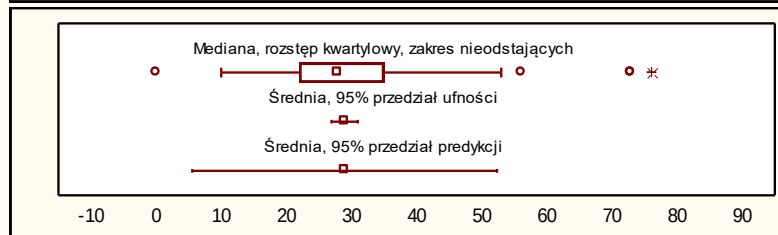
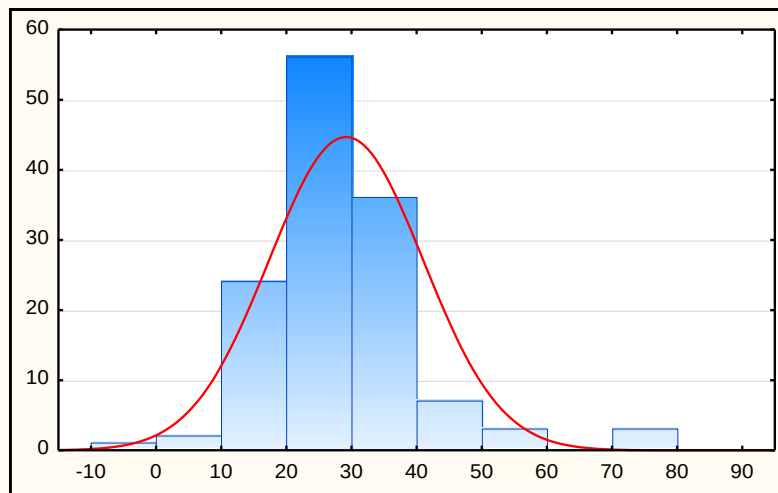
Górny 30,94

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny 9,741

Górny 48,76

PodsumowanieDeck 4 - bezpieczny



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 28,96

Odch.std: 11,78

Wariancja: 139

Bl.std.śred. 1,026

Skośność: 1,284

Nważnych: 132

Minimum: 0

Dolny kwartył 22,00

Mediana: 28,00

Górny kwartył 35,00

Maksimum: 76,00

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 10,51

Górny 13,41

95% p. ufności średniej

Dolny 26,93

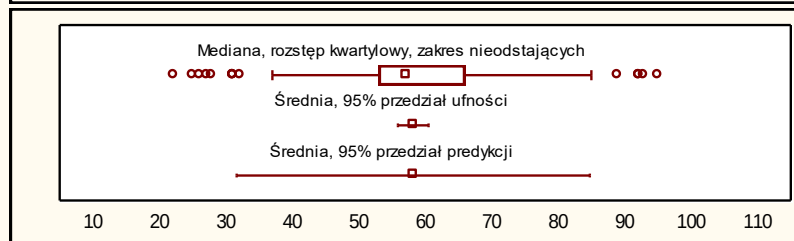
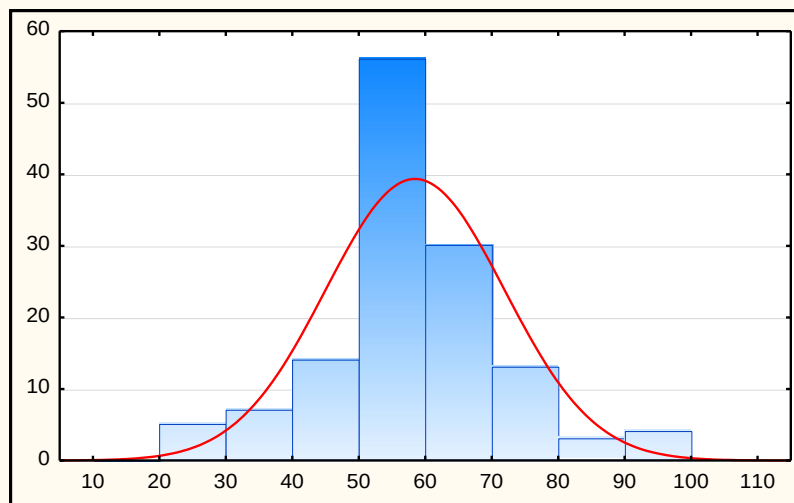
Górny 30,99

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny 5,561

Górny 52,36

Podsumowanie Decyzje bezpieczne



Shapiro-Wilk p: 0,00014

Średnia: 58,21

Odch.std: 13,38

Wariancja: 179

Bl.std.śred: 1,165

Skośność: -0,00870

Nważnych: 132

Minimum: 22,00

Dolny kwartył: 53,00

Mediana: 57,00

Górny kwartył: 66,00

Maksimum: 95,00

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny

Górny

95% p. ufności średniej

Dolny

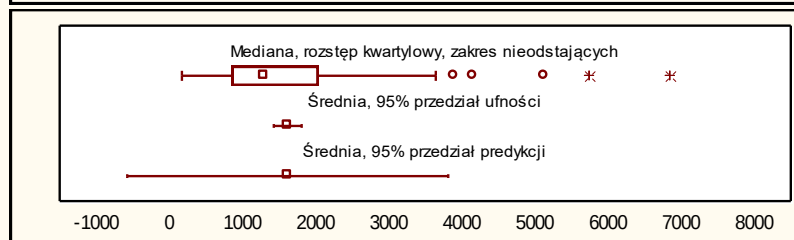
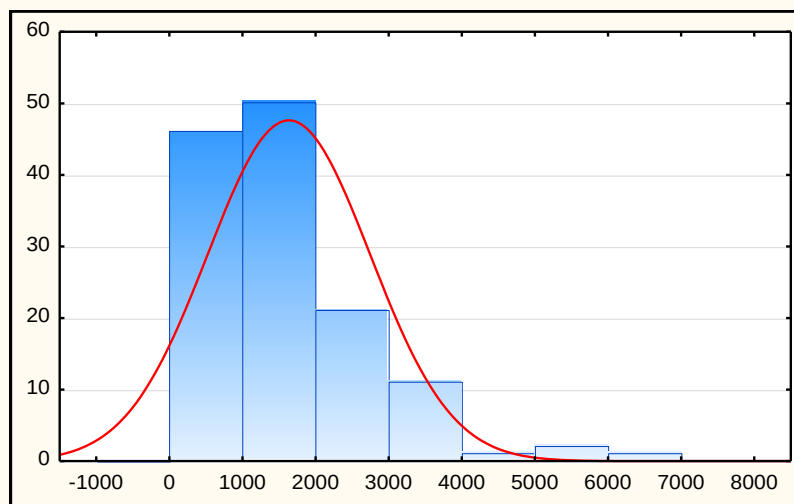
Górny

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny

Górny

Podsumowanie Średni czas reakcji Deck 1



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 1620

Odch.std: 1106

Wariancja: 1222337

Bl.std.śred: 96,23

Skośność: 1,791

Nważnych: 132

Minimum: 174

Dolny kwartył: 852

Mediana: 1288

Górny kwartył: 2042

Maksimum: 6840

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny

Górny

95% p. ufności średniej

Dolny

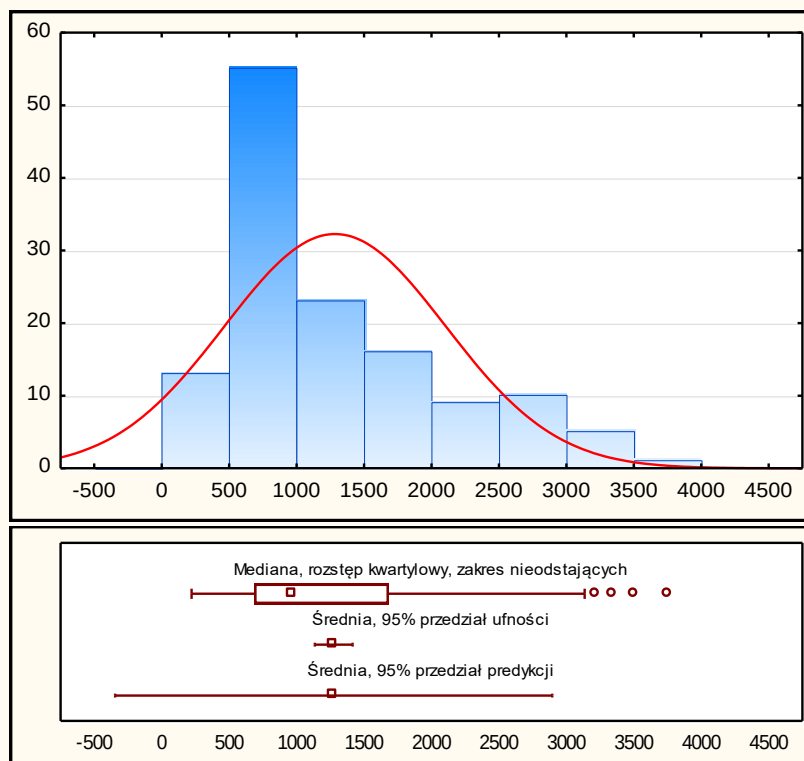
Górny

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny

Górny

Podsumowanie Średni czas reakcji Deck 2



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

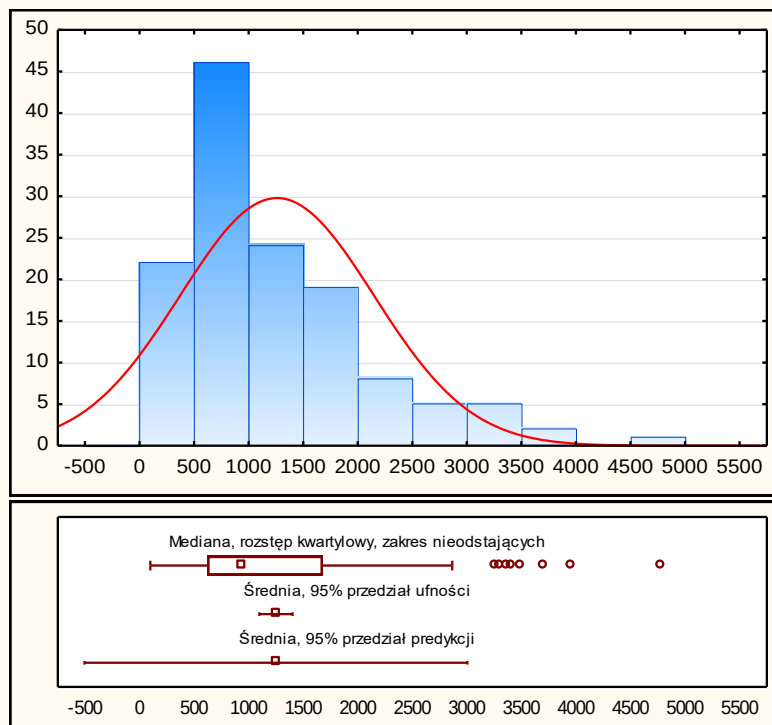
Średnia: 1276
 Odch.std: 816
 Wariancja: 665727
 Bł.std.śred.: 71,02
 Skośność: 1,075
 Nważnych: 132
 Minimum: 222
 Dolny kwartył: 687
 Mediana: 957
 Górny kwartył: 1684
 Maksimum: 3747

95% p. ufności dla odch.std.
 Dolny: 728
 Górny: 928

95% p. ufności średniej
 Dolny: 1135
 Górny: 1416

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji
 Dolny: -345
 Górny: 2896

Podsumowanie Średni czas reakcji Deck 3



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

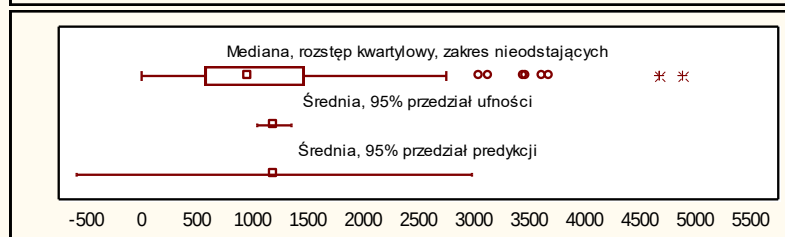
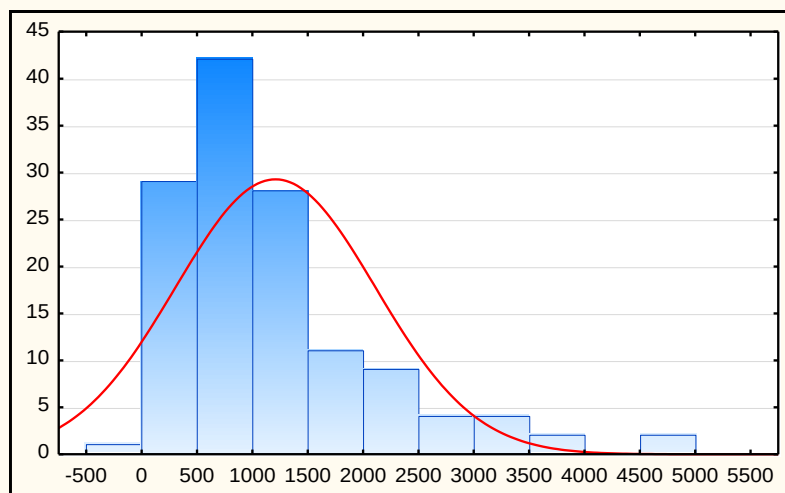
Średnia: 1251
 Odch.std: 884
 Wariancja: 781448
 Bł.std.śred.: 76,94
 Skośność: 1,431
 Nważnych: 132
 Minimum: 99,01
 Dolny kwartył: 621
 Mediana: 947
 Górny kwartył: 1679
 Maksimum: 4790

95% p. ufności dla odch.std.
 Dolny: 789
 Górny: 1006

95% p. ufności średniej
 Dolny: 1098
 Górny: 1403

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji
 Dolny: -505
 Górny: 3006

Podsumowanie Średni czas reakcji Deck 4



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

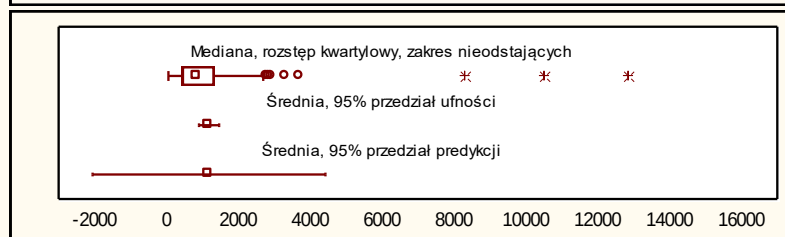
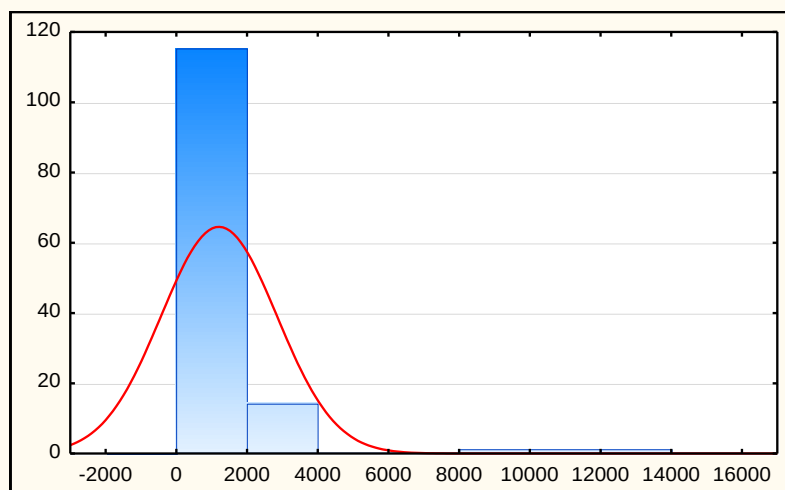
Średnia: 1199
Odch.std: 899
Wariancja: 808349
Bł.std.śred: 78,26
Skośność: 1,710
Nważnych: 132
Minimum: 0
Dolny kwartył: 569
Mediana: 965
Górny kwartył: 1470
Maksimum: 4882

95% p. ufności dla odch.std.
Dolny: 802
Górny: 1023

95% p. ufności średniej
Dolny: 1044
Górny: 1354

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji
Dolny: -586
Górny: 2984

Podsumowanie Odch Std Średni czas reakcji Deck 1



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

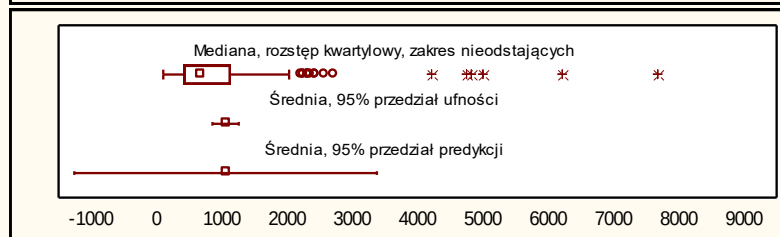
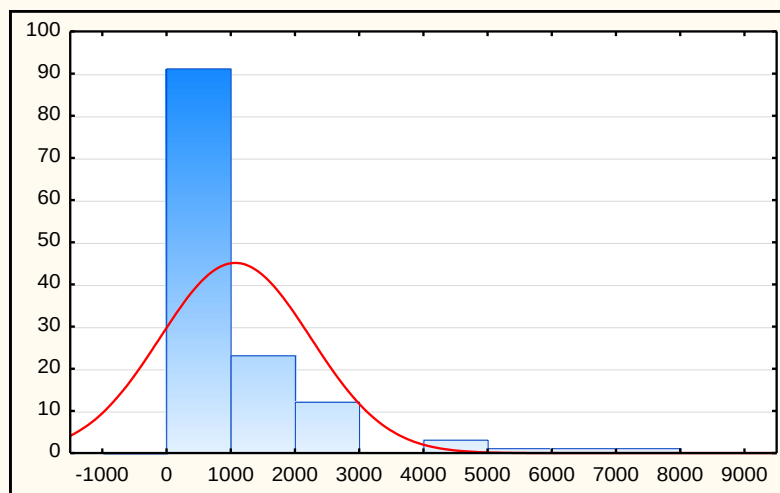
Średnia: 1188
Odch.std: 1632
Wariancja: 2663281
Bł.std.śred: 142
Skośność: 4,953
Nważnych: 132
Minimum: 56,86
Dolny kwartył: 430
Mediana: 810
Górny kwartył: 1342
Maksimum: 12830

95% p. ufności dla odch.std.
Dolny: 1456
Górny: 1857

95% p. ufności średniej
Dolny: 907
Górny: 1469

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji
Dolny: -2053
Górny: 4428

Podsumowanie Odch Std Średni czas reakcji Deck 2



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 1060
Odch.std: 1167
Wariancja: 1362616
Bł.std.śred: 102
Skośność: 3,085
Nważnych: 132
Minimum: 105
Dolny kwartył: 418
Mediana: 669
Górny kwartył: 1139
Maksimum: 7684

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 1041
Górny 1328

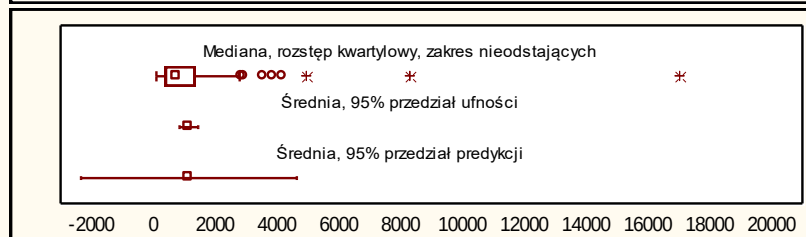
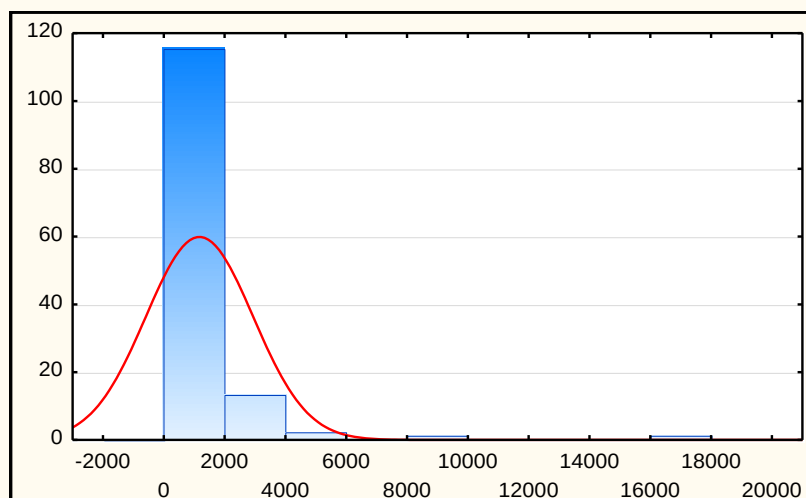
95% p. ufności średniej

Dolny 859
Górny 1261

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -1258
Górny 3378

Podsumowanie Odch Std Średni czas reakcji Deck 3



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 1154
Odch.std: 1758
Wariancja: 3091445
Bł.std.śred: 153
Skośność: 6,409
Nważnych: 132
Minimum: 101
Dolny kwartył: 376
Mediana: 719
Górny kwartył: 1365
Maksimum: 17055

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 1569
Górny 2000

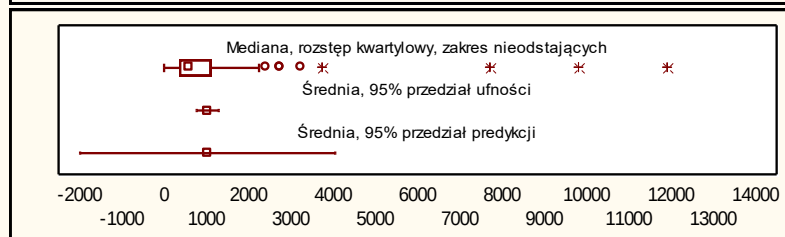
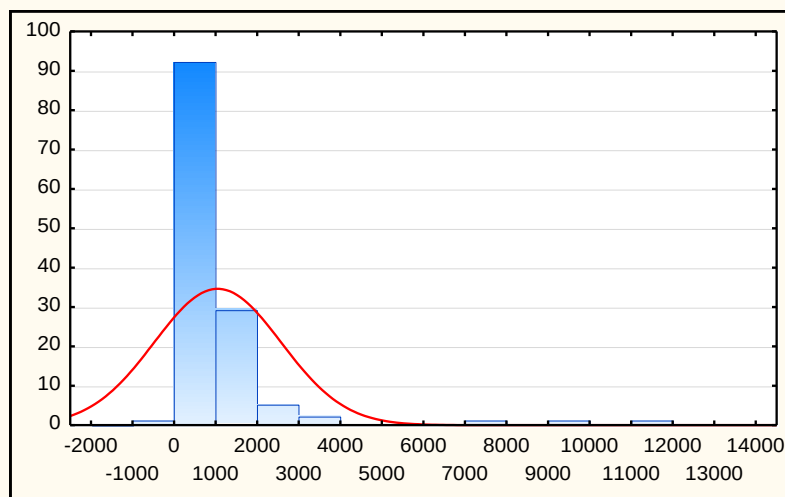
95% p. ufności średniej

Dolny 851
Górny 1457

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -2338
Górny 4645

Podsumowanie Odch. Std Średni czas reakcji Deck 4



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 1032
Odch.std: 1520
Wariancja: 2311543
Bł.std.śred: 132
Skośność: 5,050
Nważnych: 132
Minimum: 0
Dolny kwartył: 354
Mediana: 608
Górny kwartył: 1118
Maksimum: 11915

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 1356
Górny 1730

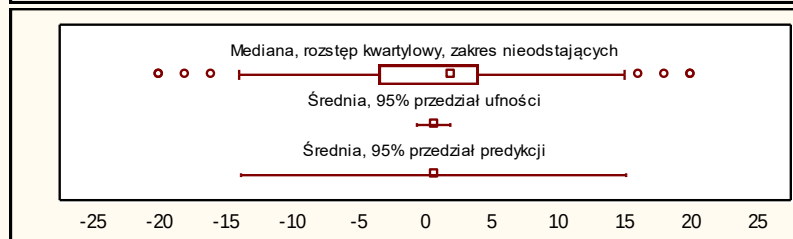
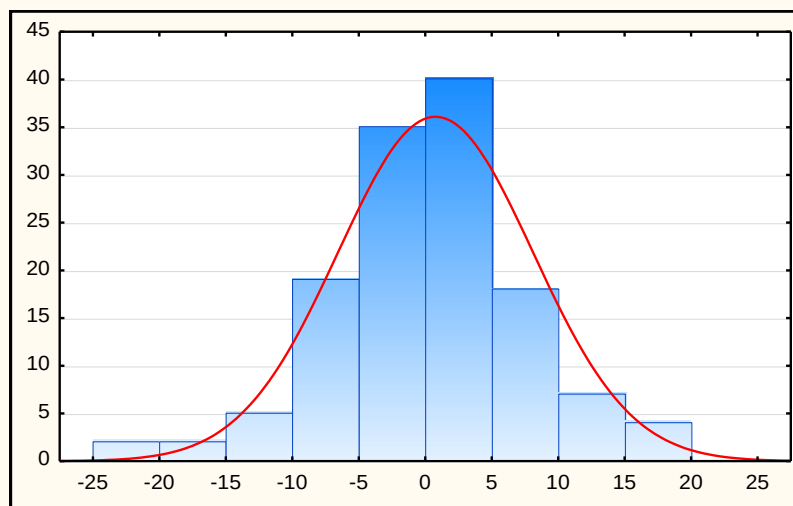
95% p. ufności średniej

Dolny 770
Górny 1294

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -1987
Górny 4051

Podsumowanie NET 1



Shapiro-Wilk p: 0,0284

Średnia: 0,636
Odch.std: 7,295
Wariancja: 53,21
Bł.std.śred: 0,635
Skośność: -0,101
Nważnych: 132
Minimum: -20,00
Dolny kwartył: -3,500
Mediana: 2,000
Górny kwartył: 4,000
Maksimum: 20,00

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 6,508
Górny 8,299

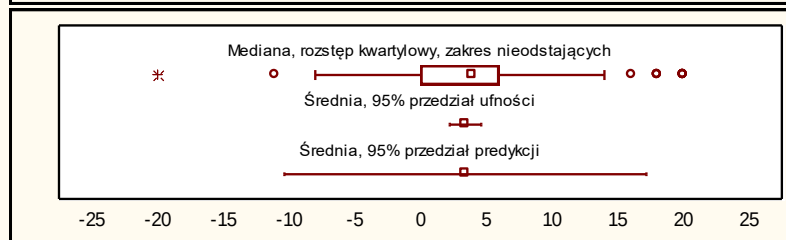
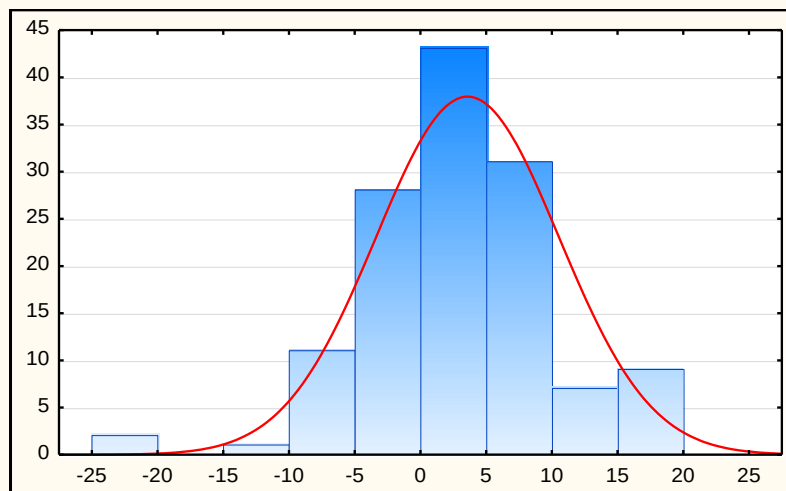
95% p. ufności średniej

Dolny -0,620
Górny 1,892

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -13,85
Górny 15,12

PodsumowanieNET 2



Shapiro-Wilk p: 0,00004

Średnia: 3,432

Odch.std: 6,936

Wariancja: 48,11

Bł.std.śred: 0,604

Skośność: -0,0673

Nważnych: 132

Minimum: -20,00

Dolny kwartył: 0

Mediana: 4,000

Górny kwartył: 6,000

Maksimum: 20,00

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 6,188

Górny 7,891

95% p. ufności średniej

Dolny 2,238

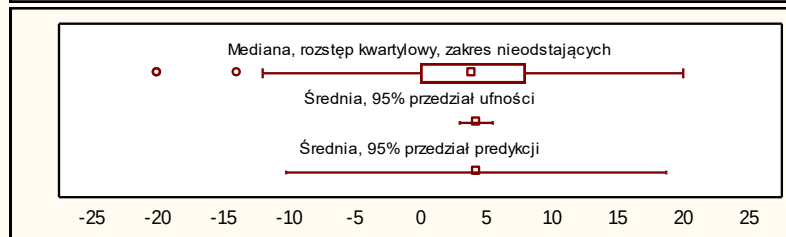
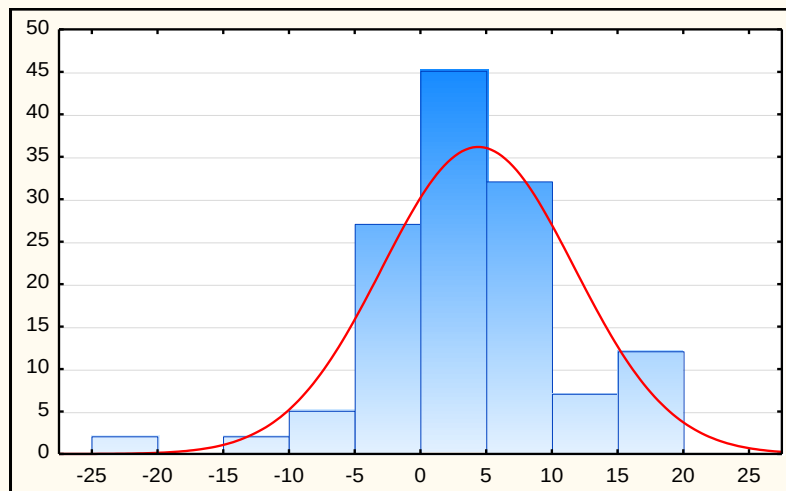
Górny 4,626

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -10,34

Górny 17,21

PodsumowanieNET 3



Shapiro-Wilk p: 0,00004

Średnia: 4,250

Odch.std: 7,281

Wariancja: 53,01

Bł.std.śred: 0,634

Skośność: -0,140

Nważnych: 132

Minimum: -20,00

Dolny kwartył: 0

Mediana: 4,000

Górny kwartył: 8,000

Maksimum: 20,00

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 6,496

Górny 8,284

95% p. ufności średniej

Dolny 2,996

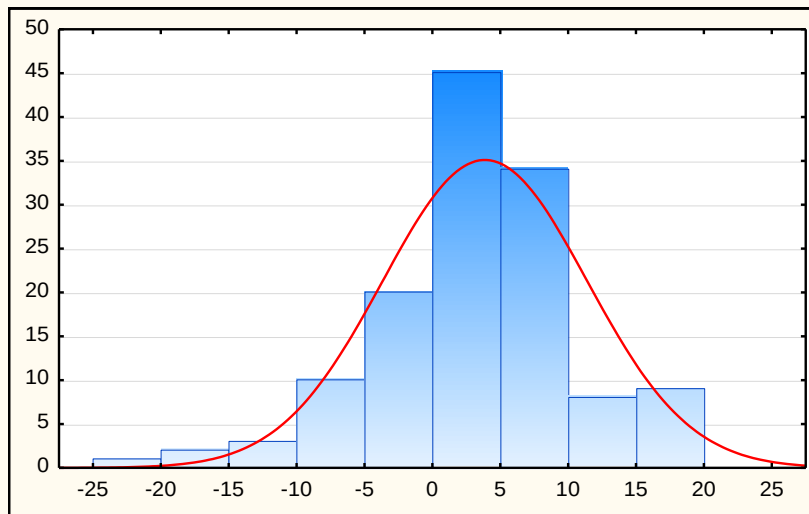
Górny 5,504

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -10,21

Górny 18,71

PodsumowanieNET 4



Shapiro-Wilk p: 0,00132

Średnia: 3,720

Odch.std: 7,499

Wariancja: 56,23

Bł.std.śred. 0,653

Skośność: -0,312

Nważnych: 132

Minimum: -20,00

Dolny kwartył 0

Mediana: 4,000

Górny kwartył 8,000

Maksimum: 20,00

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 6,690

Górny 8,531

95% p. ufności średniej

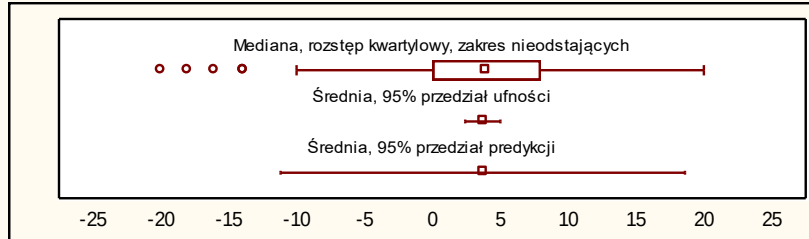
Dolny 2,429

Górny 5,011

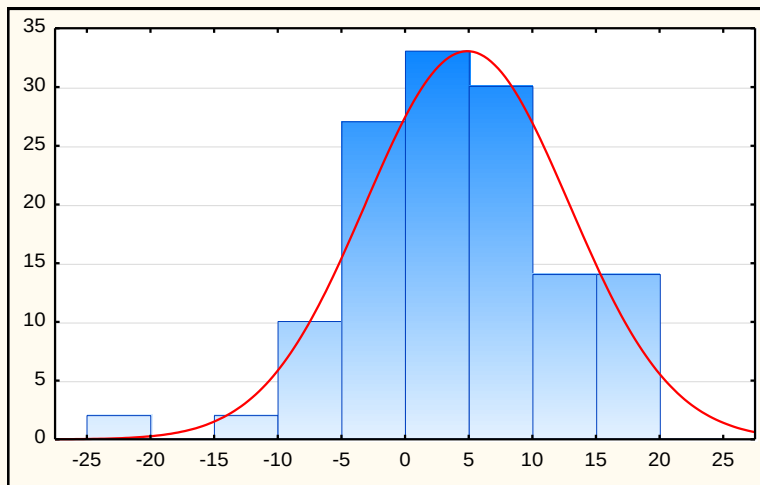
95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -11,17

Górny 18,61



PodsumowanieNET 5



Shapiro-Wilk p: 0,00260

Średnia: 4,735

Odch.std: 7,965

Wariancja: 63,45

Bł.std.śred. 0,693

Skośność: -0,0826

Nważnych: 132

Minimum: -20,00

Dolny kwartył 0

Mediana: 4,000

Górny kwartył 9,000

Maksimum: 20,00

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 7,107

Górny 9,062

95% p. ufności średniej

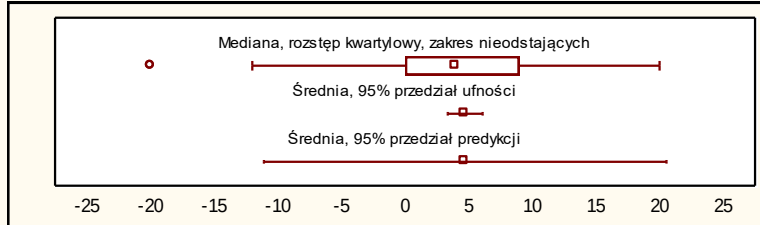
Dolny 3,363

Górny 6,106

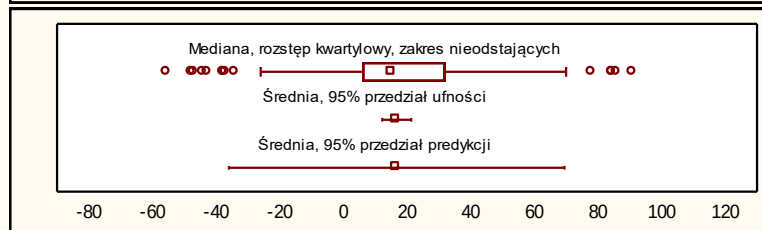
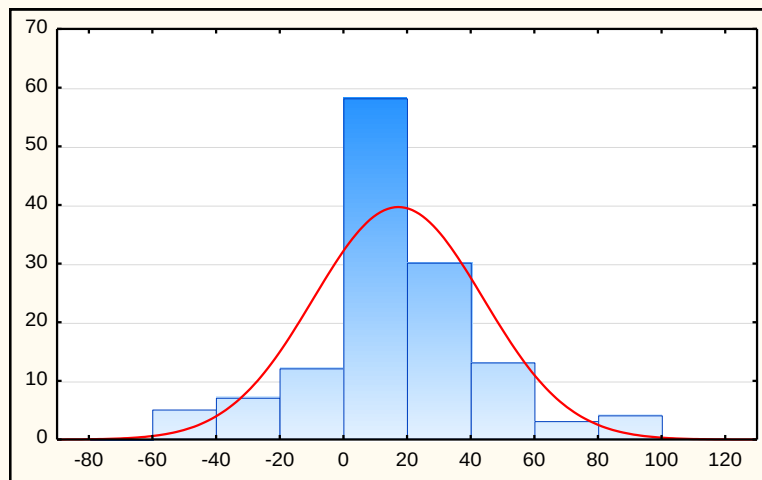
95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -11,08

Górny 20,55



Podsumowanie NET całość



Shapiro-Wilk p: 0,00016

Średnia: 16,77

Odch.std: 26,56

Wariancja: 706

Bł.std.śred: 2,312

Skośność: 0,00769

Nważnych: 132

Minimum: -56,00

Dolny kwartyl: 6,000

Mediana: 15,00

Górny kwartyl: 32,00

Maksimum: 91,00

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 23,70

Górny 30,22

95% p. ufności średniej

Dolny 12,19

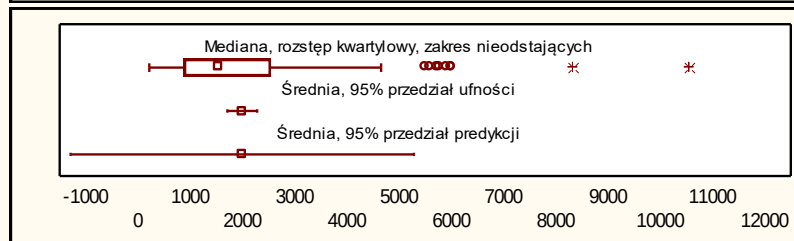
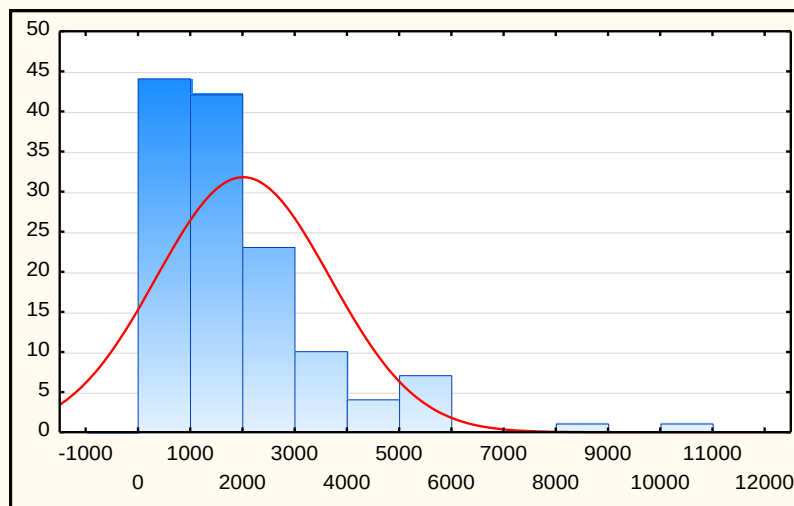
Górny 21,34

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -35,98

Górny 69,51

Podsumowanie Średni czas reakcji NET 1



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 1997

Odch.std: 1655

Wariancja: 2739908

Bł.std.śred: 144

Skośność: 2,112

Nważnych: 132

Minimum: 217

Dolny kwartyl: 881

Mediana: 1533

Górny kwartyl: 2543

Maksimum: 10548

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 1477

Górny 1883

95% p. ufności średniej

Dolny 1712

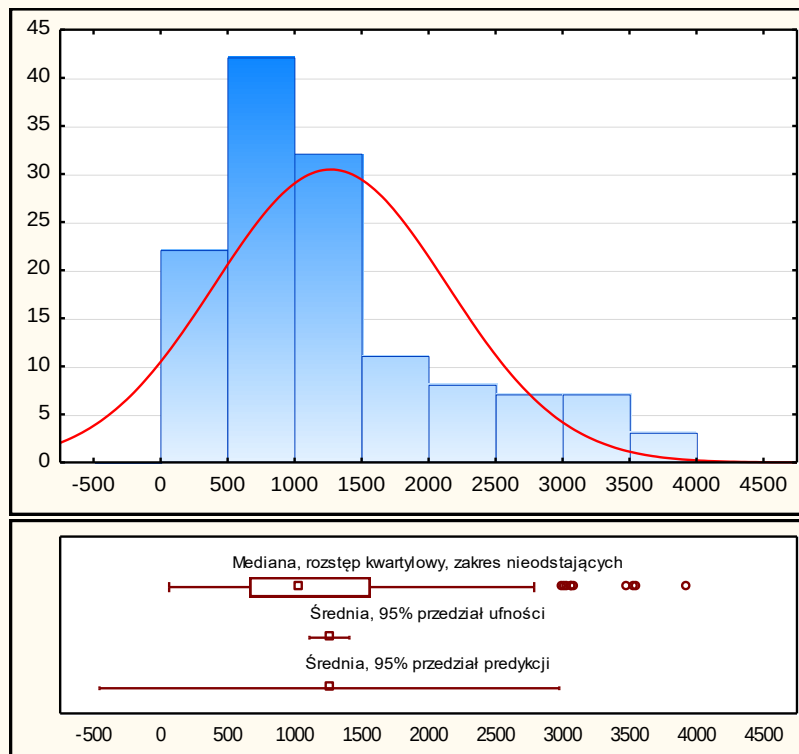
Górny 2282

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -1290

Górny 5284

Podsumowanie Średni czas reakcji NET 2



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 1260
Odch.std: 864
Wariancja: 746812
Bł.std.śred.: 75,22
Skośność: 1,090
Nważnych: 132
Minimum: 64,10
Dolny kwartył: 663
Mediana: 1034
Górny kwartył: 1568
Maksimum: 3924

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 771

Górny 983

95% p. ufności średniej

Dolny 1111

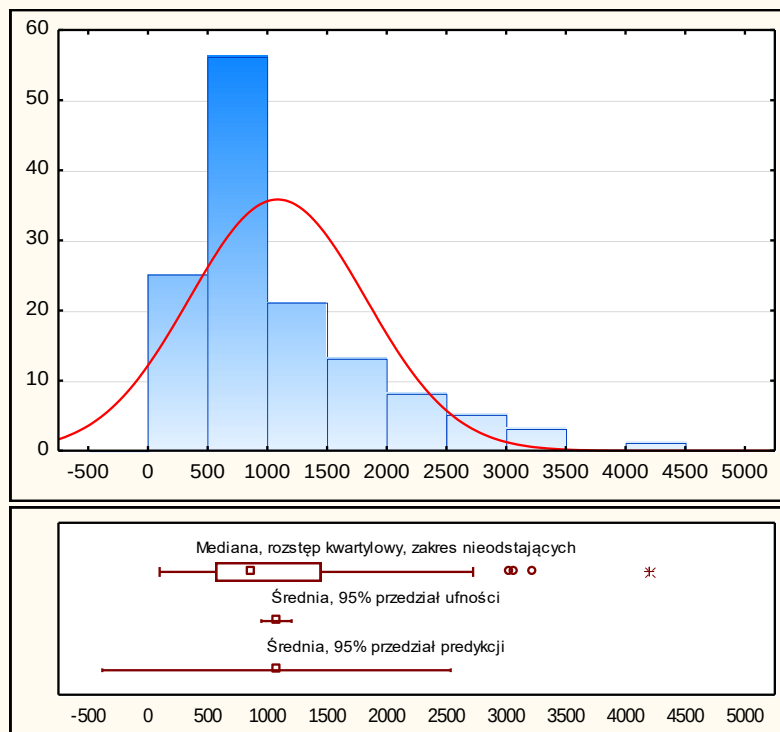
Górny 1409

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -456

Górny 2976

Podsumowanie Średni czas reakcji NET 3



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 1077
Odch.std: 735
Wariancja: 539822
Bł.std.śred.: 63,95
Skośność: 1,461

Nważnych: 132

Minimum: 97,95

Dolny kwartył: 564

Mediana: 871

Górny kwartył: 1454

Maksimum: 4190

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 656

Górny 836

95% p. ufności średniej

Dolny 951

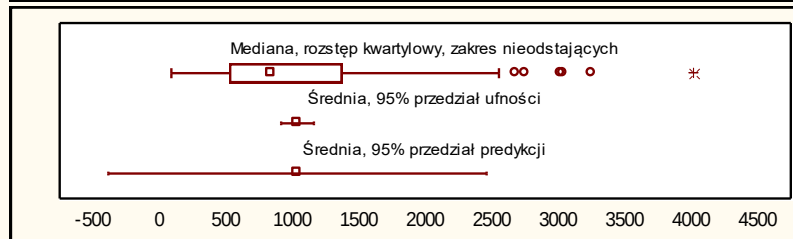
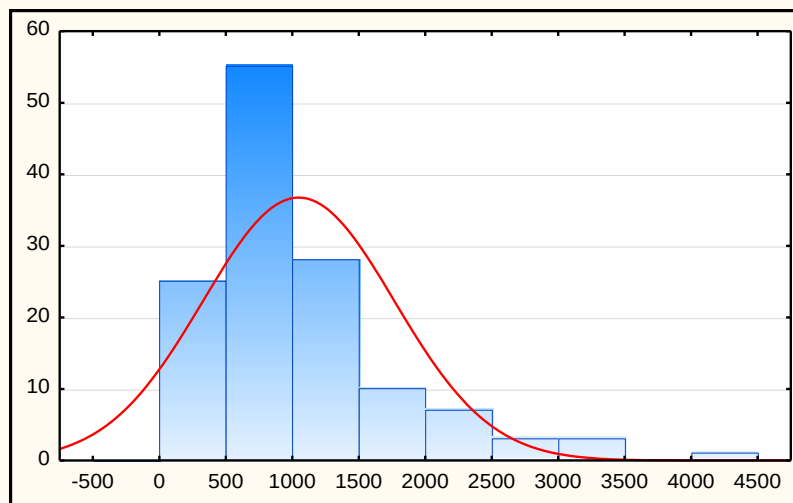
Górny 1204

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -382

Górny 2536

Podsumowanie Średni czas reakcji NET 4



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 1040
Odch.std: 716
Wariancja: 513310
Bł.std.śred.: 62,36
Skośność: 1,487
Nważnych: 132
Minimum: 91,00
Dolny kwartył: 524
Mediana: 832
Górny kwartył: 1379
Maksimum: 4016

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 639

Górny 815

95% p. ufności średniej

Dolny 916

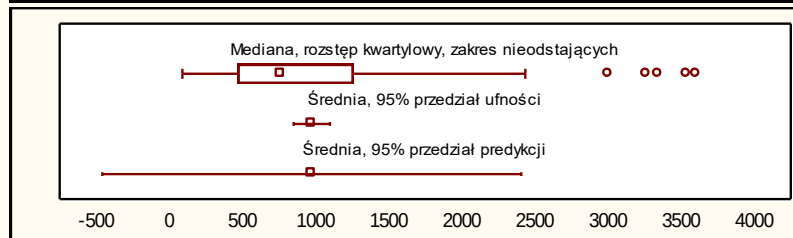
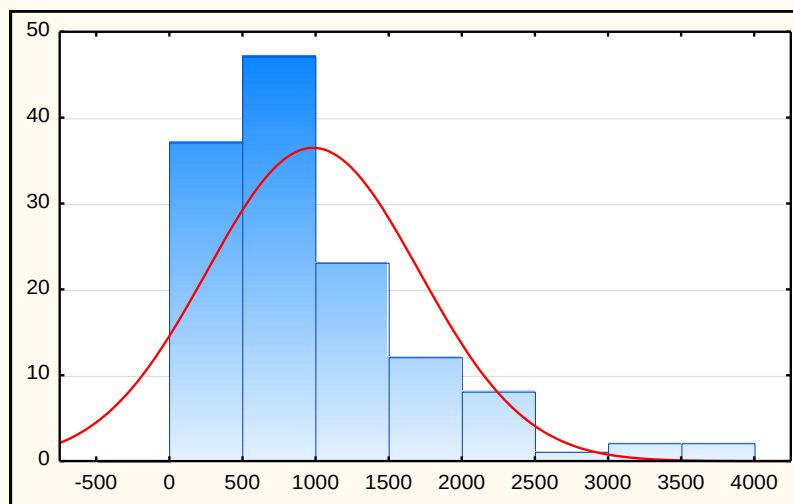
Górny 1163

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -383

Górny 2462

Podsumowanie Średni czas reakcji NET 5



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 975
Odch.std: 722
Wariancja: 520778
Bł.std.śred.: 62,81
Skośność: 1,628
Nważnych: 132
Minimum: 89,45
Dolny kwartył: 467
Mediana: 765
Górny kwartył: 1261
Maksimum: 3609

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 644

Górny 821

95% p. ufności średniej

Dolny 850

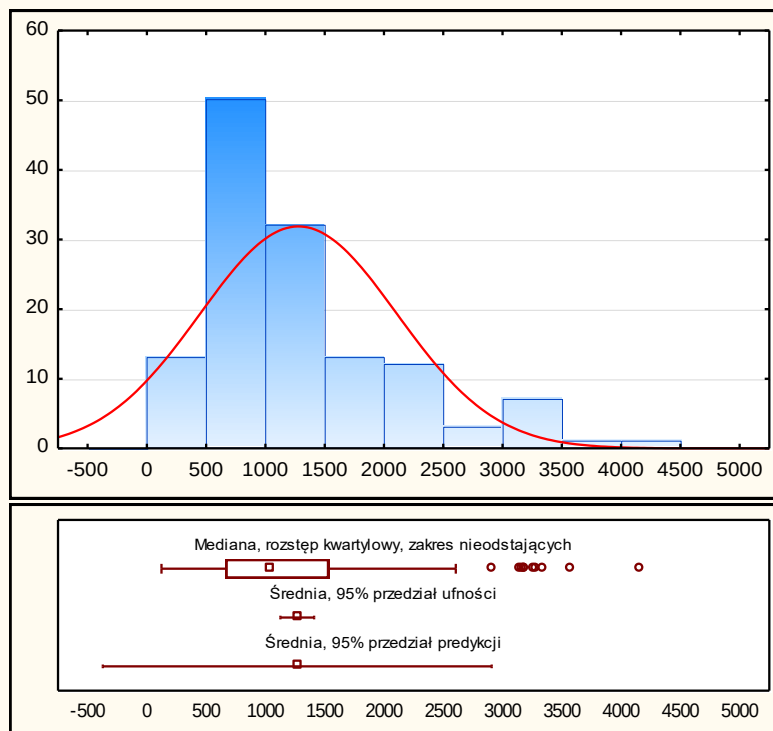
Górny 1099

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -458

Górny 2408

Podsumowanie Średni czas reakcji NET całość



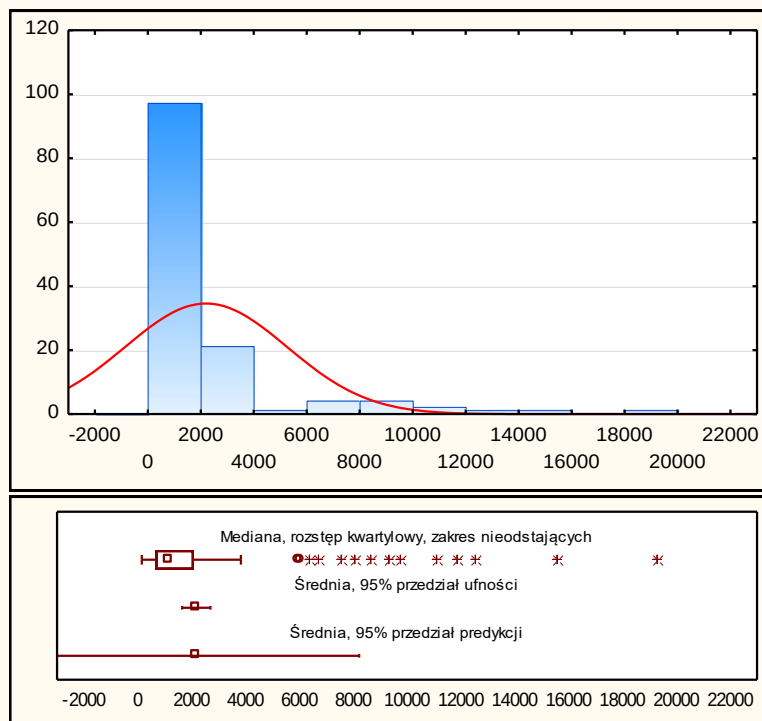
Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 1269
Odch.std: 826
Wariancja: 682076
Bł.std.śred.: 71,88
Skośność: 1,253
Nważnych: 132
Minimum: 123
Dolny kwartył: 664
Mediana: 1042
Górny kwartył: 1538
Maksimum: 4158

95% p. ufności dla odch.std.
Dolny: 737
Górny: 940

95% p. ufności średniej
Dolny: 1127
Górny: 1411
95% p. ufn. dla predykcji obserwacji
Dolny: -371
Górny: 2909

Podsumowanie Odch Std Średni czas reakcji NET 1



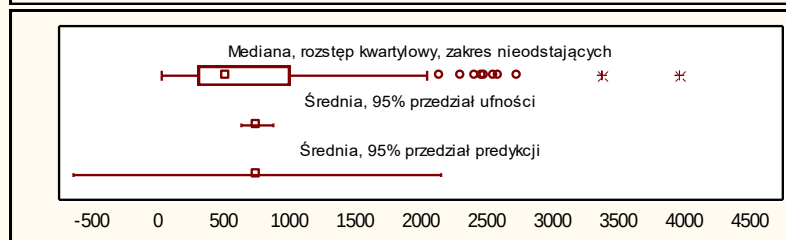
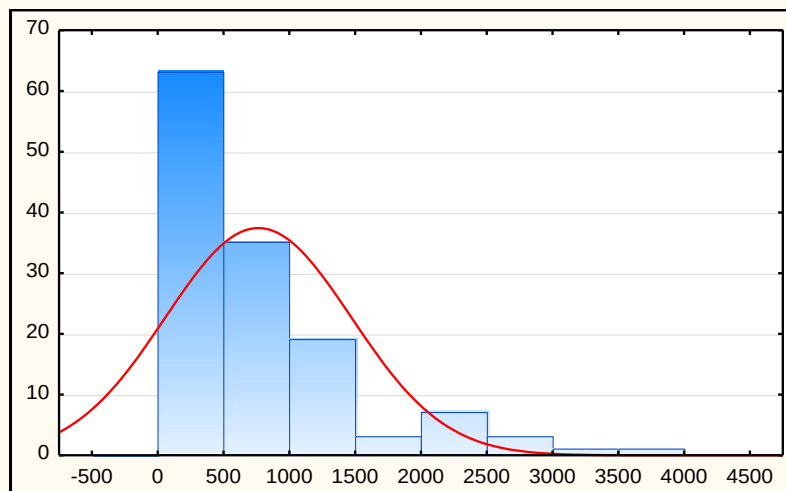
Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 2174
Odch.std: 3047
Wariancja: 9282557
Bł.std.śred.: 265
Skośność: 3,190
Nważnych: 132
Minimum: 150
Dolny kwartył: 667
Mediana: 1113
Górny kwartył: 2076
Maksimum: 19300

95% p. ufności dla odch.std.
Dolny: 2718
Górny: 3466

95% p. ufności średniej
Dolny: 1649
Górny: 2699
95% p. ufn. dla predykcji obserwacji
Dolny: -3876
Górny: 8224

Podsumowanie Odch Std Średni czas reakcji NET 2



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 758
Odch.std: 703
Wariancja: 494853
Bł.std.śred: 61,23
Skośność: 2,050

Nważnych: 132
Minimum: 30,54
Dolny kwartył: 306
Mediana: 520
Górny kwartył: 1005
Maksimum: 3962

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 628

Górny 800

95% p. ufności średniej

Dolny 636

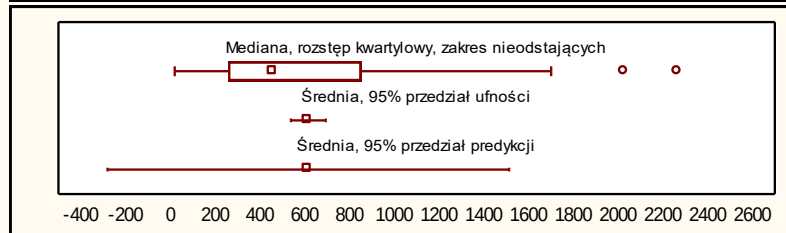
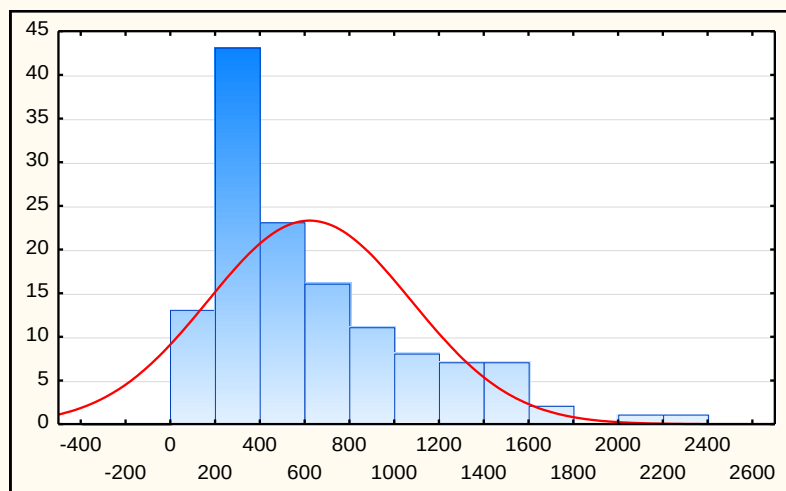
Górny 879

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -639

Górny 2154

Podsumowanie Odch Std Średni czas reakcji NET 3



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 617
Odch.std: 452
Wariancja: 204079
Bł.std.śred: 39,32
Skośność: 1,187

Nważnych: 132
Minimum: 19,54
Dolny kwartył: 258
Mediana: 460
Górny kwartył: 854
Maksimum: 2266

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 403

Górny 514

95% p. ufności średniej

Dolny 539

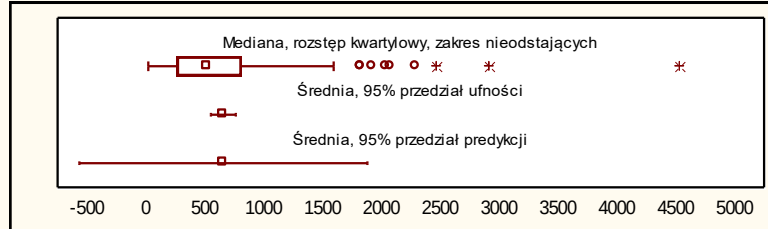
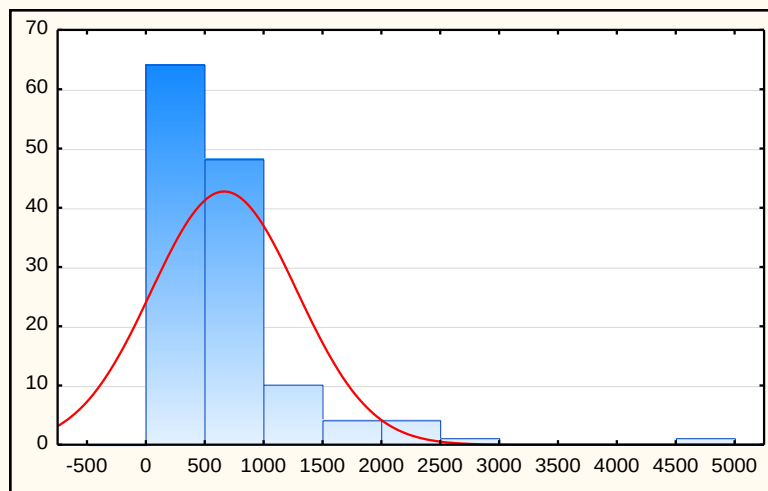
Górny 695

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -280

Górny 1514

Podsumowanie Odch Std Średni czas reakcji NET 4



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 658
Odch.std: 616
Wariancja: 379378
Bł.std.śred: 53,61
Skośność: 2,969
Nważnych: 132
Minimum: 20,97
Dolny kwartył: 263
Mediana: 509
Górny kwartył: 813
Maksimum: 4533

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 550

Górny 701

95% p. ufności średniej

Dolny 552

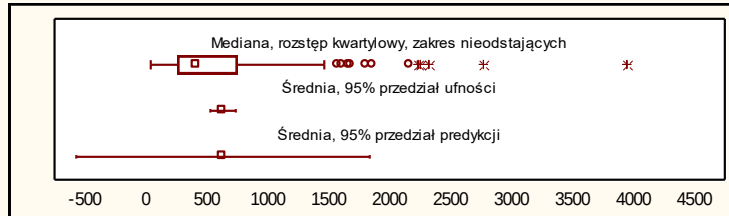
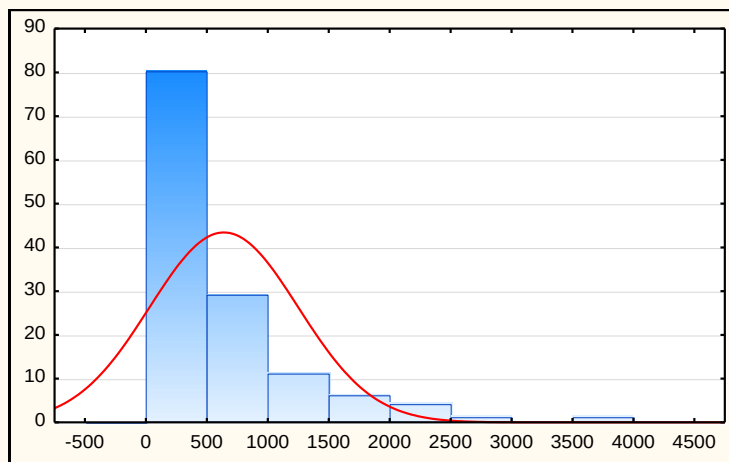
Górny 764

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -565

Górny 1881

Podsumowanie Odch Std Średni czas reakcji NET 5



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 633
Odch.std: 606
Wariancja: 367681
Bł.std.śred: 52,78
Skośność: 2,406
Nważnych: 132
Minimum: 39,56
Dolny kwartył: 260
Mediana: 406
Górny kwartył: 752
Maksimum: 3950

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny 541

Górny 690

95% p. ufności średniej

Dolny 529

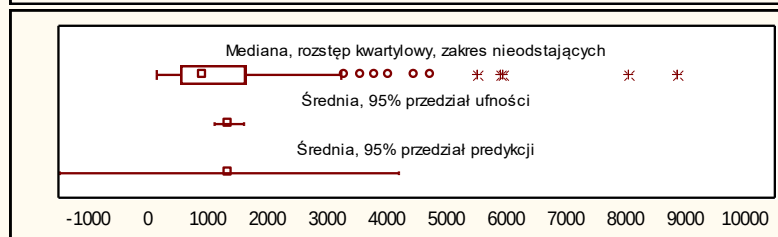
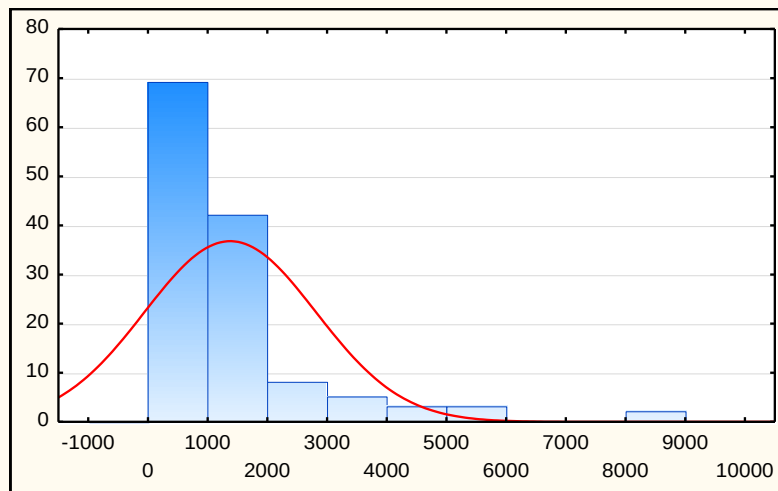
Górny 738

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -571

Górny 1837

Podsumowanie Odch. Std Średni czas reakcji NET TOTAL



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

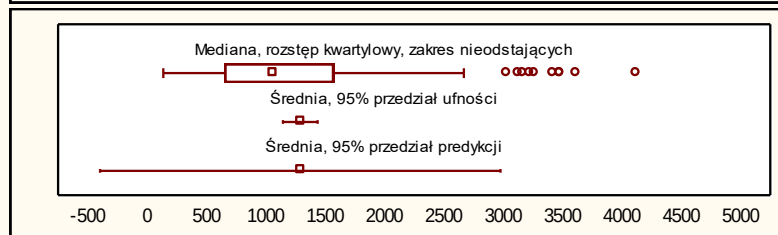
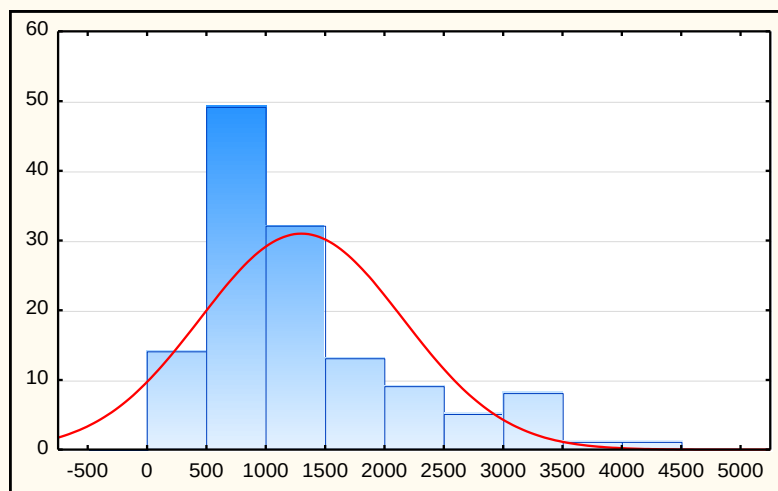
Średnia: 1364
Odch.std: 1431
Wariancja: 2046948
Bł.std.śred.: 125
Skośność: 2,858
Nważnych: 132
Minimum: 149
Dolny kwartył: 542
Mediana: 927
Górny kwartył: 1643
Maksimum: 8864

95% p. ufności dla odch.std.
Dolny: 1276
Górny: 1628

95% p. ufności średniej
Dolny: 1118
Górny: 1611

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji
Dolny: -1477
Górny: 4205

Podsumowanie Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

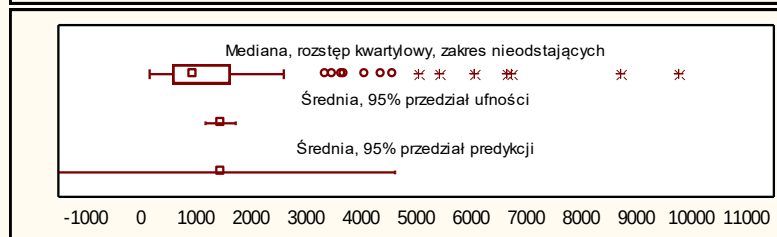
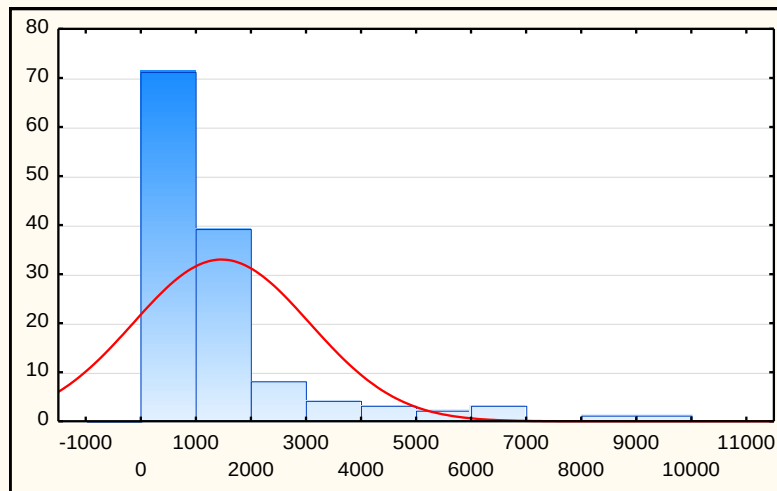
Średnia: 1291
Odch.std: 850
Wariancja: 721824
Bł.std.śred.: 73,95
Skośność: 1,216
Nważnych: 132
Minimum: 137
Dolny kwartył: 653
Mediana: 1057
Górny kwartył: 1576
Maksimum: 4113

95% p. ufności dla odch.std.
Dolny: 758
Górny: 967

95% p. ufności średniej
Dolny: 1145
Górny: 1437

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji
Dolny: -396
Górny: 2978

Podsumowanie Odch. Std Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

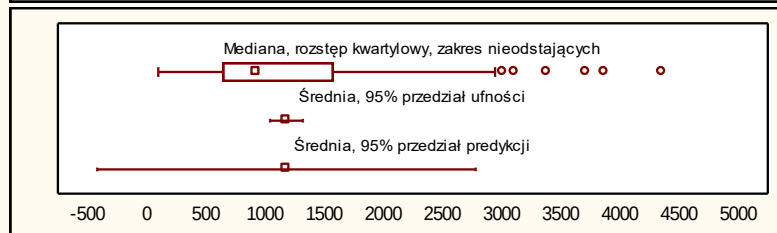
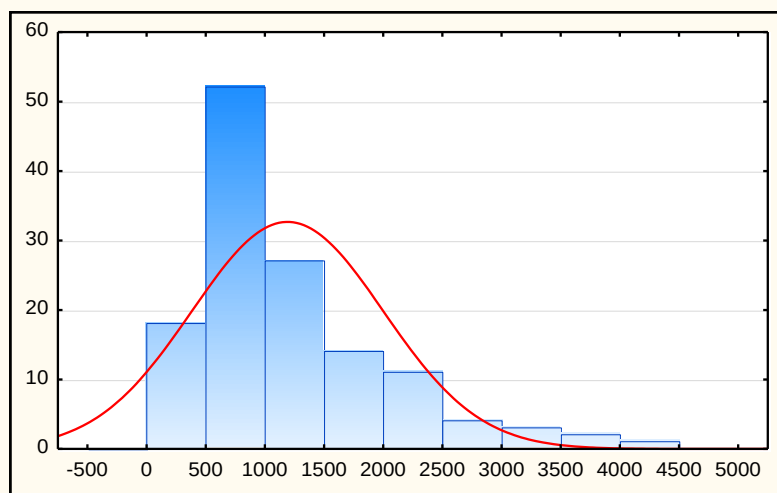
Średnia: 1449
Odch.std: 1597
Wariancja: 2549739
Bł.std.śred.: 139
Skośność: 2,878
Nważnych: 132
Minimum: 161
Dolny kwartył: 574
Mediana: 947
Górny kwartył: 1628
Maksimum: 9769

95% p. ufnosci dla odch.std.
Dolny: 1425
Górny: 1817

95% p. ufnosci średniej
Dolny: 1174
Górny: 1724

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji
Dolny: -1722
Górny: 4620

Podsumowanie Średni czas reakcji Po karze <=0



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

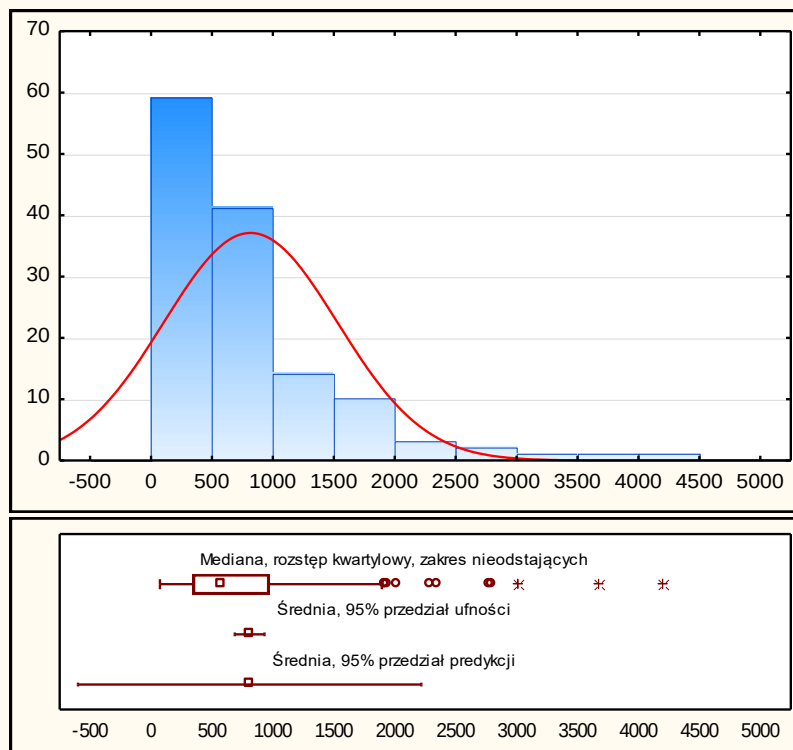
Średnia: 1182
Odch.std: 806
Wariancja: 648868
Bł.std.śred.: 70,11
Skośność: 1,523
Nważnych: 132
Minimum: 99,00
Dolny kwartył: 642
Mediana: 931
Górny kwartył: 1582
Maksimum: 4346

95% p. ufnosci dla odch.std.
Dolny: 719
Górny: 916

95% p. ufnosci średniej
Dolny: 1043
Górny: 1321

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji
Dolny: -417
Górny: 2782

Podsumowanie Odch. Std. Średni czas reakcji Po Karze <=0



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 810
Odch.std: 709
Wariancja: 503263
Bł.std.śred.: 61,75
Skośność: 2,182
Nważnych: 132
Minimum: 73,84
Dolny kwartył: 344
Mediana: 573
Górny kwartył: 970
Maksimum: 4190

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny: 633

Górny: 807

95% p. ufności średniej

Dolny: 687

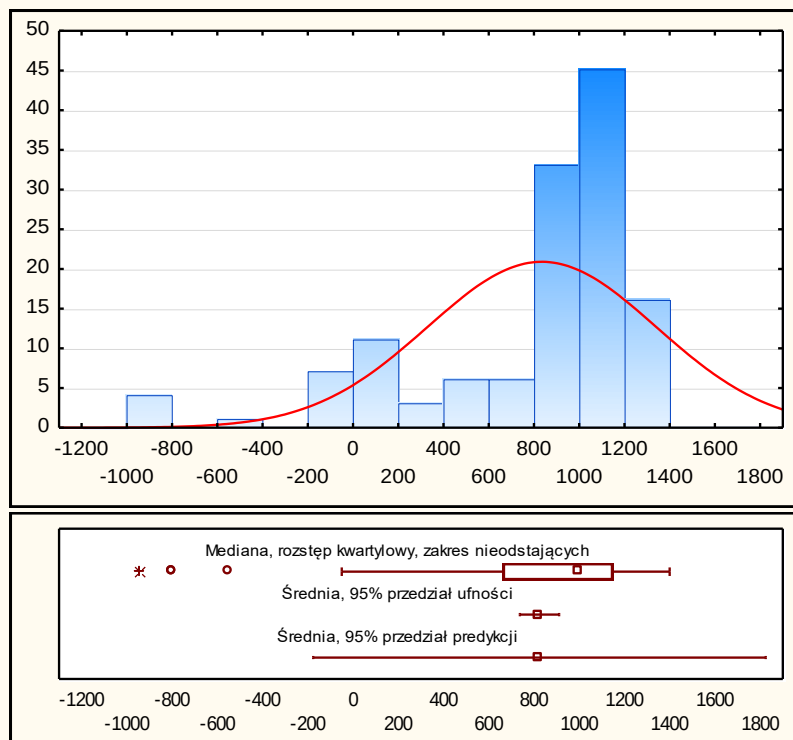
Górny: 932

95% p. uf. dla predykcji obserwacji

Dolny: -599

Górny: 2218

Podsumowanie Ilość pieniędzy NET 1



Shapiro-Wilk p: < 0,00001

Średnia: 824
Odch.std: 504
Wariancja: 253793
Bł.std.śred.: 43,85
Skośność: -1,677
Nważnych: 132
Minimum: -950
Dolny kwartył: 663
Mediana: 1000
Górny kwartył: 1150
Maksimum: 1400

95% p. ufności dla odch.std.

Dolny: 449

Górny: 573

95% p. ufności średniej

Dolny: 738

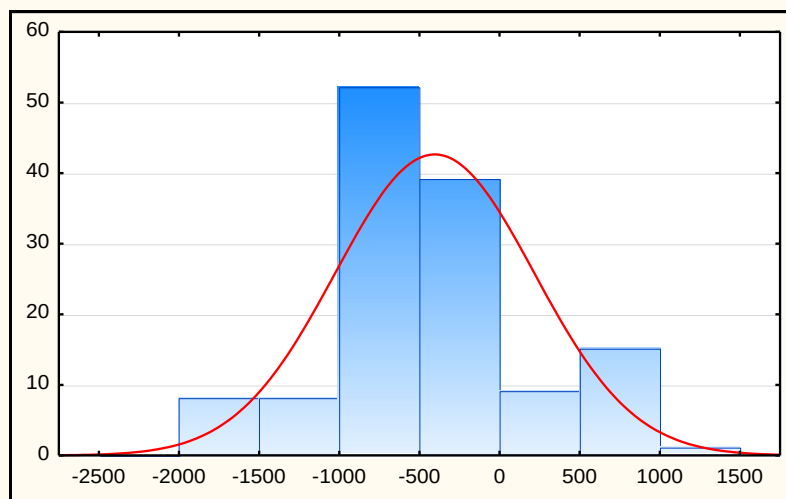
Górny: 911

95% p. uf. dla predykcji obserwacji

Dolny: -176

Górny: 1825

Podsumowaniellość pieniędzy NET 2



Shapiro-Wilk p: 0,00001

Średnia: -416
Odch.std: 617
Wariancja: 381148
Bł.std.śred: 53,74
Skośność: 0,250
Nważnych: 132
Minimum: -1850
Dolny kwartył: -700
Mediana: -500
Górny kwartył: -225
Maksimum: 1025

95% p. ufności dla odch.std.

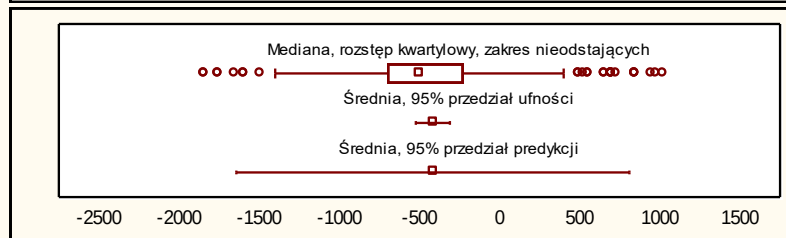
Dolny 551
Górny 702

95% p. ufności średniej

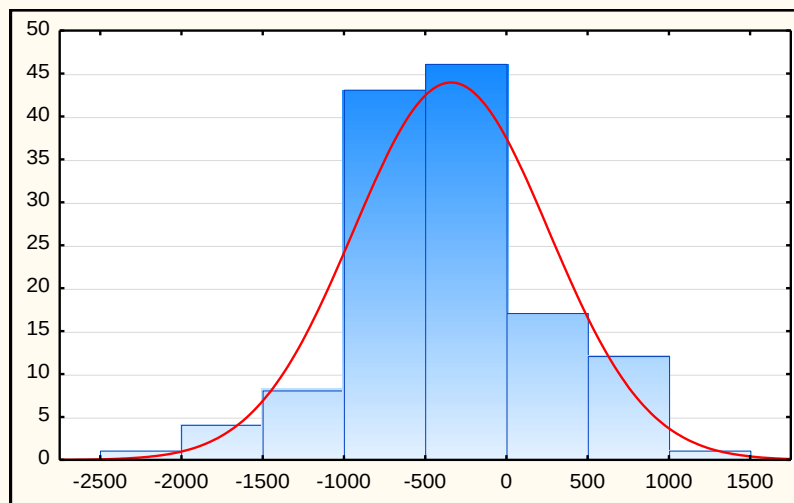
Dolny -522
Górny -310

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -1642
Górny 810



Podsumowaniellość pieniędzy NET 3



Shapiro-Wilk p: 0,0237

Średnia: -352
Odch.std: 599
Wariancja: 358644
Bł.std.śred: 52,12
Skośność: 0,0634
Nważnych: 132
Minimum: -2050
Dolny kwartył: -713
Mediana: -425
Górny kwartył: -50,00
Maksimum: 1050

95% p. ufności dla odch.std.

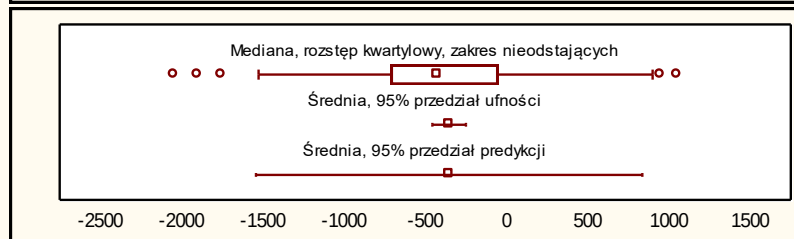
Dolny 534
Górny 681

95% p. ufności średniej

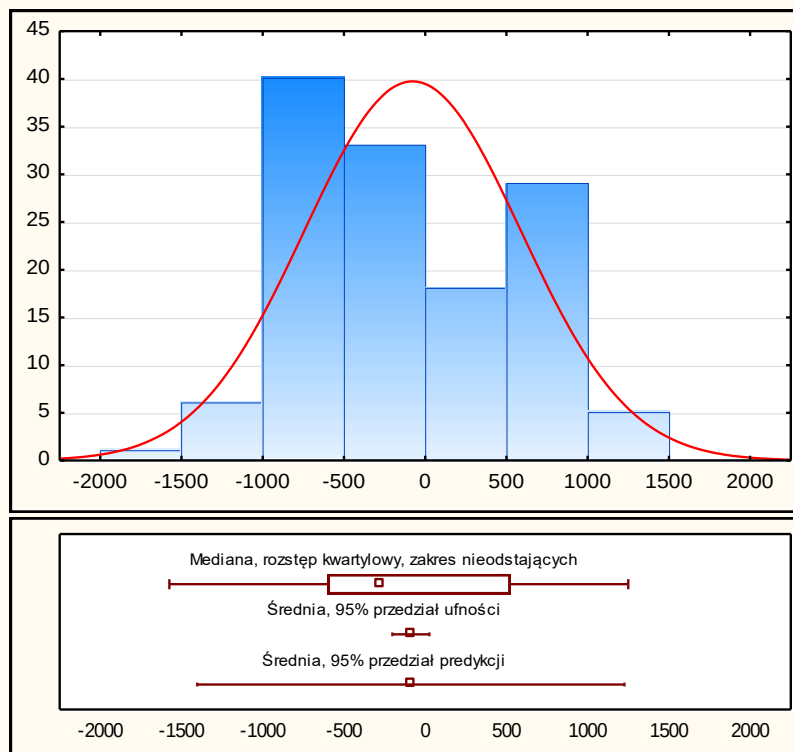
Dolny -456
Górny -249

95% p. ufn. dla predykcji obserwacji

Dolny -1542
Górny 837

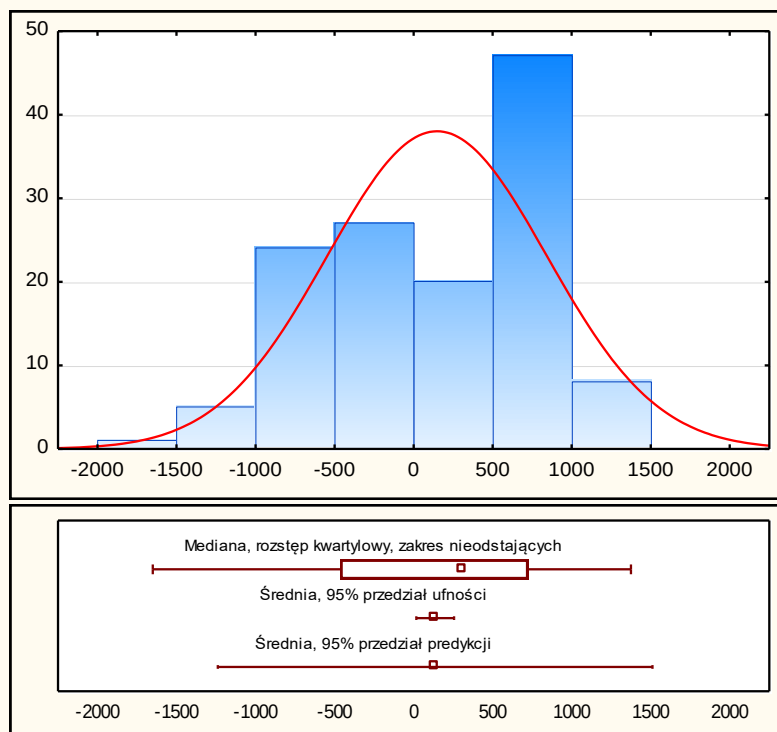


Podsumowaniellość pieniędzy NET 4

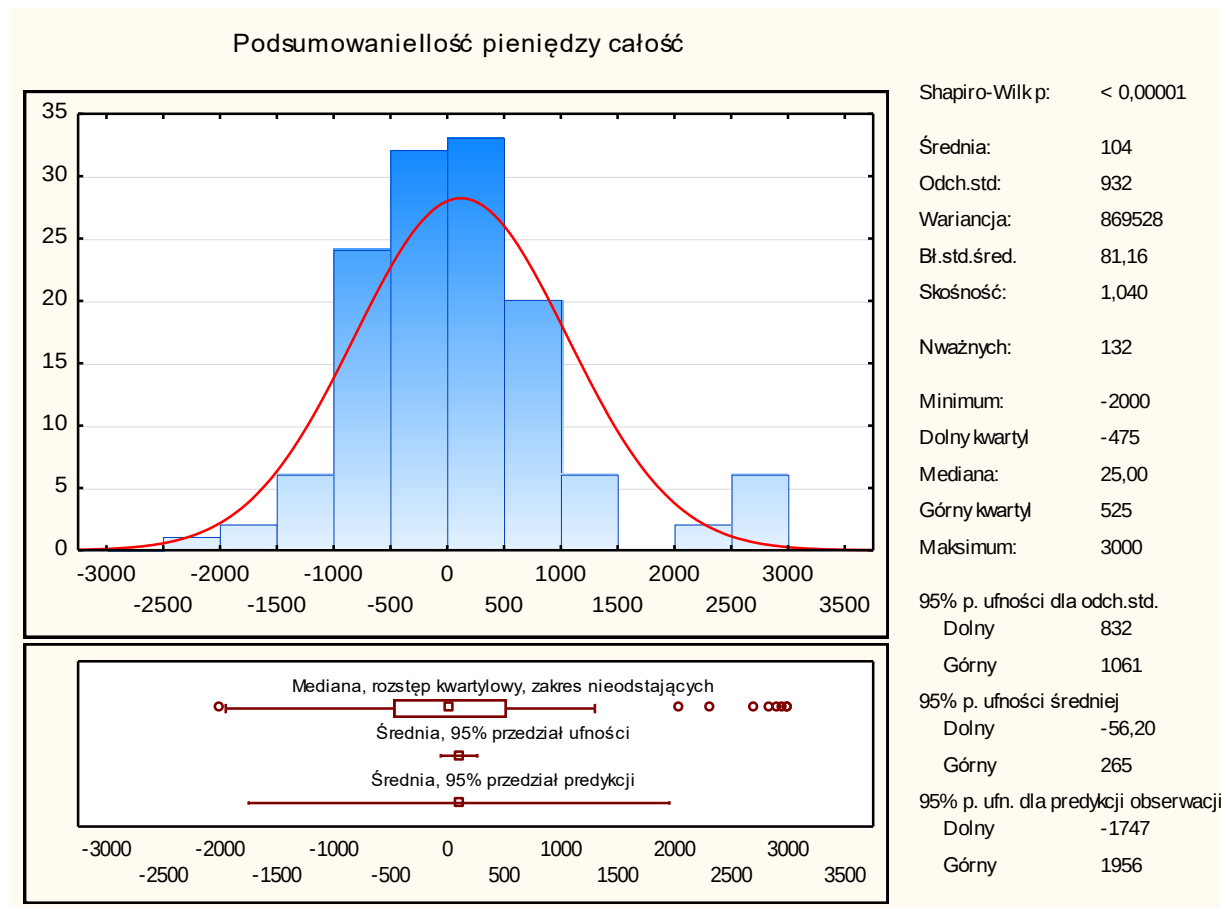


Shapiro-Wilk p:	0,00014
Średnia:	-88,26
Odch.std:	662
Wariancja:	438840
Bł.std.śred.	57,66
Skośność:	0,190
Nważnych:	132
Minimum:	-1575
Dolny kwartył	-600
Mediana:	-275
Górny kwartył	525
Maksimum:	1250
95% p. ufności dla odch.std.	
Dolny	591
Górny	754
95% p. ufności średniej	
Dolny	-202
Górny	25,81
95% p. ufn. dla predykcji obserwacji	
Dolny	-1404
Górny	1227

Podsumowaniellość pieniędzy NET 5



Shapiro-Wilk p:	0,00005
Średnia:	137
Odch.std:	692
Wariancja:	479345
Bł.std.śred.	60,26
Skośność:	-0,388
Nważnych:	132
Minimum:	-1650
Dolny kwartył	-463
Mediana:	313
Górny kwartył	725
Maksimum:	1375
95% p. ufności dla odch.std.	
Dolny	618
Górny	788
95% p. ufności średniej	
Dolny	17,34
Górny	256
95% p. ufn. dla predykcji obserwacji	
Dolny	-1238
Górny	1511



Test IGT – porównanie grup

Zmienna	Statystyki opisowe (Grupa Hazard)			
	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch. std
Deck 1 - ryzykowny	12,909	5,00	38,00	6,227
Deck 2 - ryzykowny	28,939	12,00	58,00	8,085
Decyzje ryzykowne	41,848	18,00	78,00	11,054
Deck 3 bezpieczny	29,273	10,00	37,00	6,231
Deck 4 - bezpieczny	28,879	12,00	56,00	9,623

Zmienna	Statystyki opisowe (Grupa Hazard)			
	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch. std
Decyzje bezpieczne	58,152	22,00	82,00	11,054
Średni czas reakcji Deck 1	1885,404	271,22	6840,00	1512,969
Średni czas reakcji Deck 2	1494,528	222,03	3746,69	949,886
Średni czas reakcji Deck 3	1536,913	175,91	4789,92	1059,645
Średni czas reakcji Deck 4	1334,207	160,82	4882,41	988,880
Odch Std Średni czas reakcji Deck 1	1782,610	80,85	12829,52	2959,934
Odch Std Średni czas reakcji Deck 2	1639,729	111,12	7684,48	1975,258
Odch Std Średni czas reakcji Deck 3	1989,399	180,87	17054,56	3223,861
Odch Std Średni czas reakcji Deck 4	1592,915	44,95	11914,95	2791,196
NET 1	2,364	-14,00	20,00	7,322
NET 2	3,758	-8,00	20,00	6,300
NET 3	4,848	-8,00	18,00	5,789
NET 4	2,061	-20,00	14,00	7,220
NET 5	3,273	-20,00	18,00	8,137
NET całość	16,303	-56,00	64,00	22,108
Średni czas reakcji NET 1	3042,530	378,20	10547,70	2416,287
Średni czas reakcji NET 2	1309,842	113,65	3538,85	820,576
Średni czas reakcji NET 3	1152,377	163,70	2723,45	658,590
Średni czas reakcji NET 4	1055,298	194,55	2554,80	602,438
Średni czas reakcji NET 5	1023,694	128,45	3542,65	689,393
Średni czas reakcji NET całość	1516,748	234,50	4157,62	930,151

Zmienna	Statystyki opisowe (Grupa Hazard)			
	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch. std
Odch Std Średni czas reakcji NET 1	4991,847	411,93	19300,09	5016,624
Odch Std Średni czas reakcji NET 2	787,569	51,67	3961,99	884,603
Odch Std Średni czas reakcji NET 3	639,374	96,50	2266,32	484,617
Odch Std Średni czas reakcji NET 4	514,906	44,62	1828,60	350,976
Odch Std Średni czas reakcji NET 5	573,044	85,30	3949,90	686,381
Odch Std Średni czas reakcji NET TOTAL	2522,188	212,00	8863,58	2360,404
Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	1580,636	245,00	4113,00	965,557
Odch Std Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	2785,358	237,53	9768,63	2635,846
Średni czas reakcji Po karze <=0	1296,030	198,00	4346,00	910,747
Odch Std Średni czas reakcji Po Karze <=0	847,122	73,84	4189,77	959,734
Ilość pieniędzy NET 1	931,061	-800,00	1350,00	480,032
Ilość pieniędzy NET 2	-372,727	-1850,00	1025,00	731,714
Ilość pieniędzy NET 3	-431,818	-1900,00	675,00	547,911
Ilość pieniędzy NET 4	-112,879	-1575,00	1125,00	696,226
Ilość pieniędzy NET 5	121,212	-1450,00	1375,00	749,638
Ilość pieniędzy całość	134,848	-1600,00	2325,00	778,619

Zmienna	Statystyki opisowe (Grupa Kontrolna - osoby zdrowe)			
	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch. std
Deck 1 - ryzykowny	10,564	3,00	28,000	5,1595
Deck 2 - ryzykowny	25,744	3,00	45,000	10,3561
Decyzje ryzykowne	36,308	7,00	54,000	12,0485
Deck 3 bezpieczny	32,615	5,00	85,000	13,6162
Deck 4 - bezpieczny	31,077	0,00	73,000	14,3020
Decyzje bezpieczne	63,692	46,00	93,000	12,0485
Średni czas reakcji Deck 1	936,829	173,58	2834,572	492,4857
Średni czas reakcji Deck 2	703,958	258,72	1709,056	358,0660
Średni czas reakcji Deck 3	624,461	99,01	1764,704	323,4702
Średni czas reakcji Deck 4	584,244	0,00	1713,640	336,4576
Odch Std Średni czas reakcji Deck 1	701,086	56,86	3689,608	690,8235
Odch Std Średni czas reakcji Deck 2	638,185	105,12	2311,855	503,9708
Odch Std Średni czas reakcji Deck 3	655,712	101,40	3546,400	656,6362
Odch Std Średni czas reakcji Deck 4	501,472	0,00	1667,577	338,0955
NET 1	0,462	-20,00	14,000	7,4050
NET 2	5,692	-6,00	20,000	6,6892
NET 3	6,462	-2,00	20,000	6,5769
NET 4	7,949	-4,00	20,000	6,6410
NET 5	6,821	-6,00	20,000	7,7828
NET całość	27,385	-8,00	86,000	24,0970
Średni czas reakcji NET 1	876,462	217,05	2691,100	526,6776

Zmienna	Statystyki opisowe (Grupa Kontrolna - osoby zdrowe)			
	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch. std
Średni czas reakcji NET 2	722,328	64,10	2106,050	470,8949
Średni czas reakcji NET 3	592,904	97,95	1479,300	302,6259
Średni czas reakcji NET 4	557,501	91,00	1393,850	297,8136
Średni czas reakcji NET 5	483,865	89,45	1030,450	237,8026
Średni czas reakcji NET całość	646,612	123,44	1515,140	284,2301
Odch Std Średni czas reakcji NET 1	739,941	150,26	2277,883	512,1548
Odch Std Średni czas reakcji NET 2	591,849	30,54	2583,533	630,1822
Odch Std Średni czas reakcji NET 3	479,113	19,54	1701,086	402,1697
Odch Std Średni czas reakcji NET 4	547,176	20,97	4533,065	742,7930
Odch Std Średni czas reakcji NET 5	382,795	39,56	1249,581	250,9096
Odch Std Średni czas reakcji NET TOTAL	698,067	148,91	2166,785	442,8024
Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	636,641	137,00	1452,000	273,8720
Odch Std Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	698,988	160,87	2412,168	459,5935
Średni czas reakcji Po karze <=0	682,846	99,00	1749,000	351,0707
Odch Std Średni czas reakcji Po Karze <=0	625,580	94,55	2283,876	491,5096
Ilość pieniędzy NET 1	793,590	-950,00	1250,000	543,5240
Ilość pieniędzy NET 2	-306,410	-1300,00	850,000	539,5148
Ilość pieniędzy NET 3	-268,590	-2050,00	1050,000	654,2050
Ilość pieniędzy NET 4	14,744	-1300,00	1250,000	653,9535
Ilość pieniędzy NET 5	146,795	-950,00	1225,000	607,8213
Ilość pieniędzy całość	380,128	-1025,00	3000,000	991,0816

Zmienna	Statystyki opisowe (Grupa Opioid bez metadonu)			
	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch. std
Deck 1 - ryzykowny	15,933	5,00	34,000	6,848
Deck 2 - ryzykowny	30,133	2,00	58,000	11,956
Decyzje ryzykowne	46,067	7,00	73,000	15,088
Deck 3 bezpieczny	24,800	2,00	36,000	8,185
Deck 4 - bezpieczny	26,967	10,00	76,000	12,705
Decyzje bezpieczne	51,767	25,00	78,000	14,026
Średni czas reakcji Deck 1	2036,802	539,69	3889,640	936,221
Średni czas reakcji Deck 2	1619,213	561,67	3209,067	802,668
Średni czas reakcji Deck 3	1644,456	509,63	3699,133	867,333
Średni czas reakcji Deck 4	1605,598	425,63	3468,800	856,352
Odch Std Średni czas reakcji Deck 1	1270,032	299,98	3287,025	756,913
Odch Std Średni czas reakcji Deck 2	1155,936	286,49	2440,721	661,899
Odch Std Średni czas reakcji Deck 3	1181,642	145,97	2794,206	659,577
Odch Std Średni czas reakcji Deck 4	1095,277	182,70	2735,873	650,213
NET 1	-0,867	-13,00	15,000	6,882
NET 2	1,167	-20,00	18,000	6,592
NET 3	1,533	-20,00	20,000	9,157
NET 4	0,600	-18,00	10,000	6,976
NET 5	2,600	-12,00	20,000	8,194
NET całość	5,000	-48,00	54,000	27,811

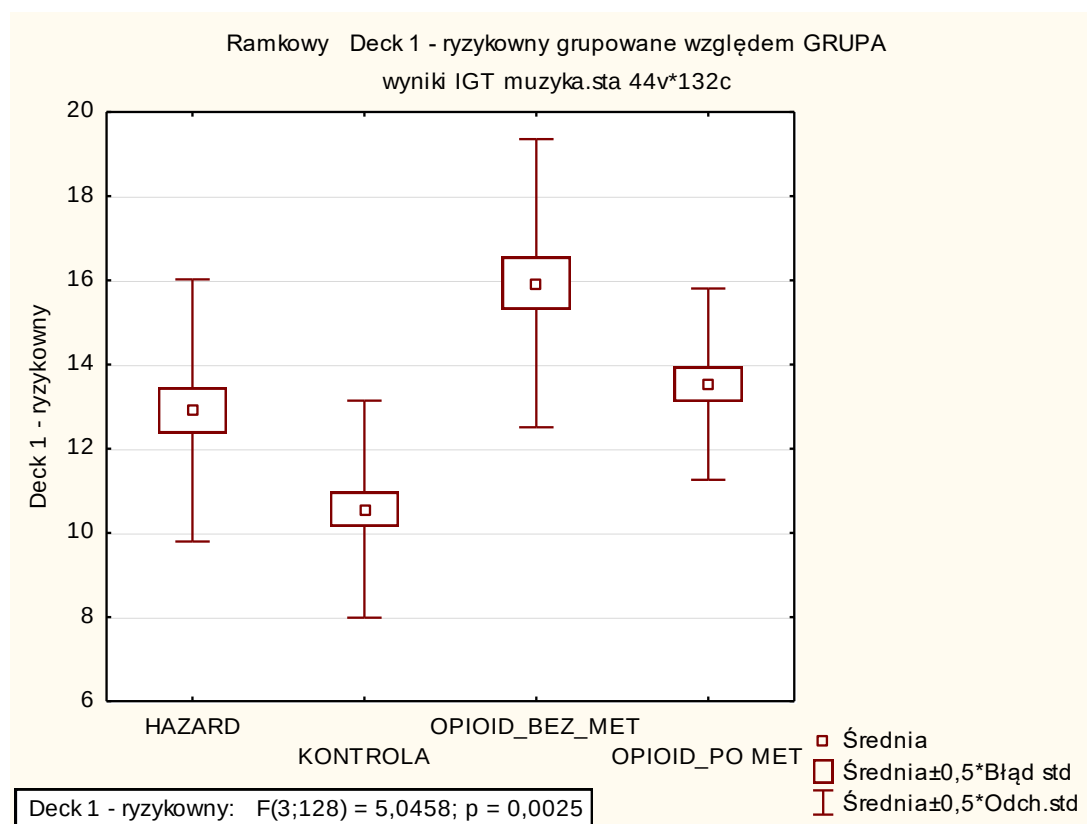
Zmienna	Statystyki opisowe (Grupa Opioid bez metadonu)			
	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch. std
Średni czas reakcji NET 1	2466,309	894,37	5775,000	1246,063
Średni czas reakcji NET 2	1616,063	373,38	3547,600	885,230
Średni czas reakcji NET 3	1472,038	166,50	4189,579	941,789
Średni czas reakcji NET 4	1398,698	313,65	4016,150	839,937
Średni czas reakcji NET 5	1343,140	267,46	3608,550	821,727
Średni czas reakcji NET całość	1654,676	610,31	3342,735	823,459
Odch Std Średni czas reakcji NET 1	1741,863	396,15	3472,545	873,770
Odch Std Średni czas reakcji NET 2	819,227	178,80	2725,615	539,092
Odch Std Średni czas reakcji NET 3	700,738	118,43	1586,751	432,020
Odch Std Średni czas reakcji NET 4	874,740	133,72	2918,981	674,036
Odch Std Średni czas reakcji NET 5	804,184	110,48	2330,460	632,971
Odch Std Średni czas reakcji NET TOTAL	1256,947	254,94	2340,837	575,463
Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	1680,567	590,00	3480,000	840,732
Odch Std Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	1293,895	271,91	2596,785	592,973
Średni czas reakcji Po karze <=0	1530,933	399,00	3379,000	845,703
Odch Std Średni czas reakcji Po Karze <=0	1015,663	192,69	2800,706	677,053
Ilość pieniędzy NET 1	693,333	-800,00	1250,000	520,731
Ilość pieniędzy NET 2	-471,667	-1750,00	850,000	515,565
Ilość pieniędzy NET 3	-368,333	-1750,00	675,000	626,977
Ilość pieniędzy NET 4	-165,833	-1025,00	1050,000	603,384
Ilość pieniędzy NET 5	130,833	-1650,00	1250,000	770,375

Zmienna	Statystyki opisowe (Grupa Opioid bez metadonu)			
	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch. std
Ilość pieniędzy całość	-181,667	-1950,00	2700,000	903,846

Zmienna	Statystyki opisowe (Grupa Opioid po metadonie)			
	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch. std
Deck 1 - ryzykowny	13,533	2,00	24,000	4,5466
Deck 2 - ryzykowny	28,467	2,00	54,000	11,2763
Decyzje ryzykowne	42,000	4,00	72,000	14,4556
Deck 3 bezpieczny	29,300	12,00	44,000	6,8940
Deck 4 - bezpieczny	28,300	12,00	51,000	9,2257
Decyzje bezpieczne	57,600	28,00	95,000	14,2577
Średni czas reakcji Deck 1	1799,711	509,33	4165,636	938,3232
Średni czas reakcji Deck 2	1434,037	611,58	2979,898	746,4891
Średni czas reakcji Deck 3	1355,371	425,66	3356,840	780,5565
Średni czas reakcji Deck 4	1442,117	435,86	4677,357	964,1450
Odch Std Średni czas reakcji Deck 1	1083,480	182,72	2698,000	652,2669
Odch Std Średni czas reakcji Deck 2	874,083	284,37	2576,593	641,9350
Odch Std Średni czas reakcji Deck 3	854,167	195,22	2289,524	523,9085
Odch Std Średni czas reakcji Deck 4	1042,079	224,74	3227,941	729,2043
NET 1	0,467	-20,00	18,000	7,4959
NET 2	2,400	-20,00	20,000	7,6185
NET 3	3,433	-14,00	20,000	6,8314

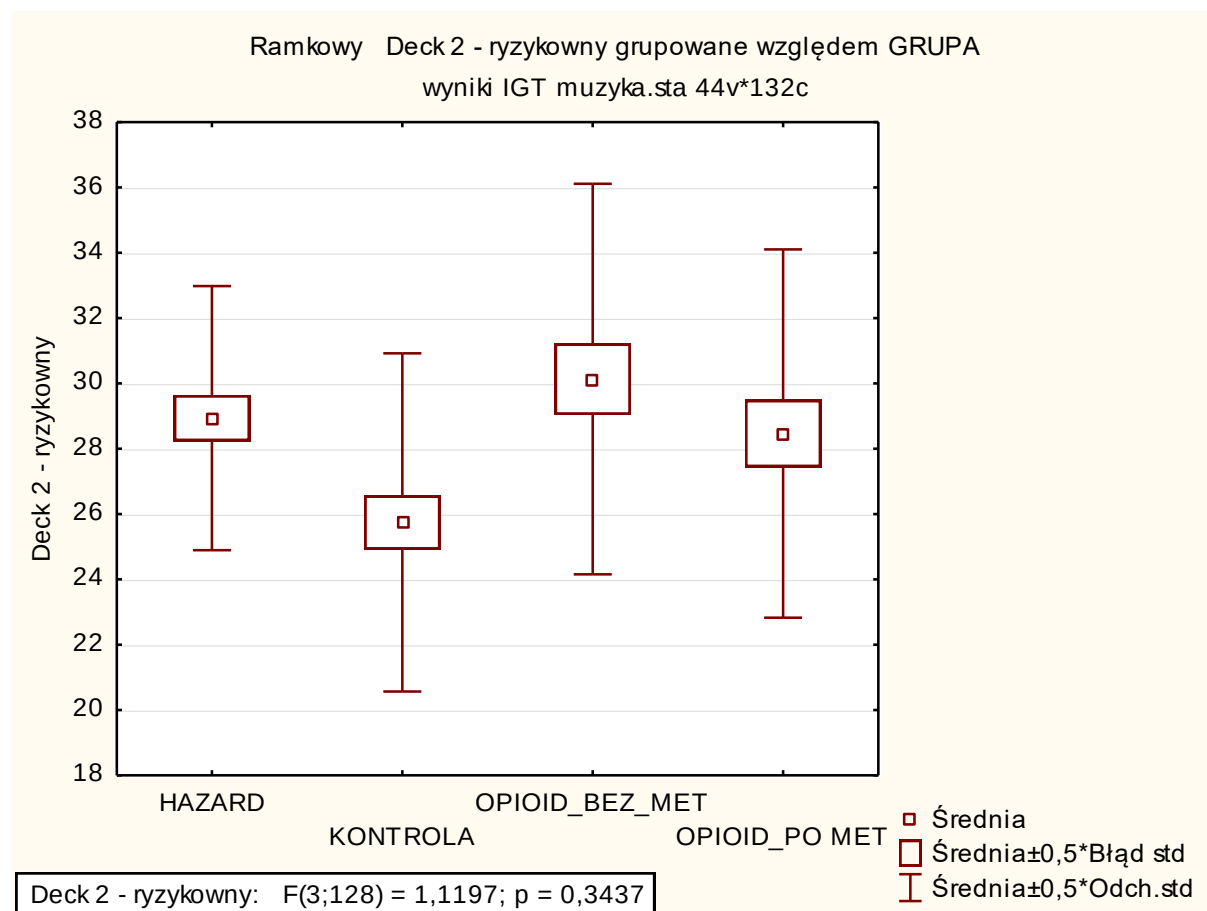
Zmienna	Statystyki opisowe (Grupa Opioid po metadonie)			
	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch. std
NET 4	3,167	-14,00	20,000	7,2449
NET 5	5,767	-6,00	20,000	7,2762
NET całość	15,233	-43,00	91,000	28,5738
Średni czas reakcji NET 1	1835,815	535,87	4520,050	911,6191
Średni czas reakcji NET 2	1549,256	416,05	3924,400	973,1533
Średni czas reakcji NET 3	1228,759	301,40	3029,350	667,8628
Średni czas reakcji NET 4	1289,785	360,05	3252,600	765,2220
Średni czas reakcji NET 5	1189,622	372,80	3348,400	750,8506
Średni czas reakcji NET całość	1418,943	538,26	3572,640	757,9935
Odch Std Średni czas reakcji NET 1	1370,546	457,20	2686,336	626,3346
Odch Std Średni czas reakcji NET 2	878,288	178,12	2553,917	709,8834
Odch Std Średni czas reakcji NET 3	686,681	212,12	2028,708	475,1148
Odch Std Średni czas reakcji NET 4	744,197	159,61	2083,261	551,7422
Odch Std Średni czas reakcji NET 5	854,154	174,82	2776,056	699,0815
Odch Std Średni czas reakcji NET TOTAL	1064,399	392,83	2334,586	532,0621
Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	1432,900	597,00	3474,000	760,0489
Odch Std Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	1110,255	431,39	2424,685	539,1822
Średni czas reakcji Po karze <=0	1357,167	319,00	3866,000	794,7040
Odch Std Średni czas reakcji Po Karze <=0	801,650	164,52	2779,238	625,2162
Ilość pieniędzy NET 1	878,333	-950,00	1400,000	445,9943
Ilość pieniędzy NET 2	-550,000	-1850,00	975,000	666,0809

Zmienna	Statystyki opisowe (Grupa Opioid po metadonie)			
	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch. std
Ilość pieniędzy NET 3	-358,333	-1525,00	900,000	563,9047
Ilość pieniędzy NET 4	-117,500	-1450,00	1250,000	707,7816
Ilość pieniędzy NET 5	145,833	-1400,00	1075,000	683,4586
Ilość pieniędzy całość	-1,667	-2000,00	2900,000	977,3939

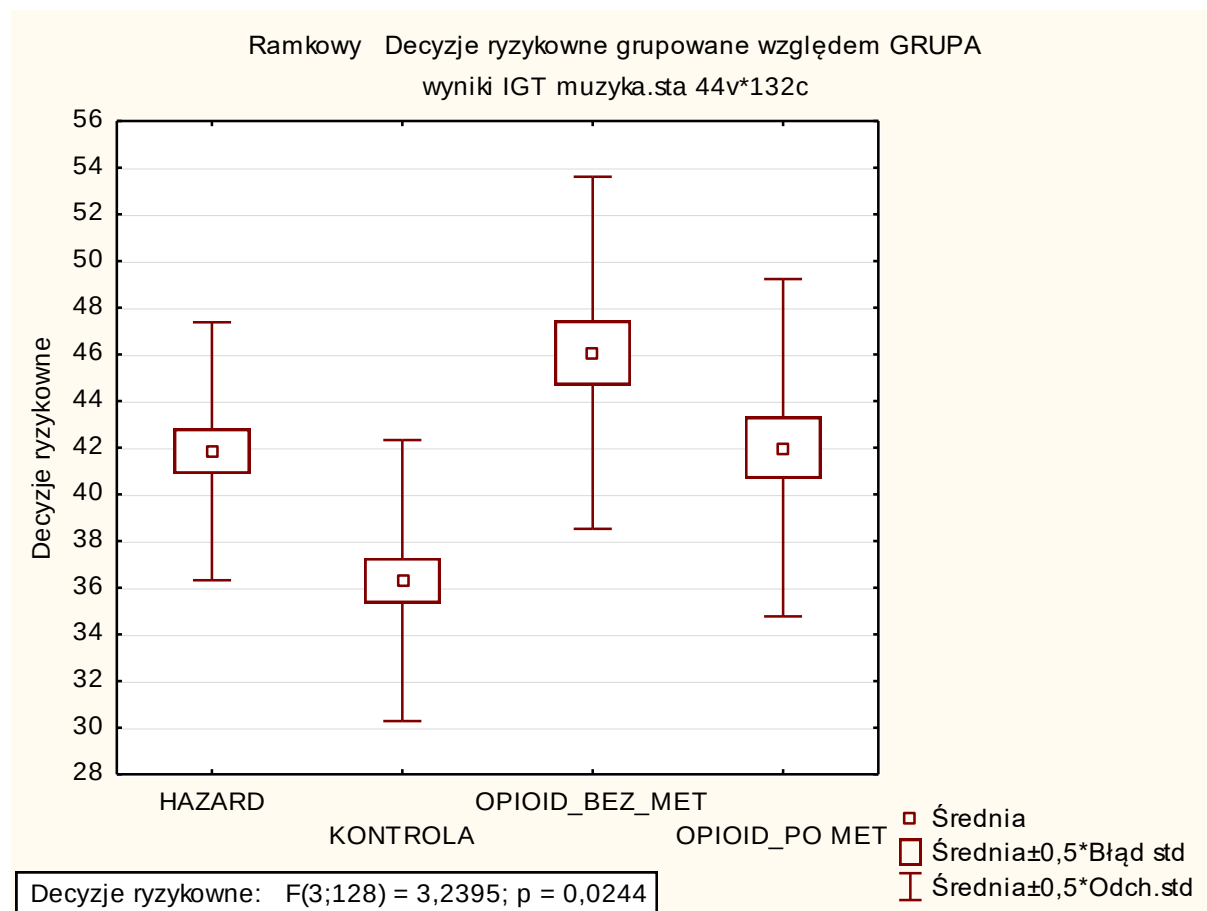


Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu podejmują więcej decyzji ryzykownych (na podstawie scenariusza Deck 1) w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe), natomiast mniej od osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku

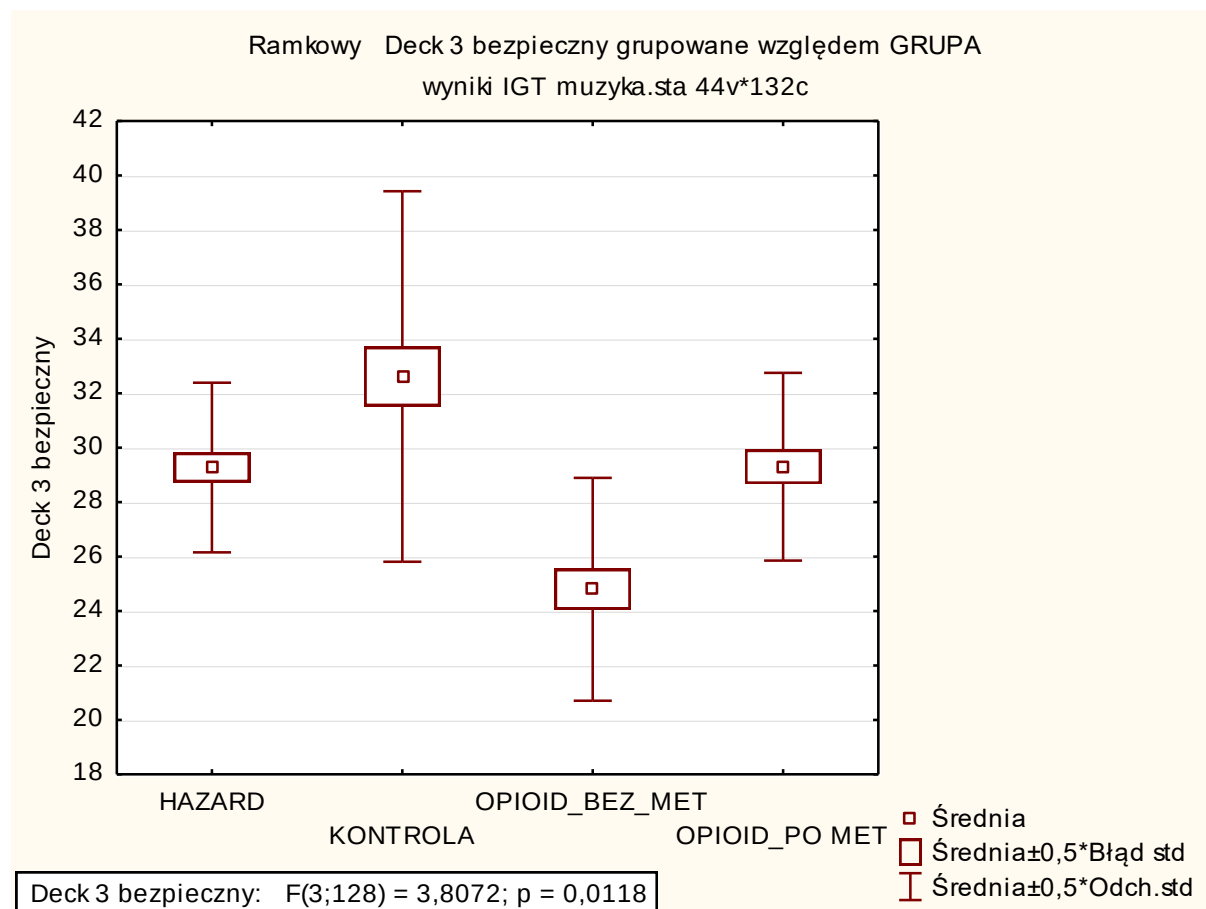
metadon) oraz bez istotnej różnicy statystycznej w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu metadonu)



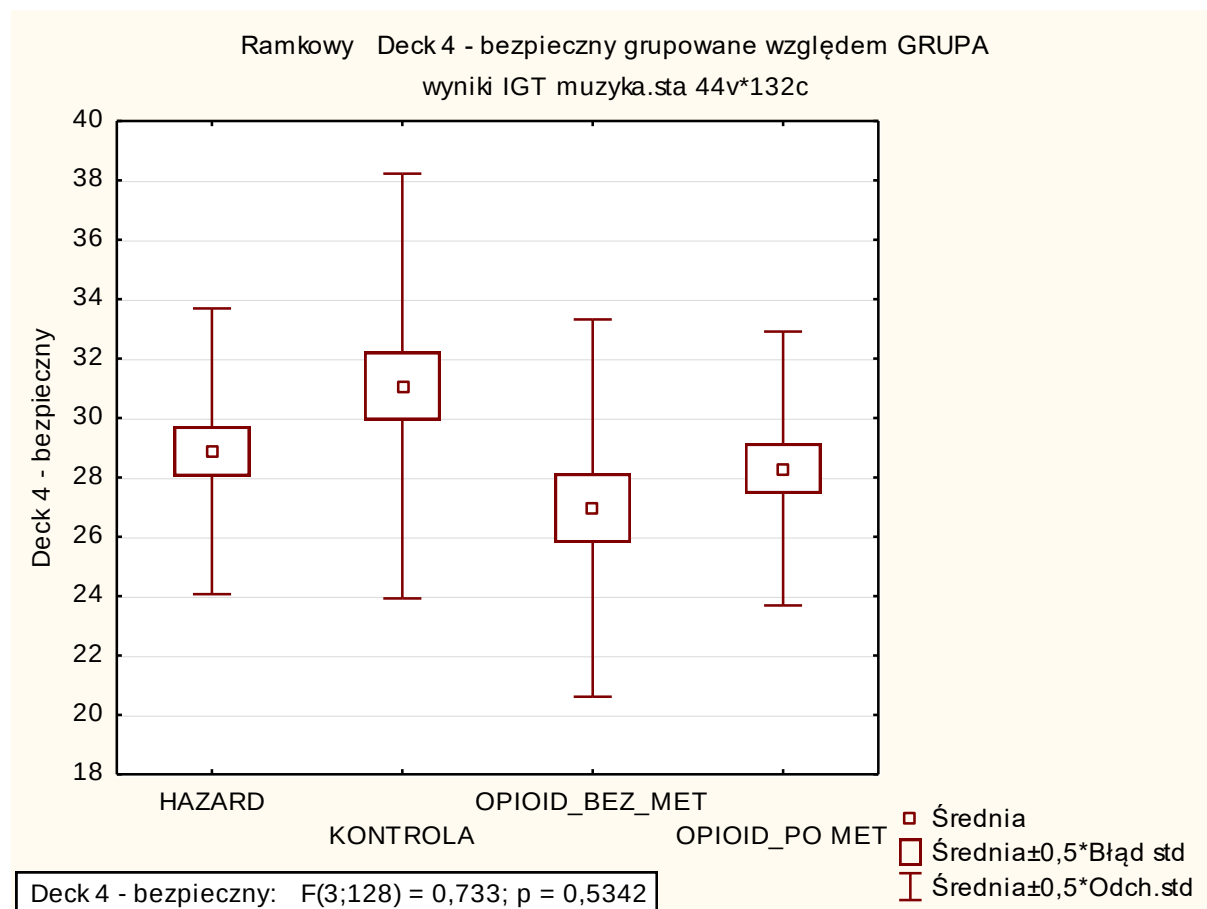
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu podejmują więcej decyzji ryzykownych (na podstawie scenariusza Deck 2) w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe), natomiast bez istotnej różnicy statystycznej w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon)



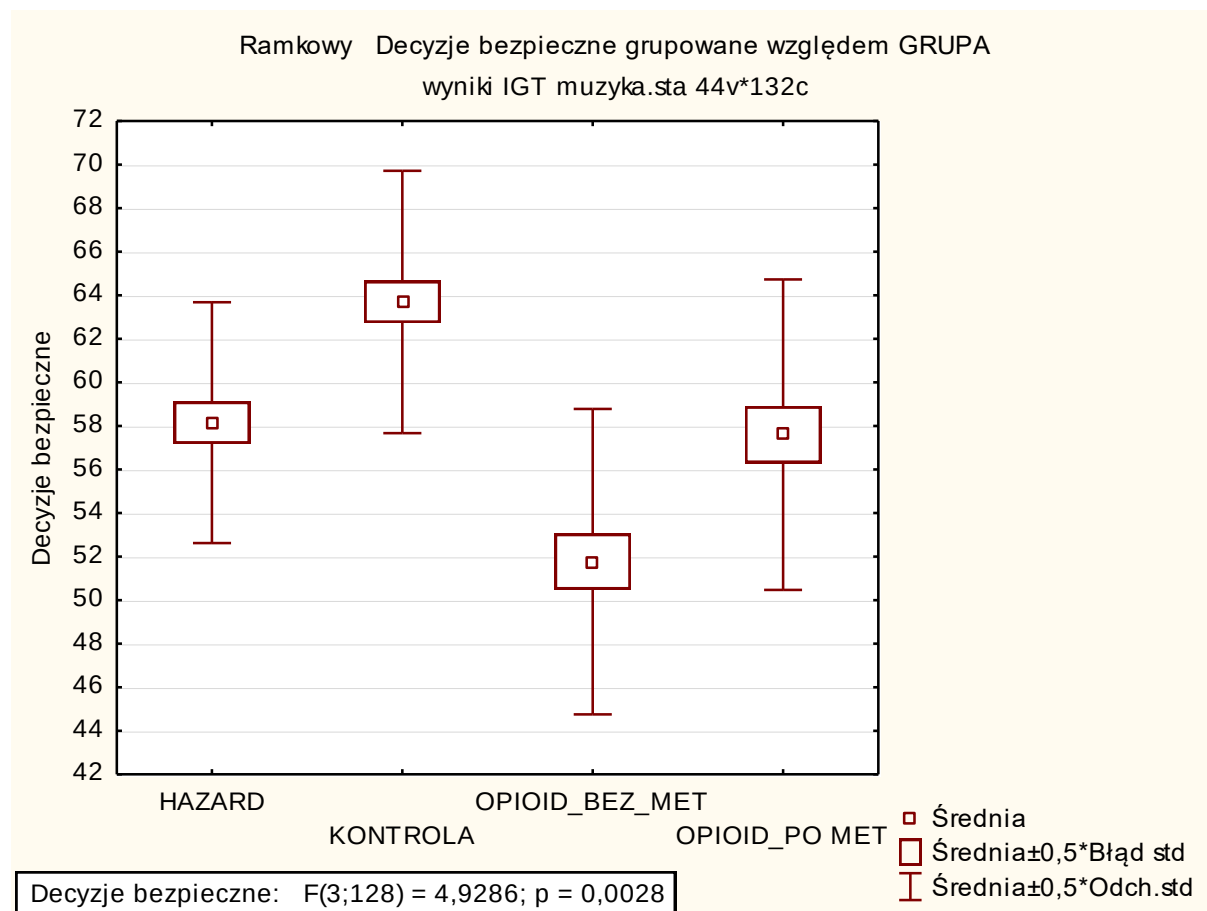
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu podejmują więcej decyzji ryzykownych (na podstawie całości badań) w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe), natomiast mniej w porównaniu osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz bez istotnej różnicy statystycznej w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



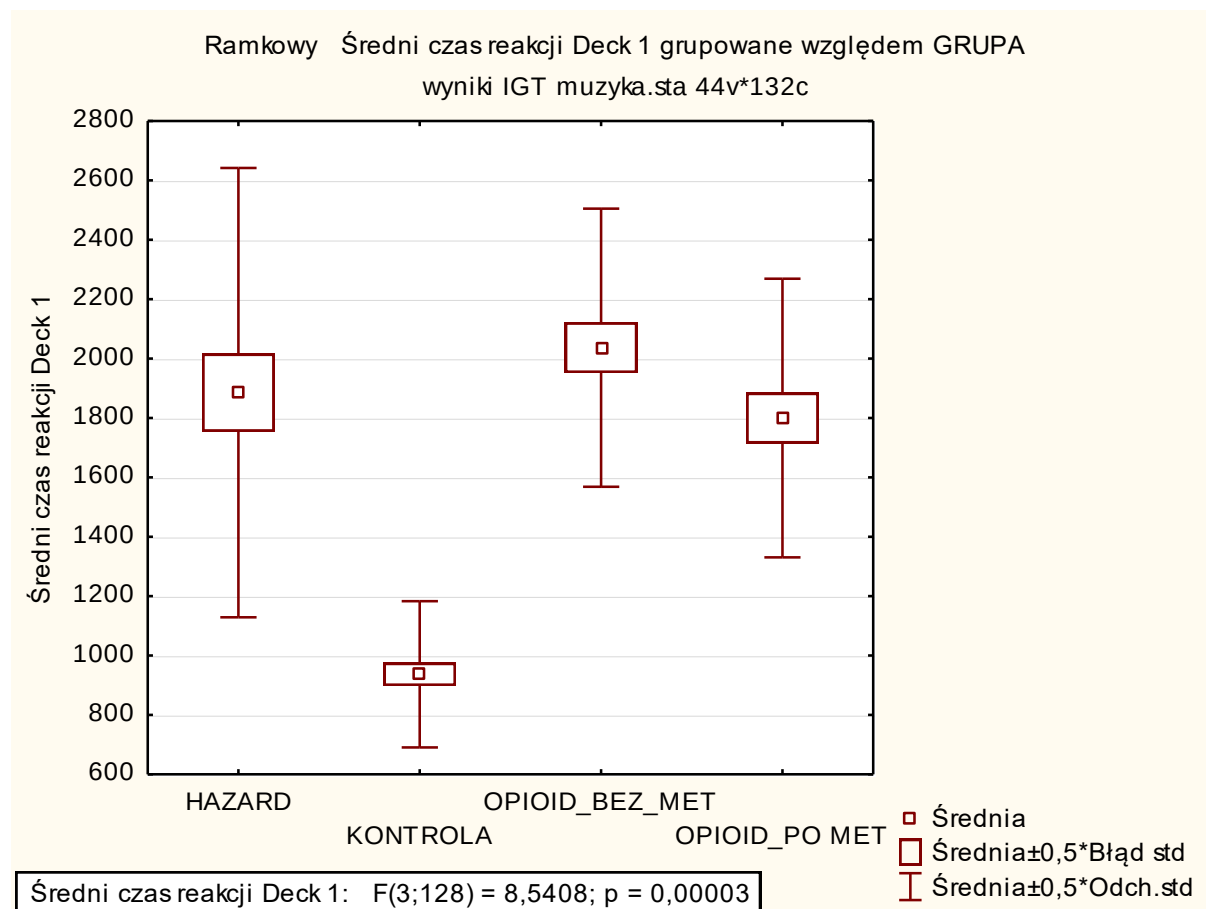
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu podejmują mniej decyzji bezpiecznych (na podstawie scenariusza Deck 1) w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe), natomiast więcej w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz bez istotnej różnicy statystycznej w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



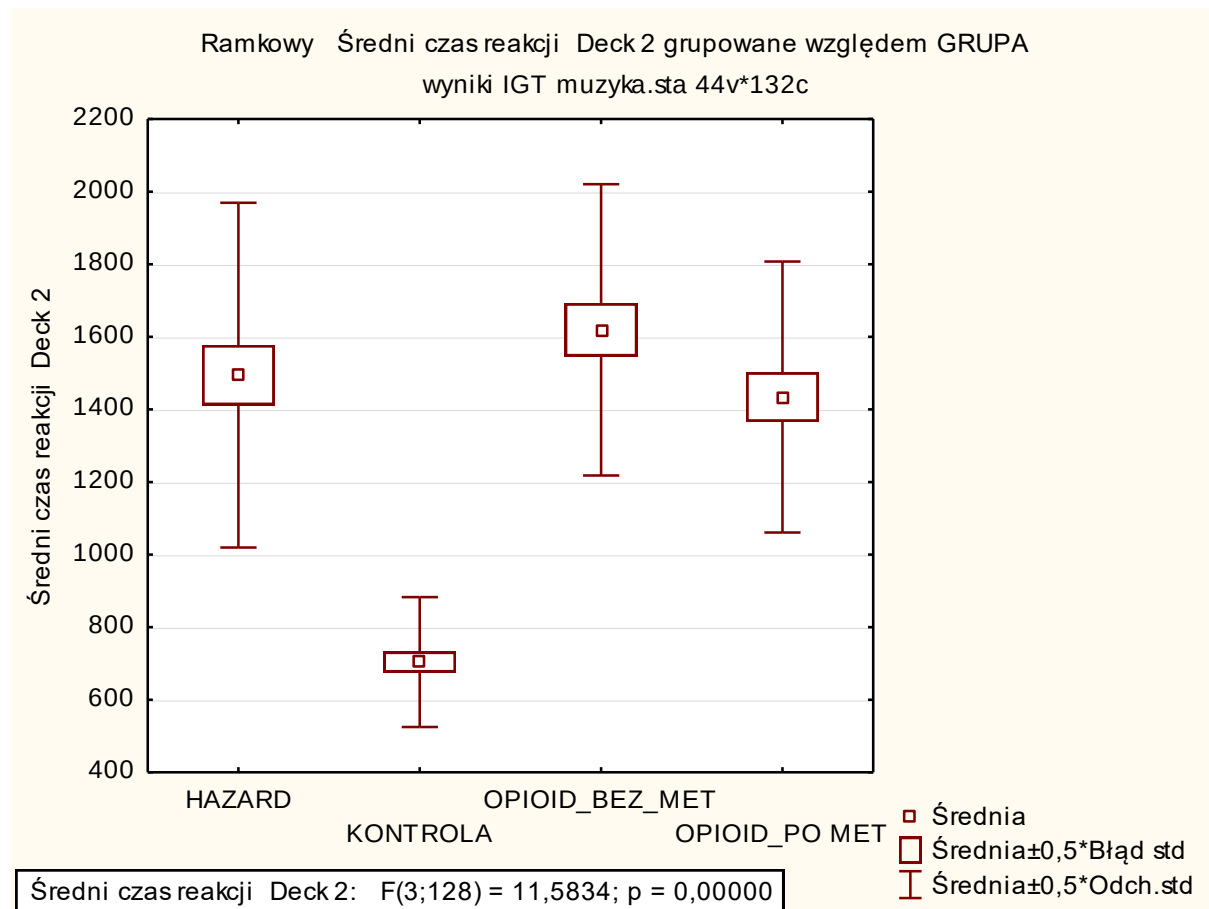
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu podejmują mniej decyzji bezpiecznych (na podstawie scenariusza Deck 2) w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe), natomiast bez istotnej różnicy statystycznej w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz od osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



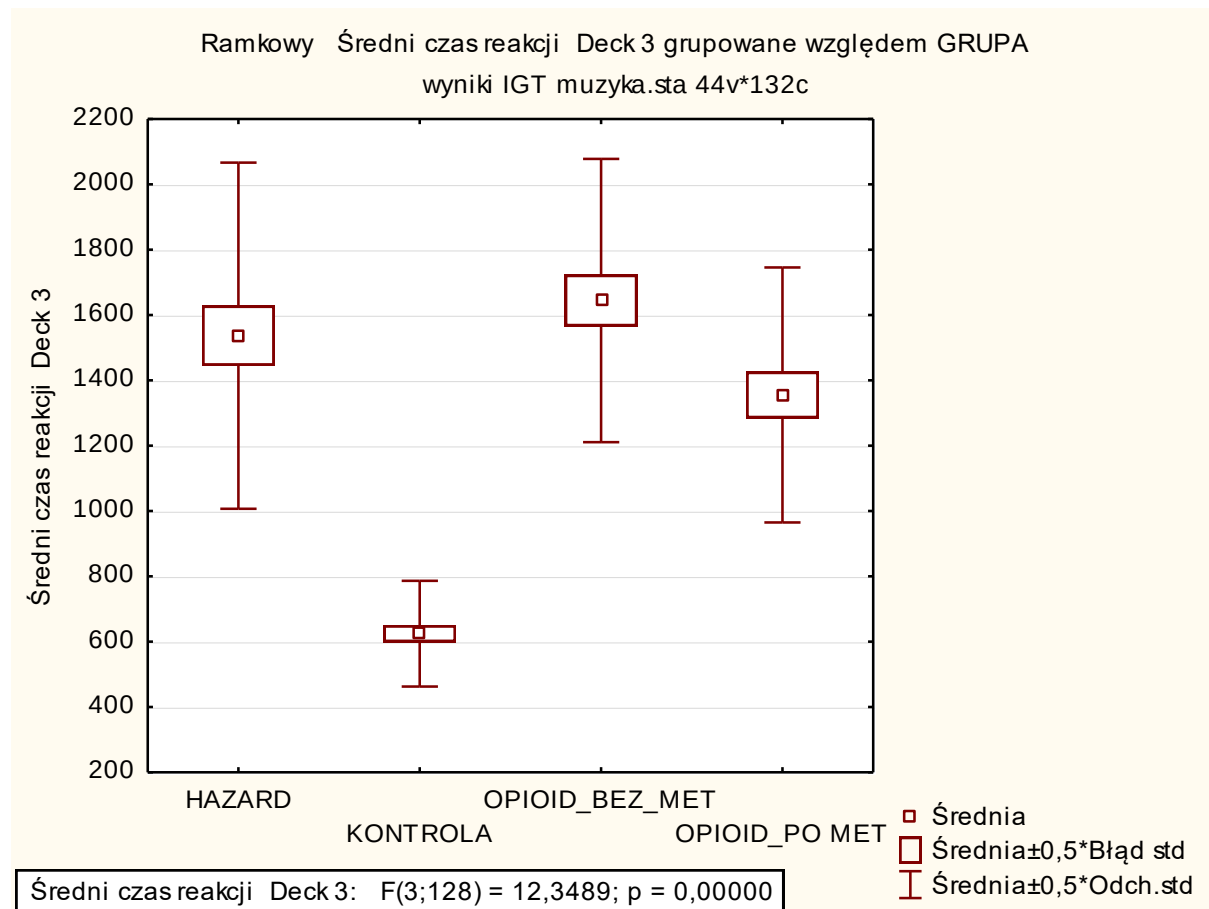
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu podejmują mniej decyzji bezpiecznych (na podstawie całości badań) w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe), natomiast mniej w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz bez istotnej różnicy statystycznej w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



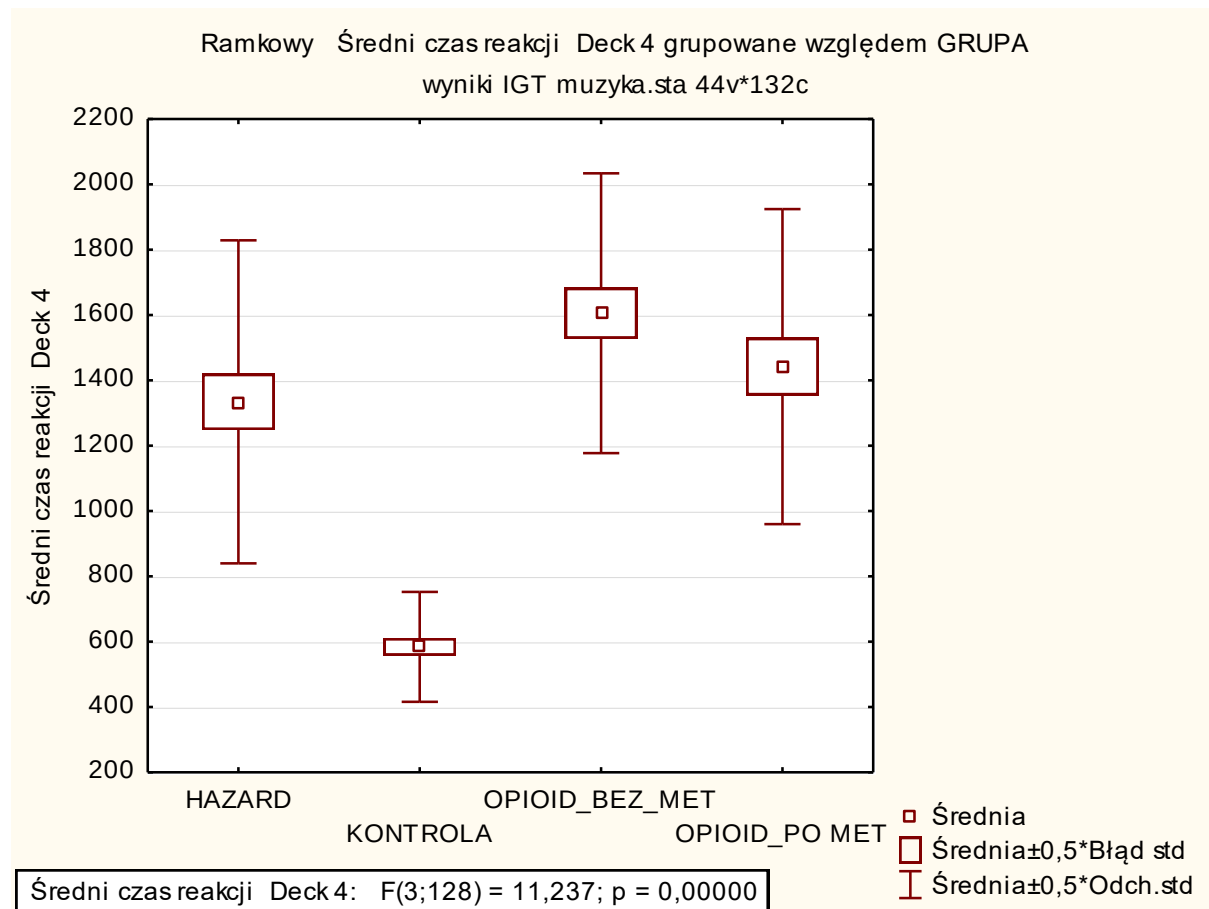
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają podobny średni czas reakcji - bez istotnej różnicy statystycznej (na podstawie scenariusza Deck 1) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon). Średni czas reakcji osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) jest istotnie statystycznie krótszy od średniego czasu reakcji osób z trzech pozostałych grup.



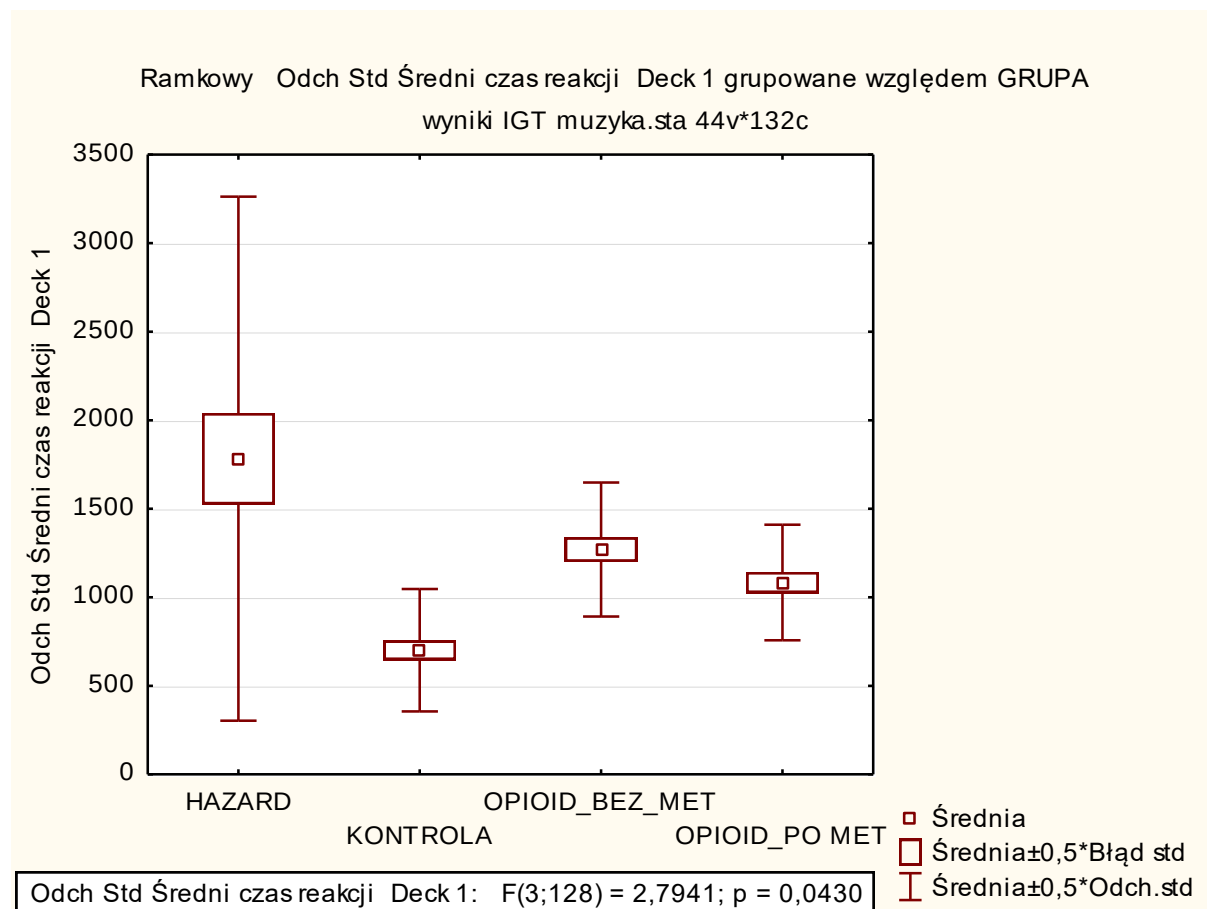
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają podobny średni czas reakcji - bez istotnej różnicy statystycznej (na podstawie scenariusza Deck 2) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon). Średni czas reakcji osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) jest istotnie statystycznie krótszy w porównaniu do średniego czasu reakcji osób z trzech pozostałych grup.



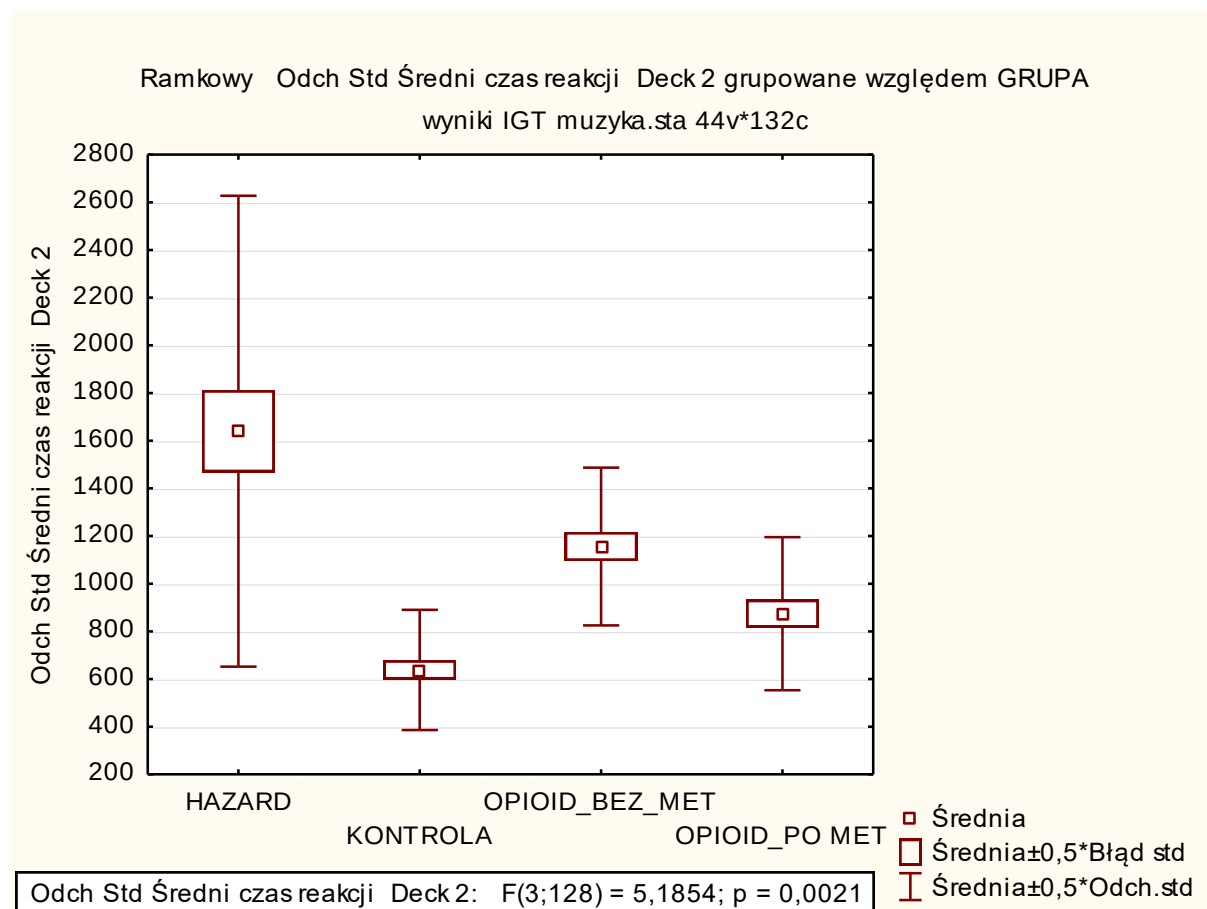
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają podobny średni czas reakcji - bez istotnej różnicy statystycznej (na podstawie scenariusza Deck 3) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon). Średni czas reakcji osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) jest istotnie statystycznie krótszy w porównaniu do średniego czasu reakcji osób z trzech pozostałych grup.



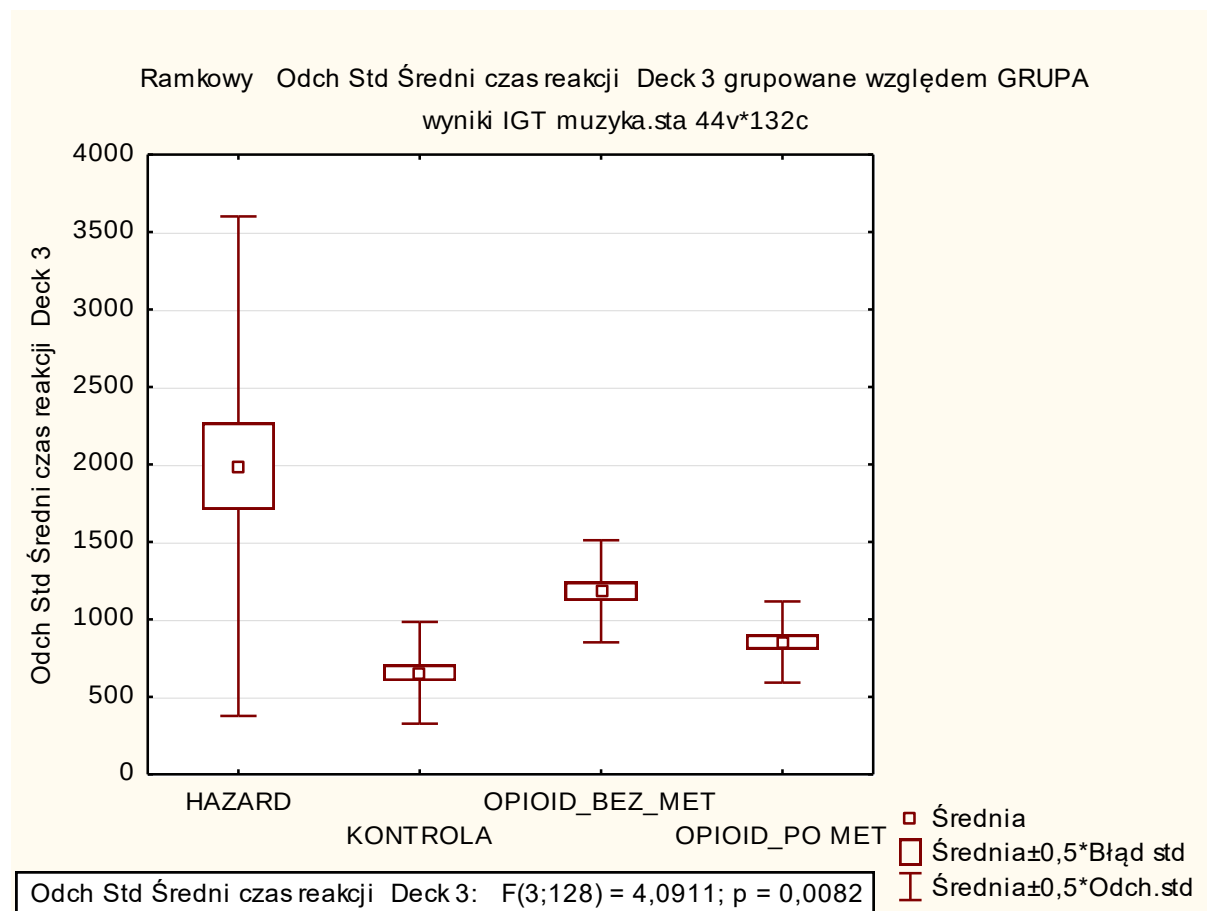
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają podobny średni czas reakcji - bez istotnej różnicy statystycznej (na podstawie scenariusza Deck 4) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon). Średni czas reakcji osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) jest istotnie statystycznie krótszy w porównaniu do średniego czasu reakcji osób z trzech pozostałych grup.



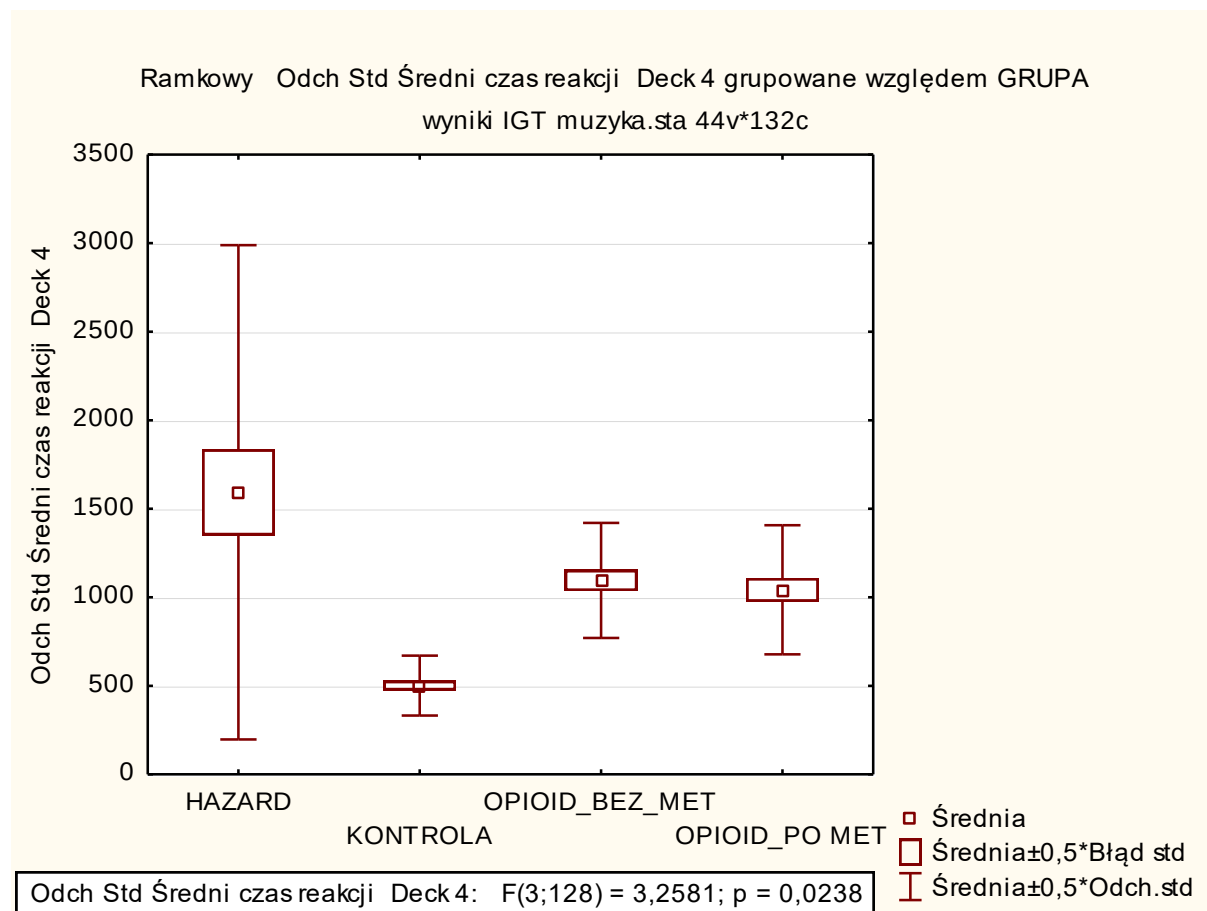
Stwierdzono na podstawie scenariusza Deck 1, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają zróżnicowanie wyników (odchylenie standardowe) średnich czasów reakcji większe w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



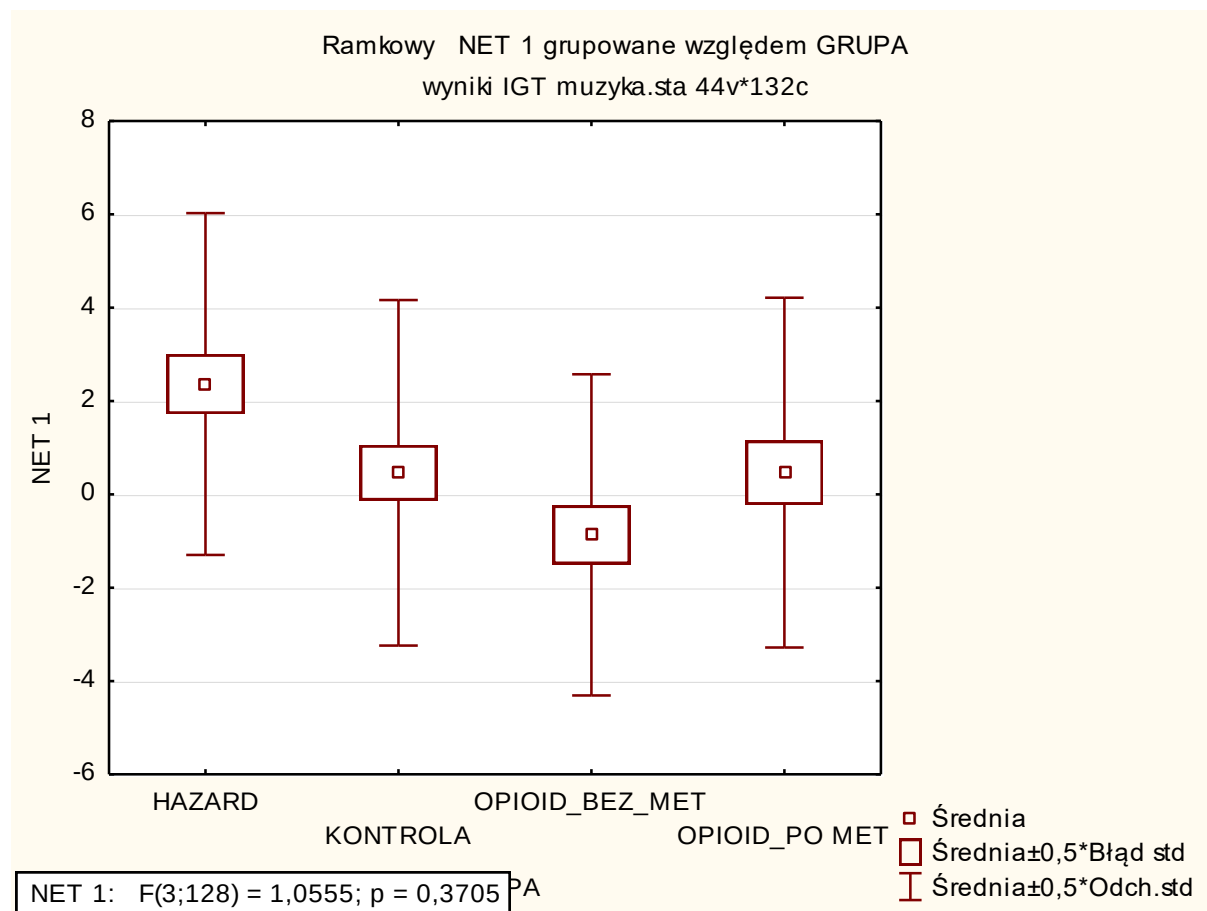
Stwierdzono na podstawie scenariusza Deck 2, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają zróżnicowanie wyników (odchylenie standardowe) średnich czasów reakcji większe w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



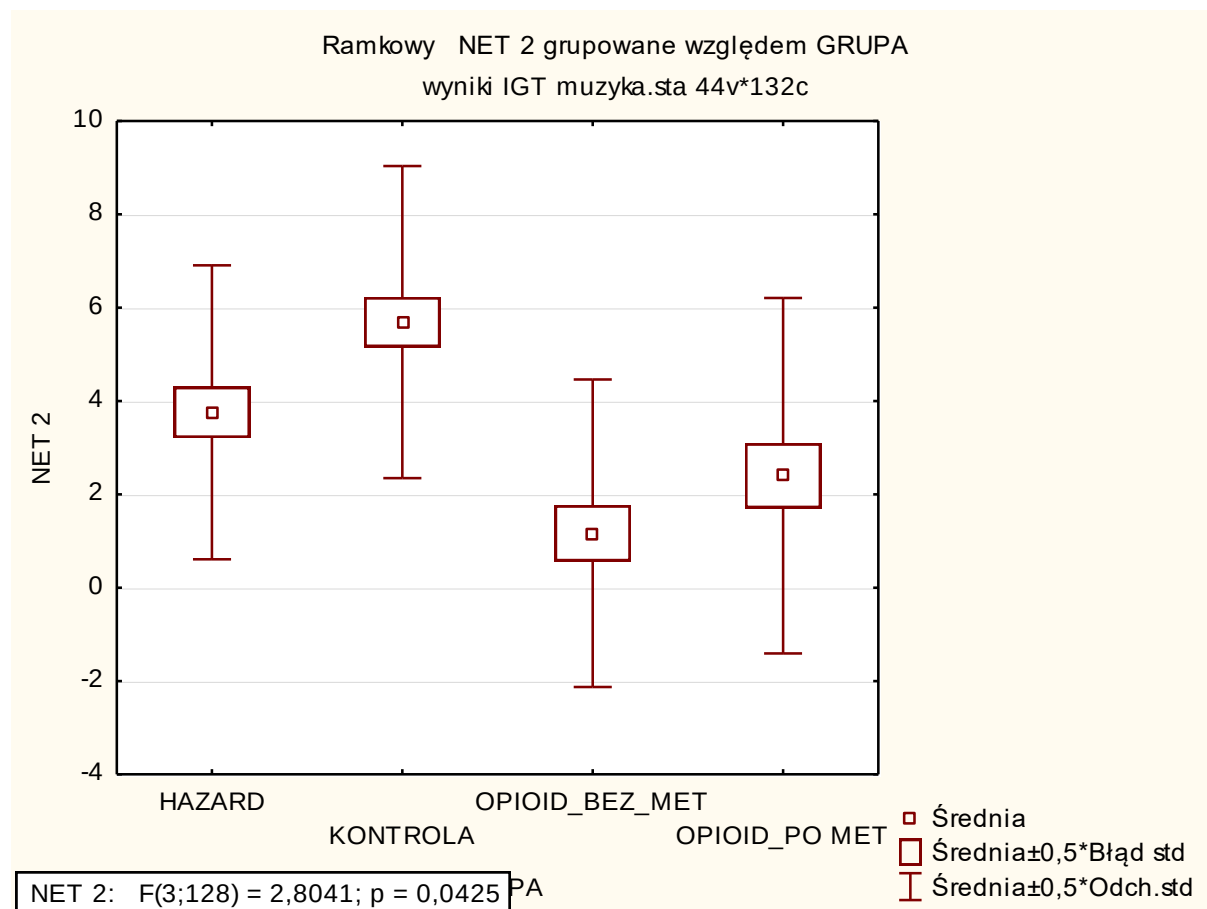
Stwierdzono na podstawie scenariusza Deck 3, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają zróżnicowanie wyników (odchylenie standardowe) średnich czasów reakcji większe w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



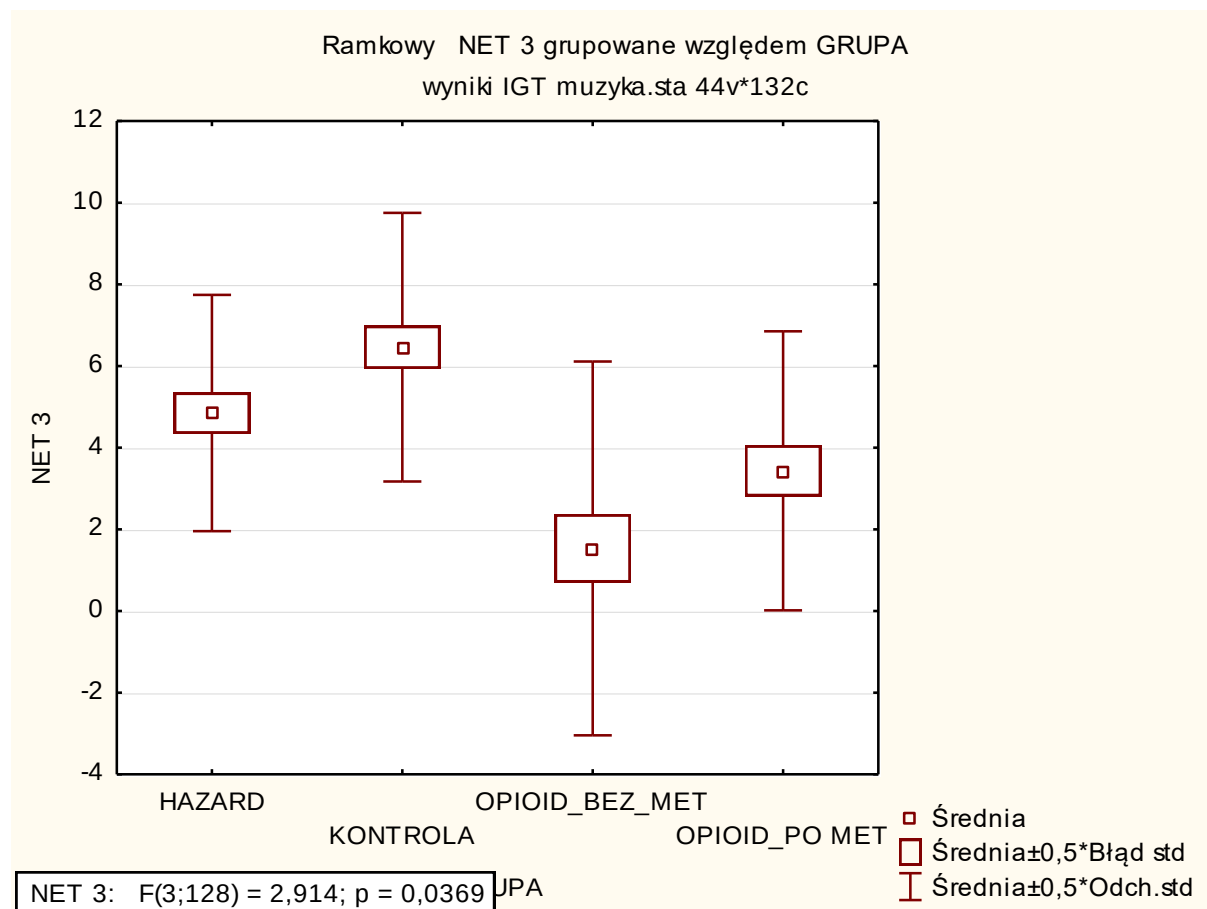
Stwierdzono na podstawie scenariusza Deck 4, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają zróżnicowanie wyników (odchylenie standardowe) średnich czasów reakcji większe w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



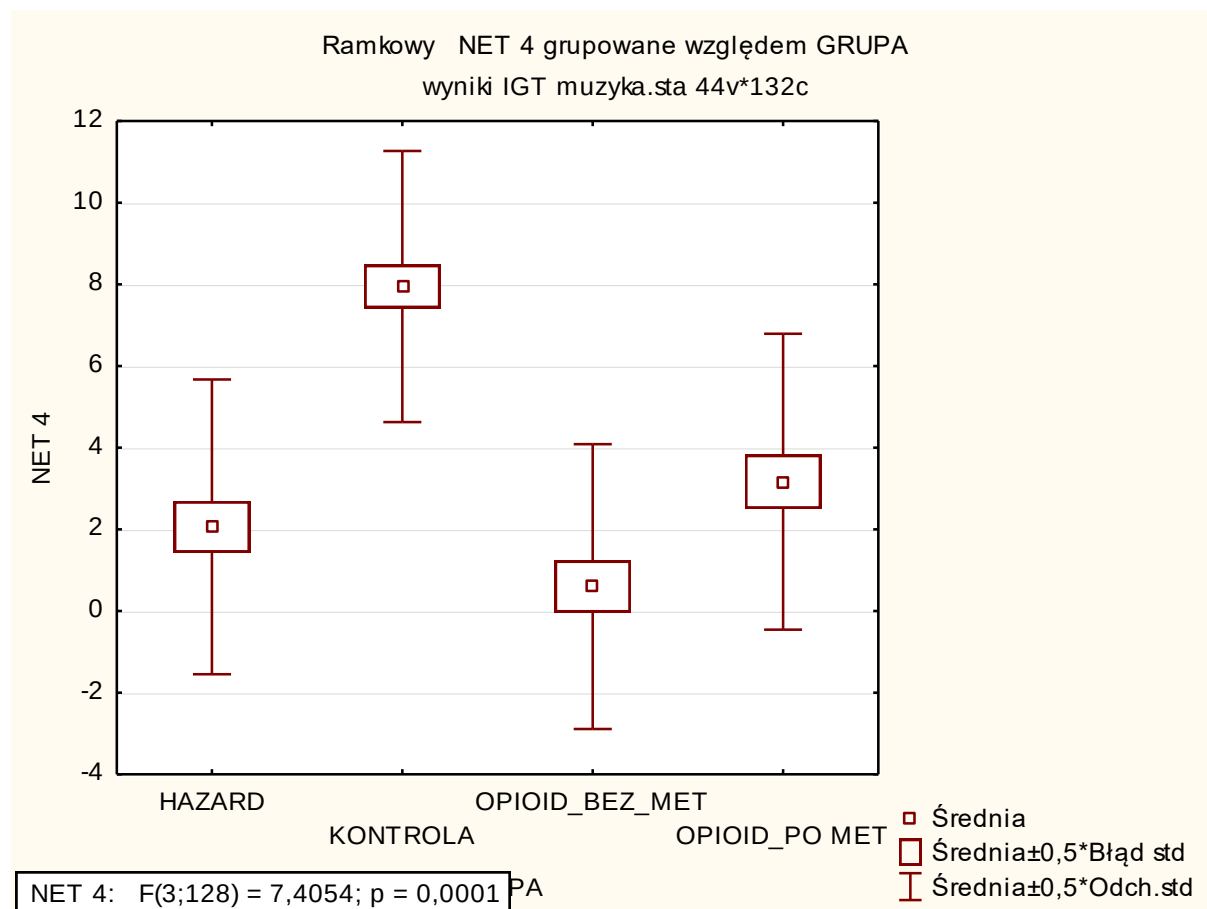
Stwierdzono, że w pierwszej części testu (pierwsze 20 decyzji ze 100 możliwych) osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają lepsze wyniki (więcej zdobytych punktów) w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



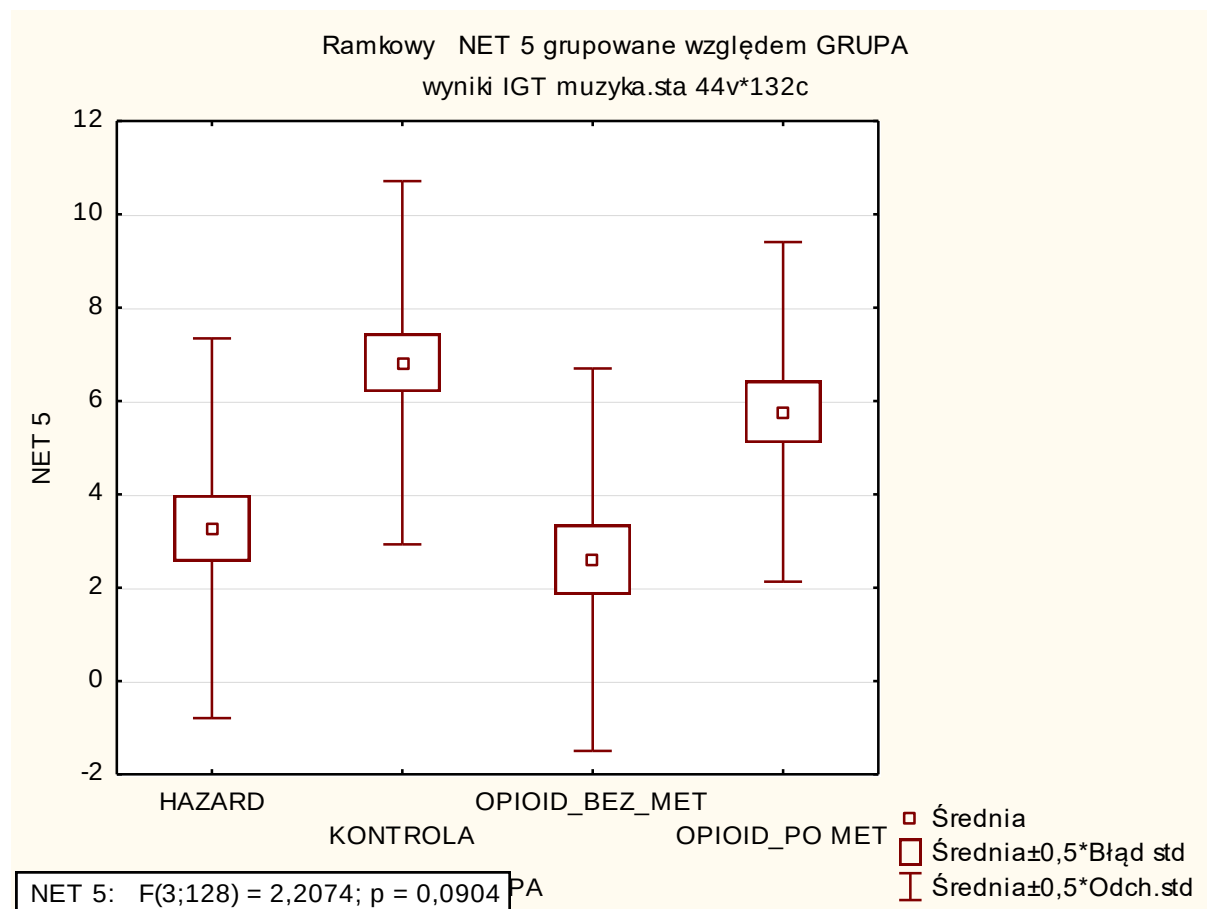
Stwierdzono, że w drugiej części testu (drugie 20 decyzji ze 100 możliwych) osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają lepsze wyniki (więcej zdobytych punktów) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon) oraz gorsze wyniki (mniej zdobytych punktów) w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe).



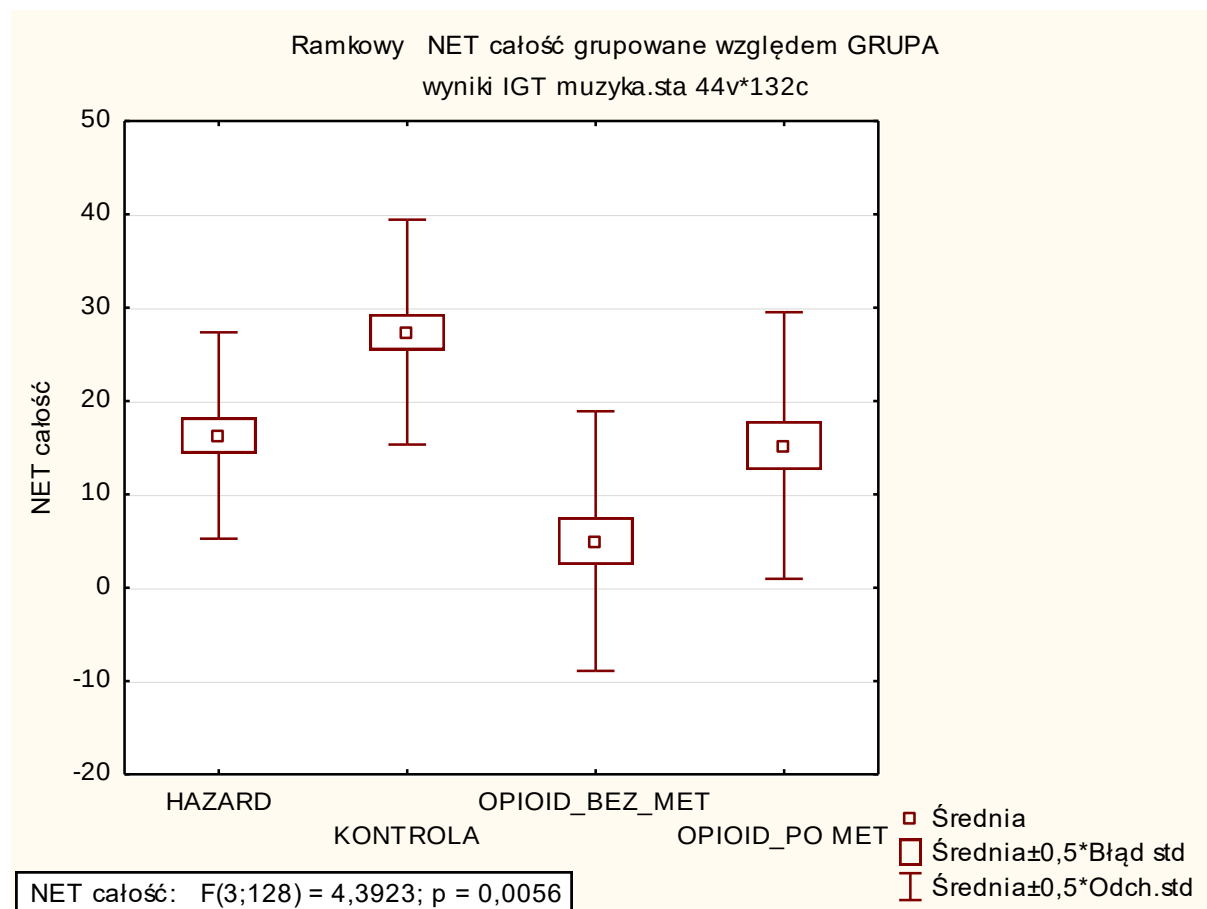
Stwierdzono, że w trzeciej części testu (trzecie 20 decyzji ze 100 możliwych) osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają lepsze wyniki (więcej zdobytych punktów) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon) oraz gorsze wyniki (mniej zdobytych punktów) w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe).



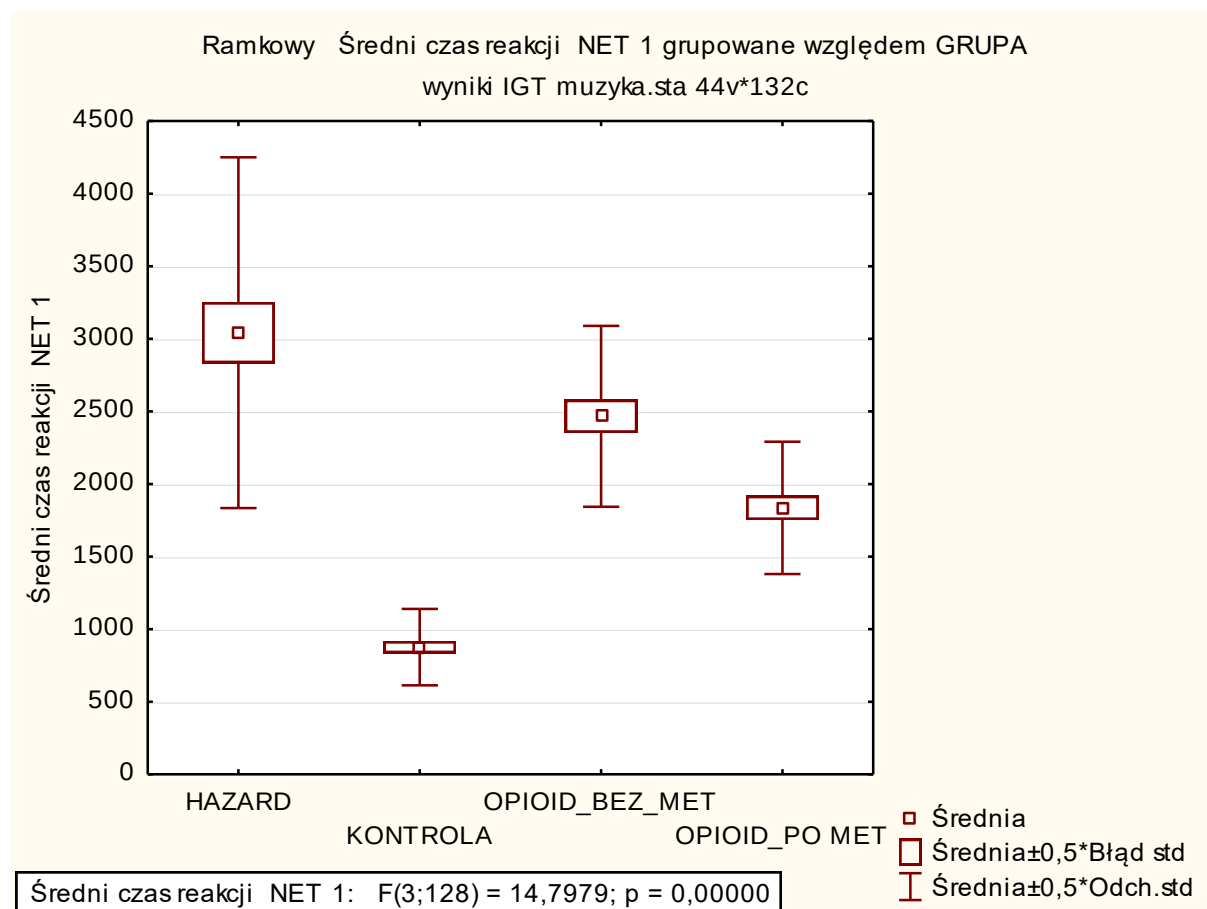
Stwierdzono, że w czwartej części testu (czwarte 20 decyzji ze 100 możliwych) osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają znacznie gorsze wyniki (mniej zdobytych punktów) w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) oraz podobne wyniki w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



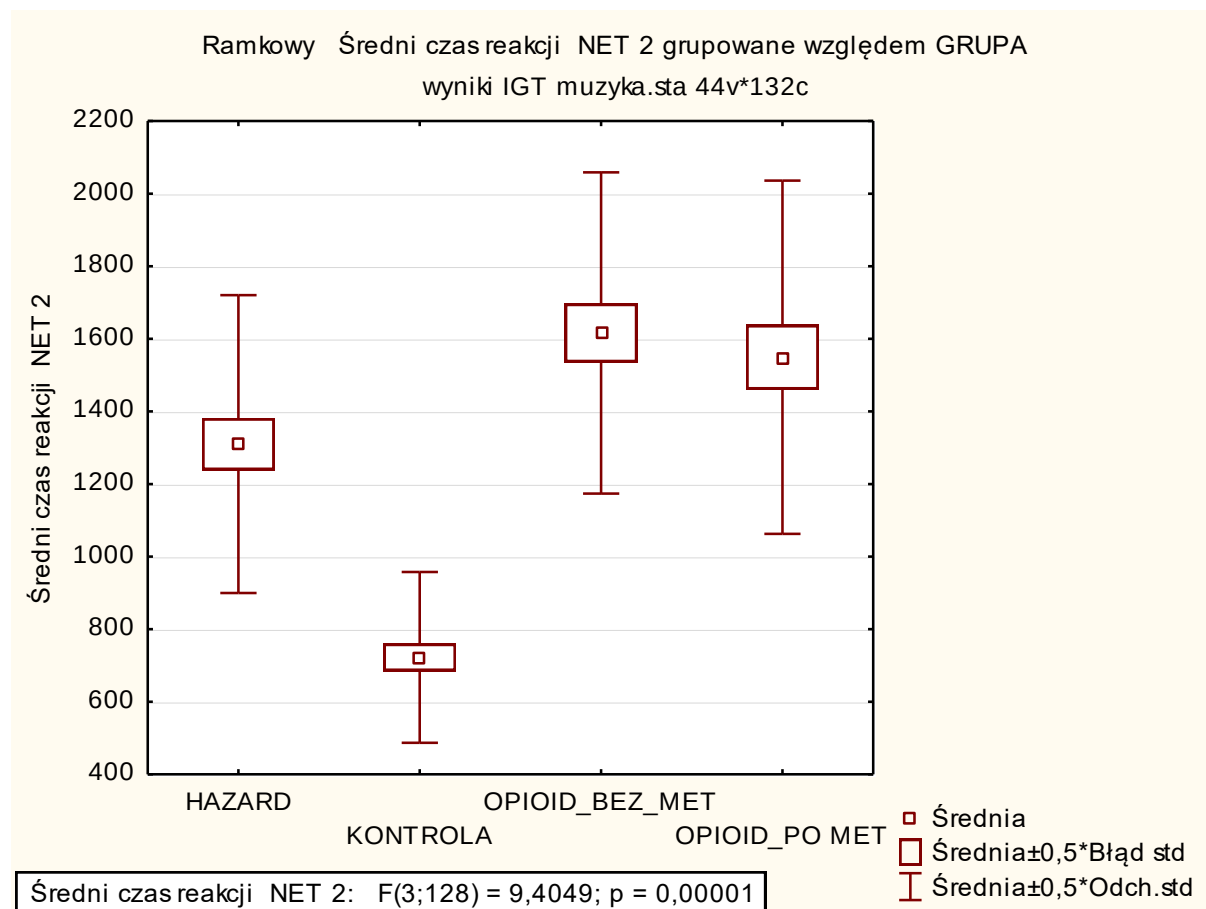
Stwierdzono, że w piątej części testu (piąte 20 decyzji ze 100 możliwych) osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają gorsze wyniki (mniej zdobytych punktów) w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) i w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon), oraz podobne wyniki do w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon).



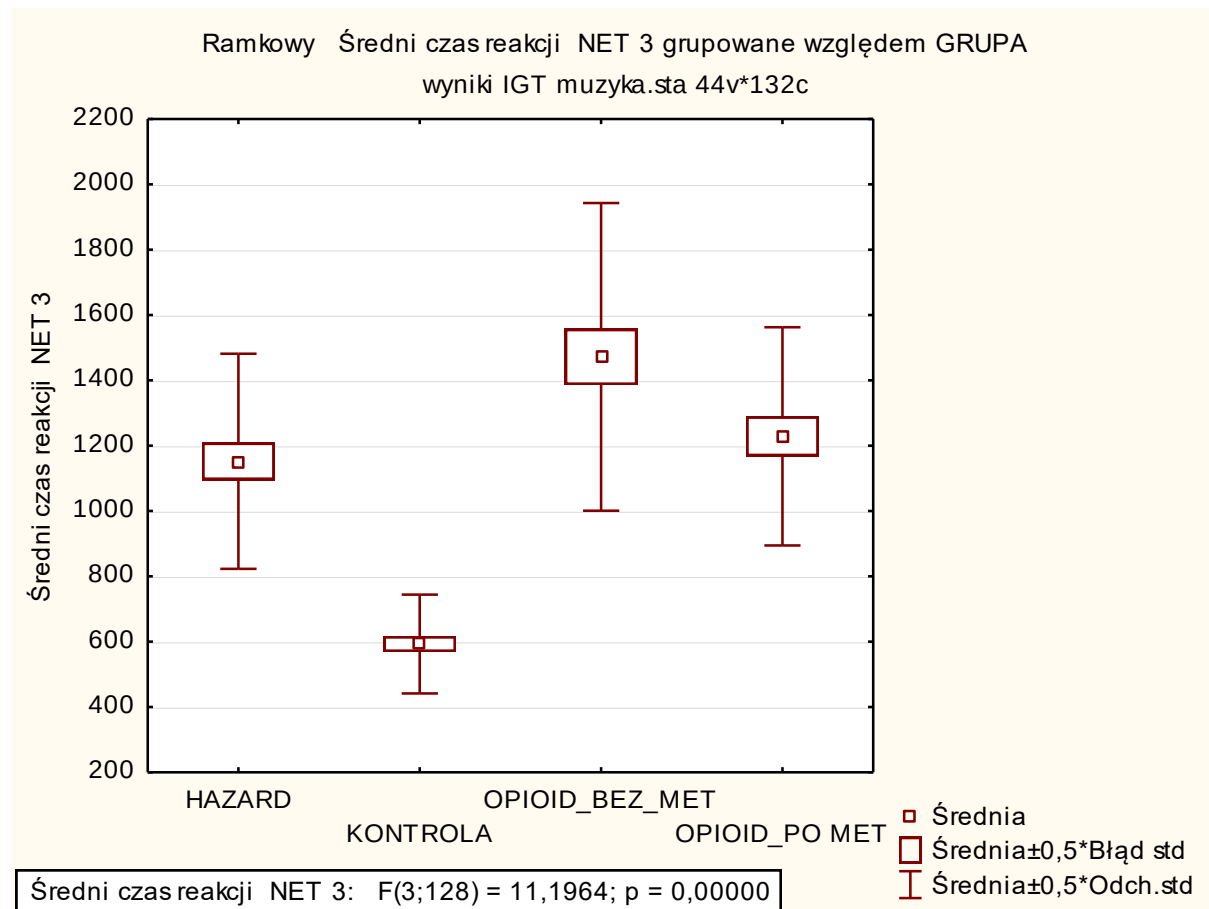
Stwierdzono, że w całym teście osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają lepsze wyniki (więcej zdobytych punktów) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon), podobne w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon) oraz gorsze wyniki (mniej zdobytych punktów) w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe).



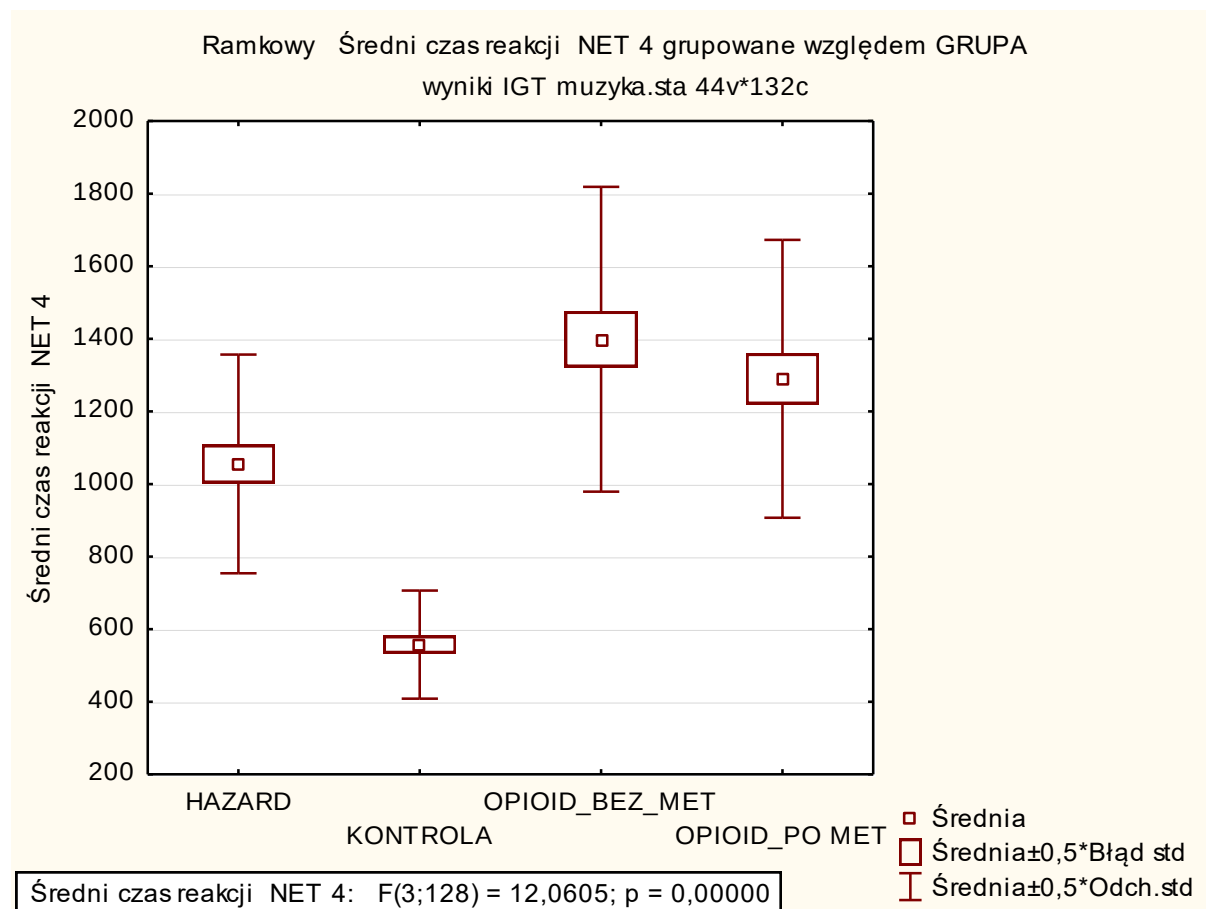
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają podobny średni czas reakcji - bez istotnej różnicy statystycznej (w pierwszej części testu) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz osoby uzależnione od opioidów (po podaniu leku metadon). Średni czas reakcji osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) jest istotnie statystycznie krótszy w porównaniu średniego czasu reakcji osób z trzech pozostałych grup.



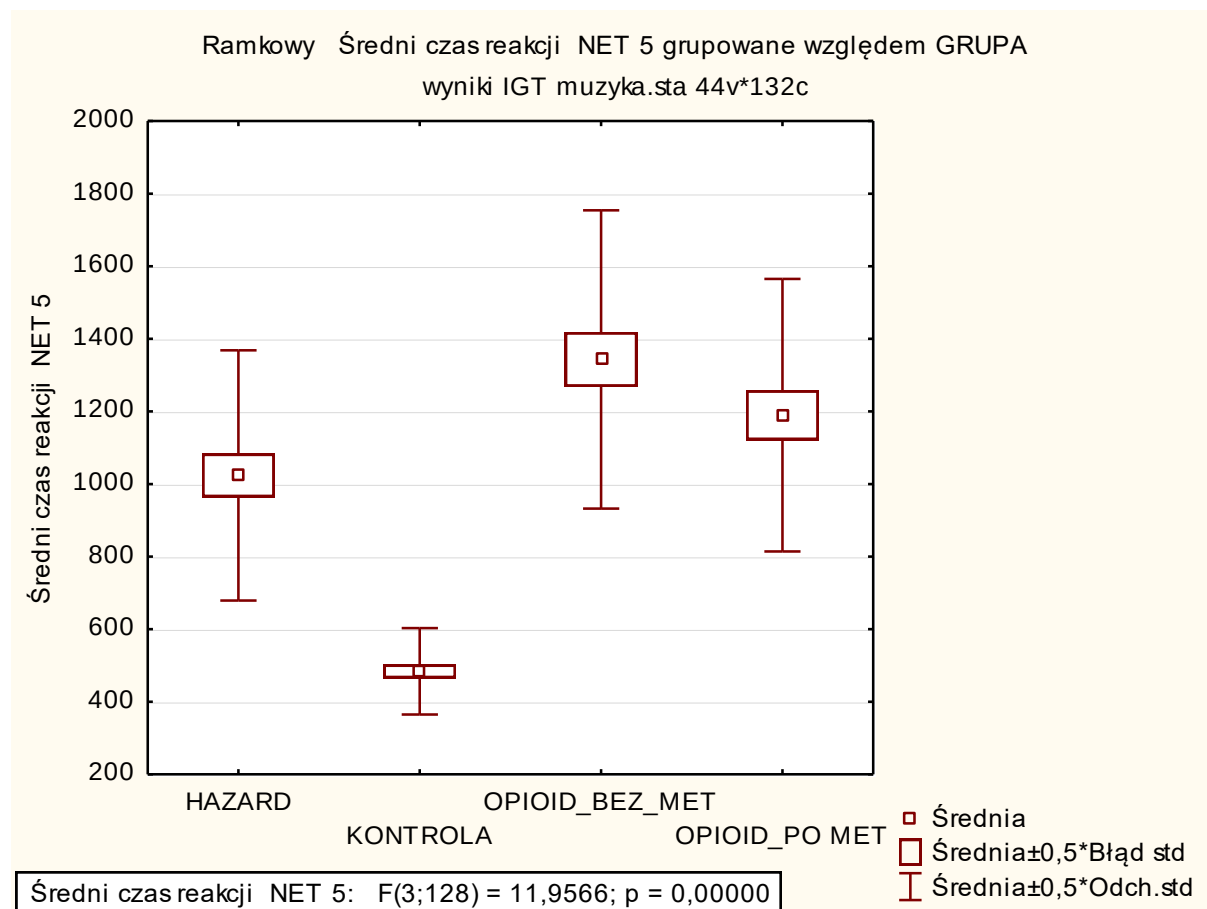
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają podobny średni czas reakcji - bez istotnej różnicy statystycznej (w drugiej części testu) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon). Średni czas reakcji osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) jest istotnie statystycznie krótszy w porównaniu do średniego czasu reakcji osób z trzech pozostałych grup.



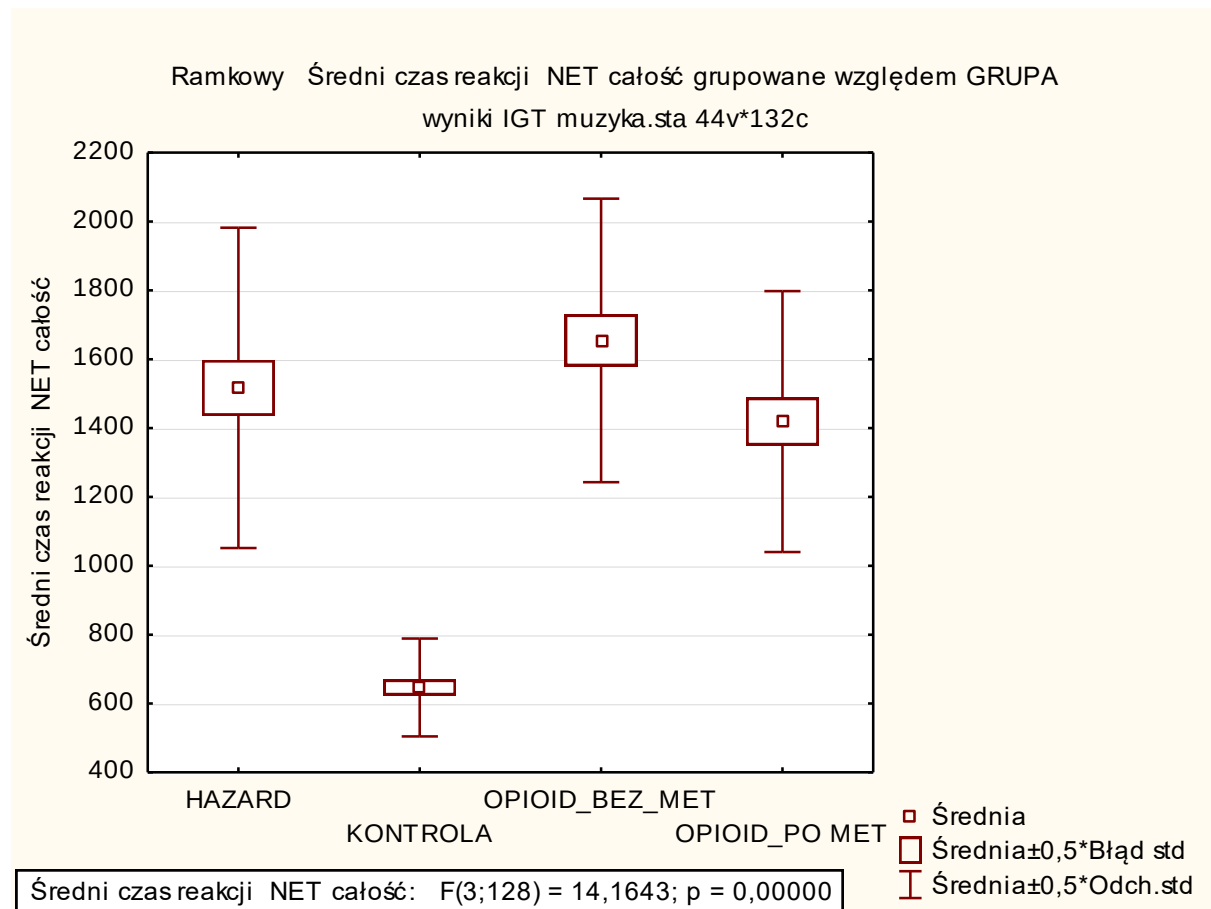
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają podobny średni czas reakcji - bez istotnej różnicy statystycznej (w trzeciej części testu) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon). Średni czas reakcji osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) jest istotnie statystycznie krótszy w porównaniu do średniego czasu reakcji osób z trzech pozostałych grup.



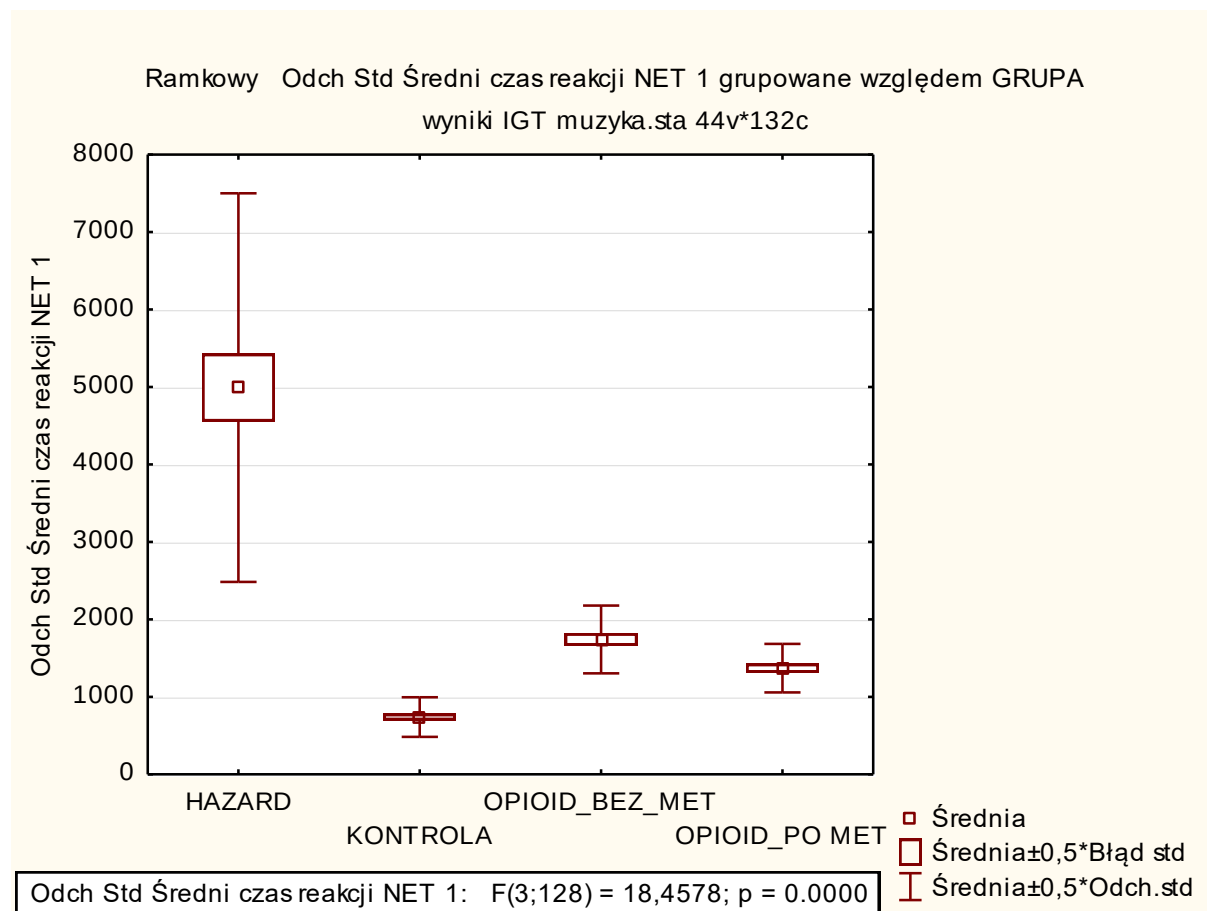
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają podobny średni czas reakcji - bez istotnej różnicy statystycznej (w czwartej części testu) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon). Średni czas reakcji osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) jest istotnie statystycznie krótszy w porównaniu do średniego czasu reakcji osób z trzech pozostałych grup.



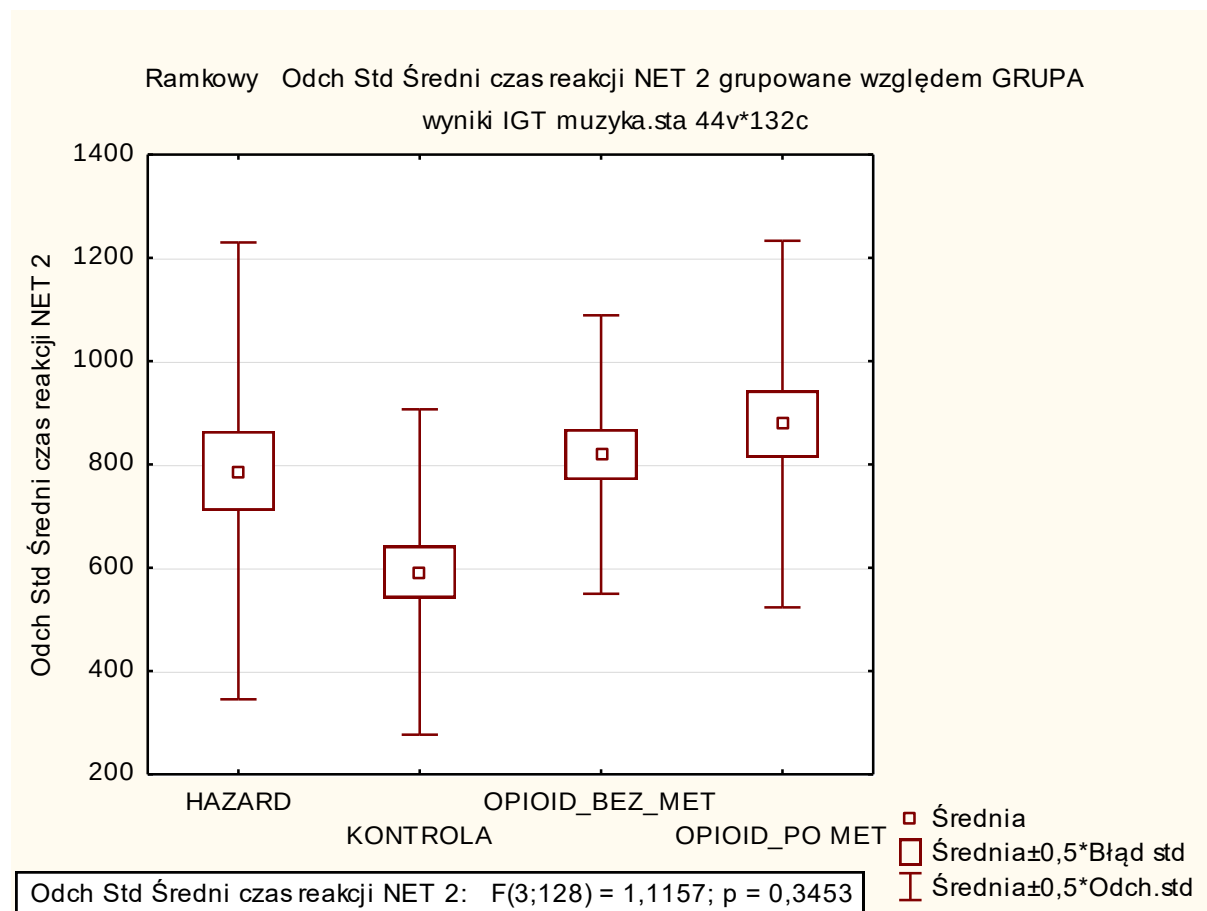
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają podobny średni czas reakcji - bez istotnej różnicy statystycznej (w piątej części testu) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon). Średni czas reakcji osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) jest istotnie statystycznie krótszy w porównaniu do średniego czasu reakcji osób z trzech pozostałych grup.



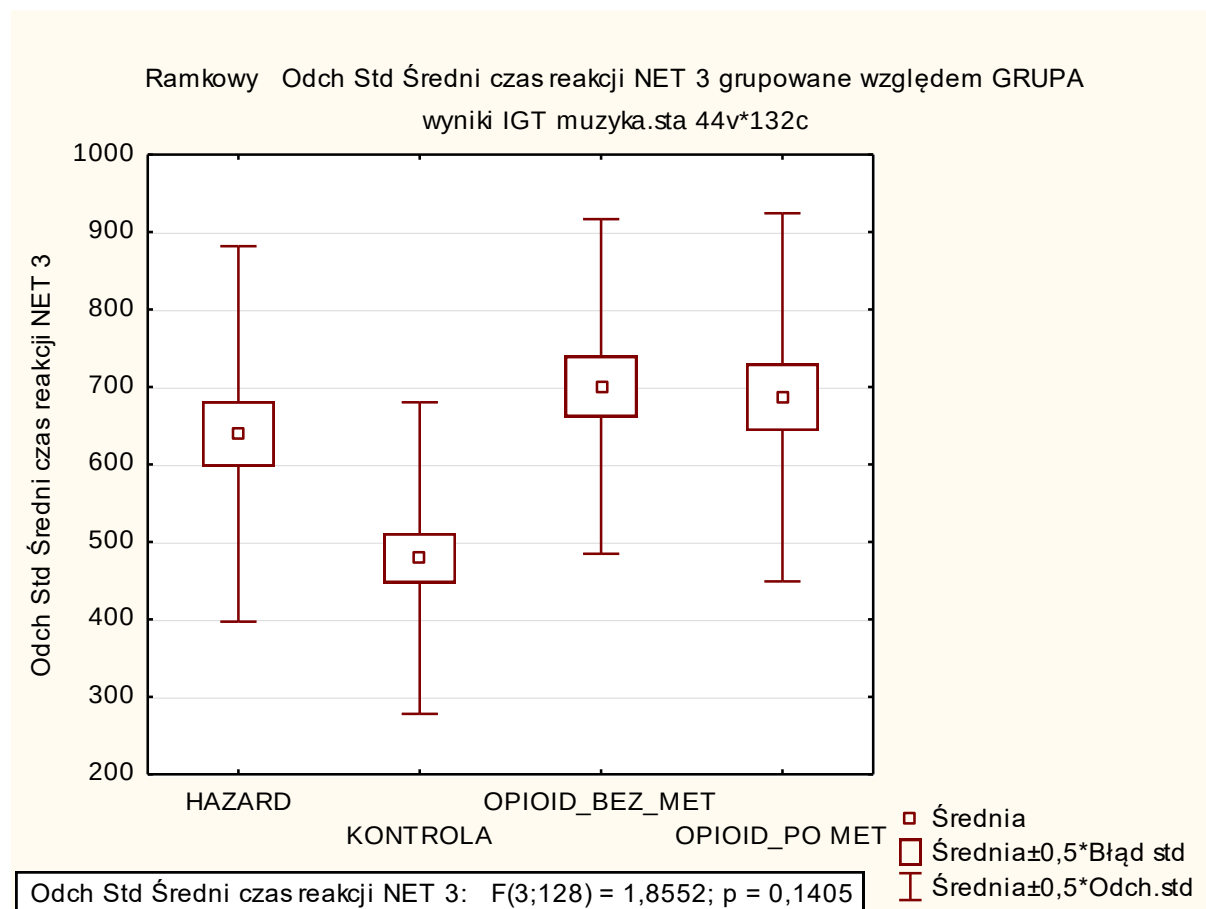
Stwierdzono, że osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają podobny średni czas reakcji - bez istotnej różnicy statystycznej (w całości testu) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon). Średni czas reakcji osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) jest istotnie statystycznie krótszy w porównaniu do średniego czasu reakcji osób z trzech pozostałych grup.



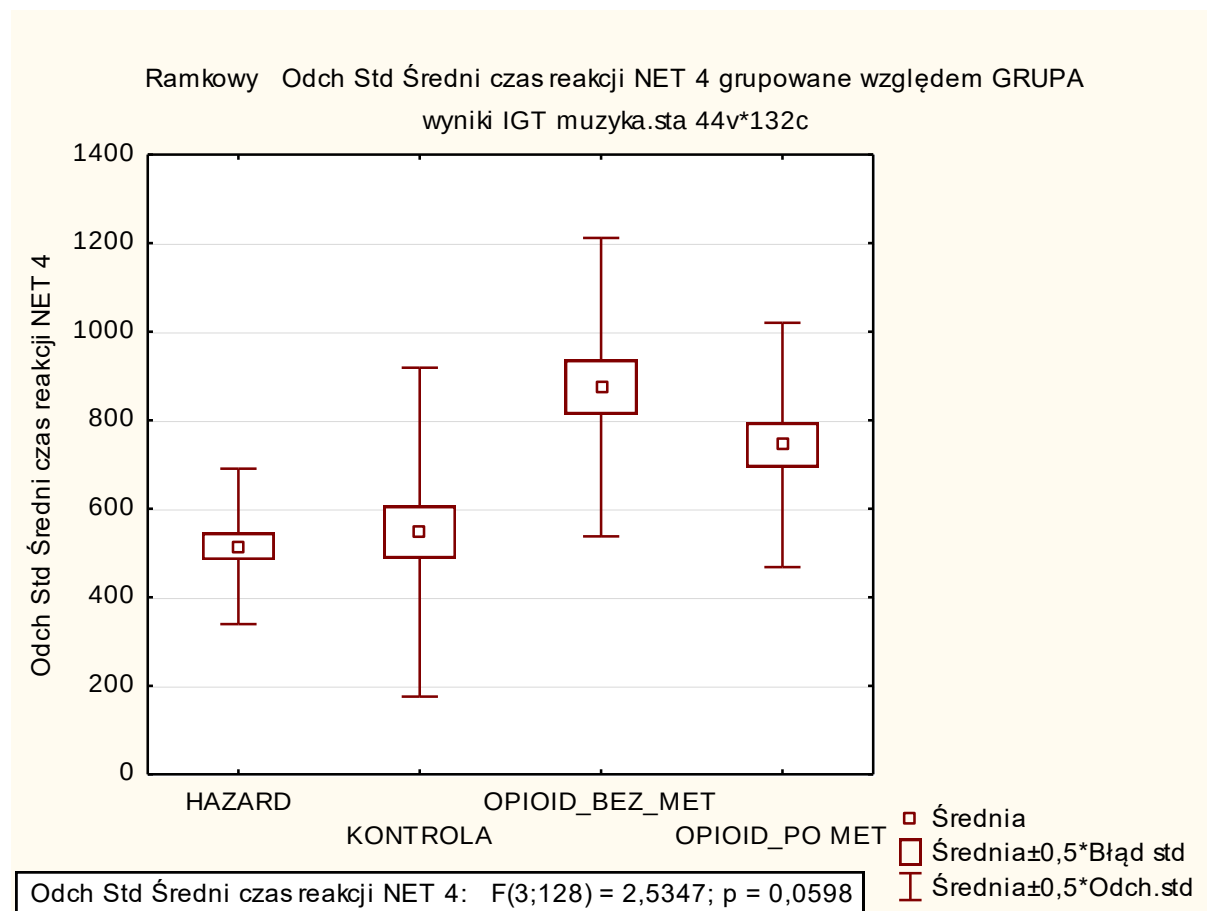
Stwierdzono, że pierwszej części testu osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają zróżnicowanie wyników (odchylenie standardowe) średnich czasów reakcji większe w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



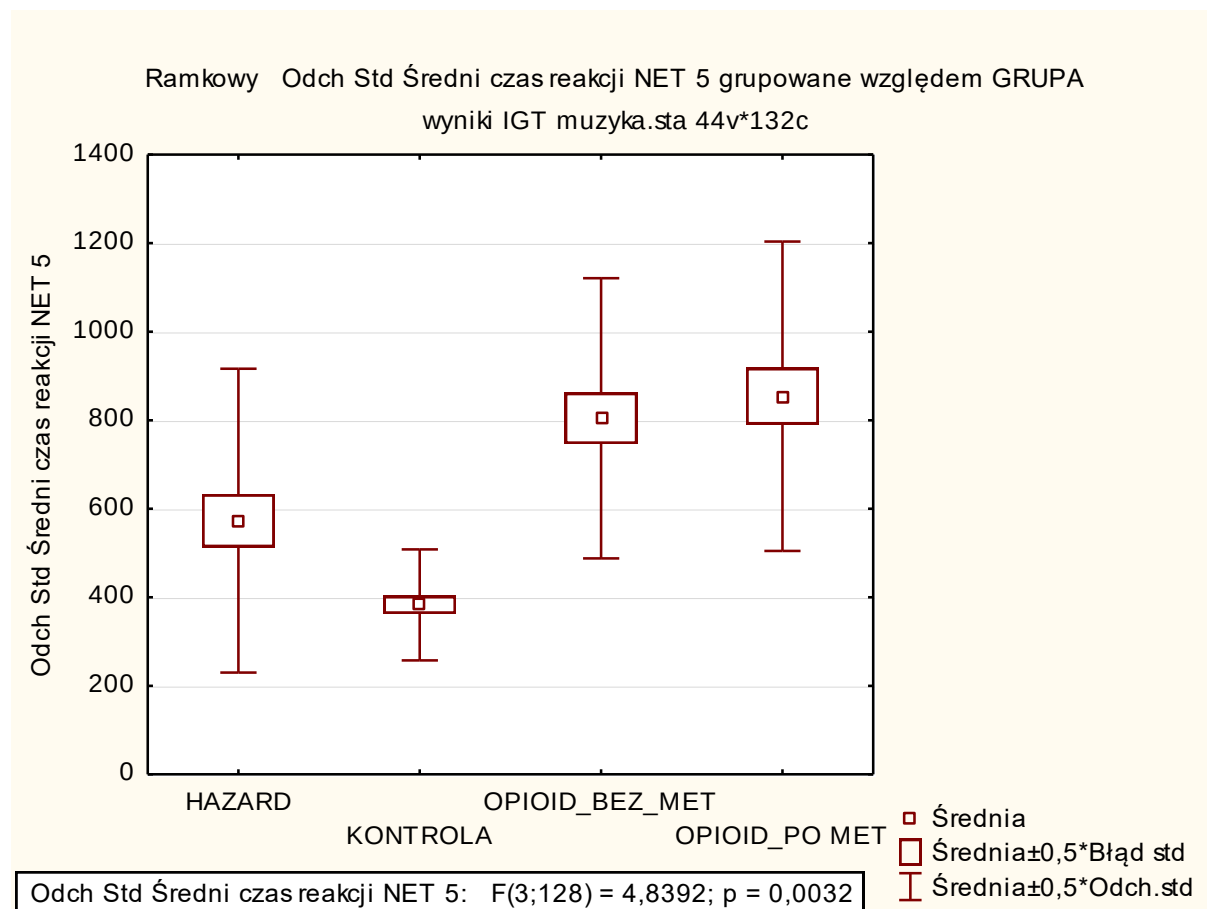
Nie stwierdzono, że drugiej części testu osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają zróżnicowanie wyników (odchylenie standardowe) średnich czasów reakcji istotnie różne w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



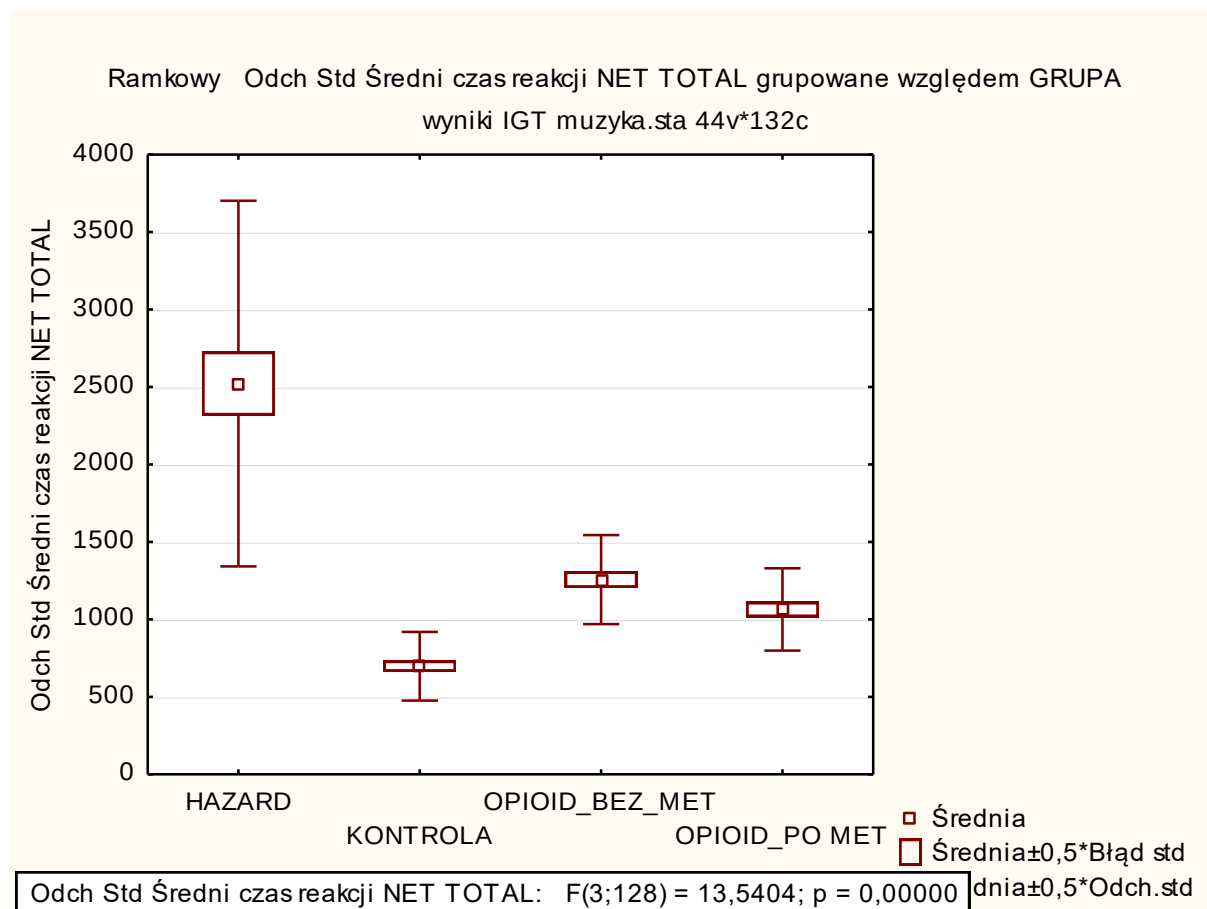
Nie stwierdzono, że trzeciej części testu osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają zróżnicowanie wyników (odchylenie standardowe) średnich czasów reakcji istotnie statystycznie różne w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



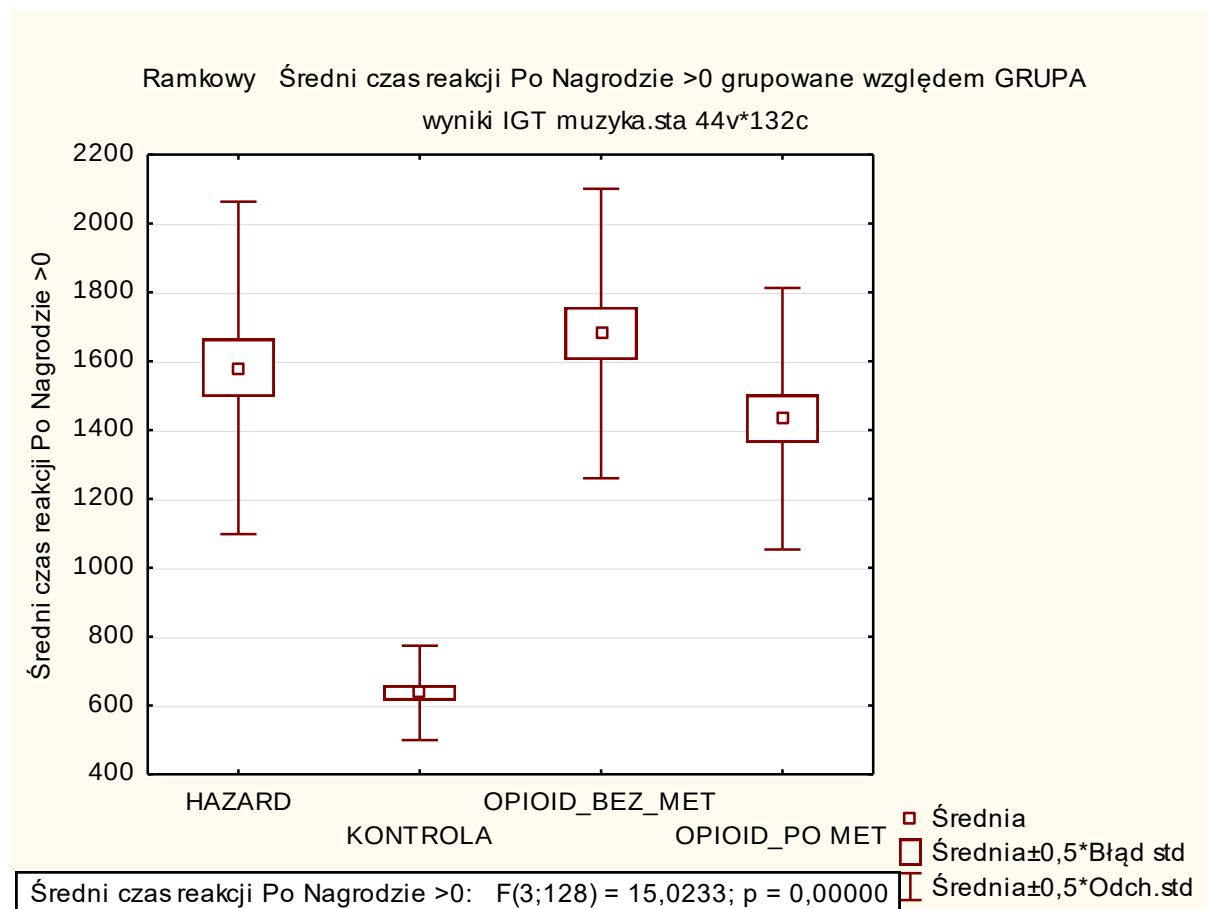
Nie stwierdzono, że w czwartej części testu osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają zróżnicowanie wyników (odchylenie standardowe) średnich czasów reakcji istotnie statystycznie różne w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



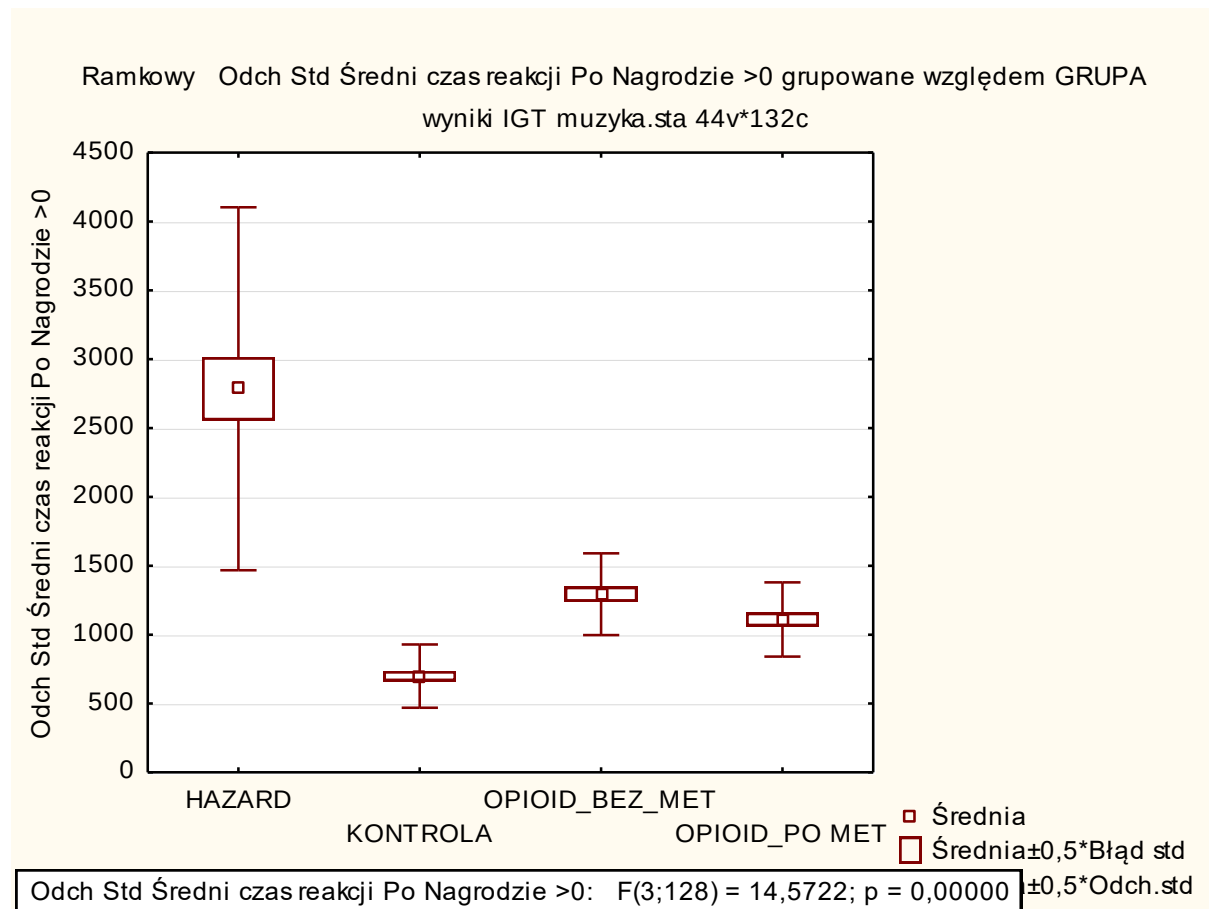
Nie stwierdzono, że w piątej części testu osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają zróżnicowanie wyników (odchylenie standardowe) średnich czasów reakcji istotnie statystycznie różne w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



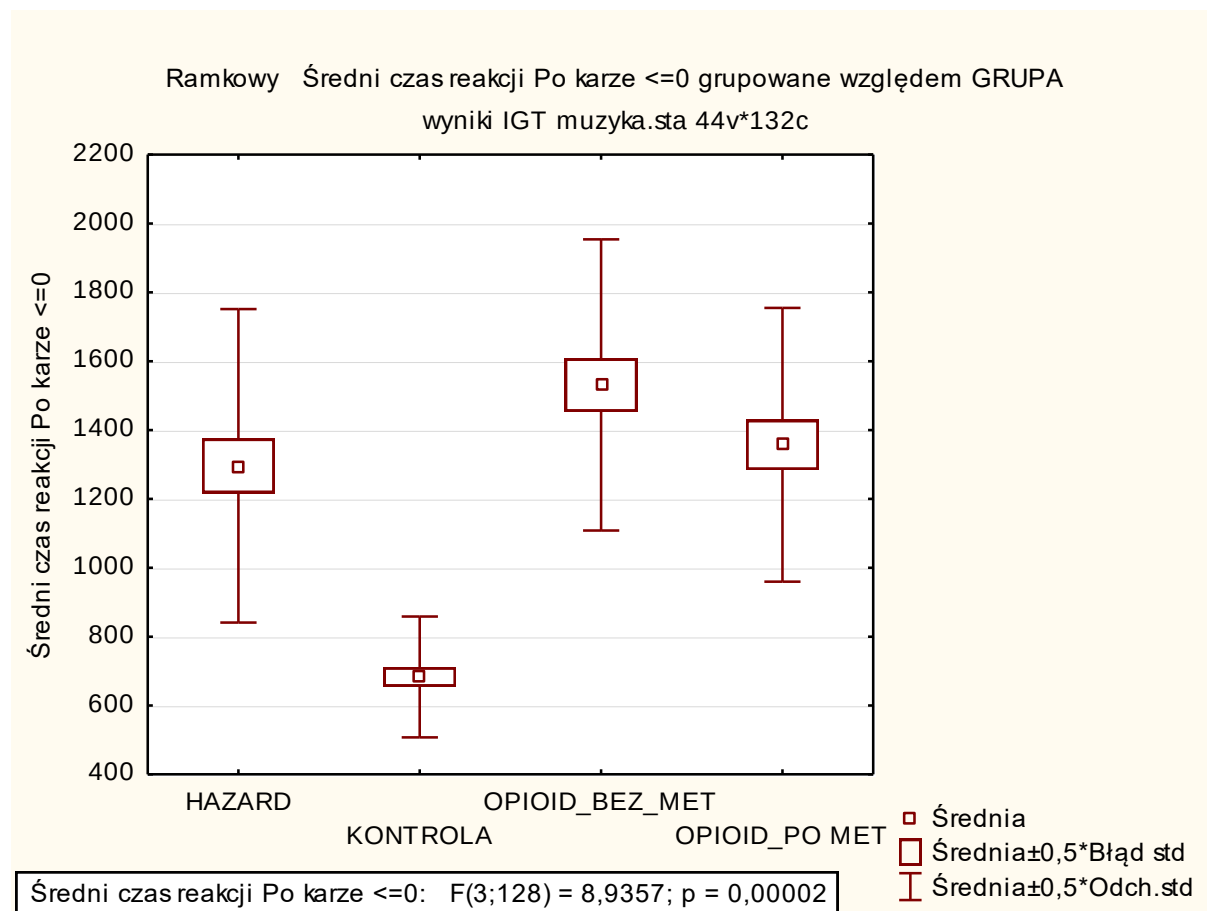
Stwierdzono, że całości testu osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają zróżnicowanie wyników (odchylenie standardowe) średnich czasów reakcji większe w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



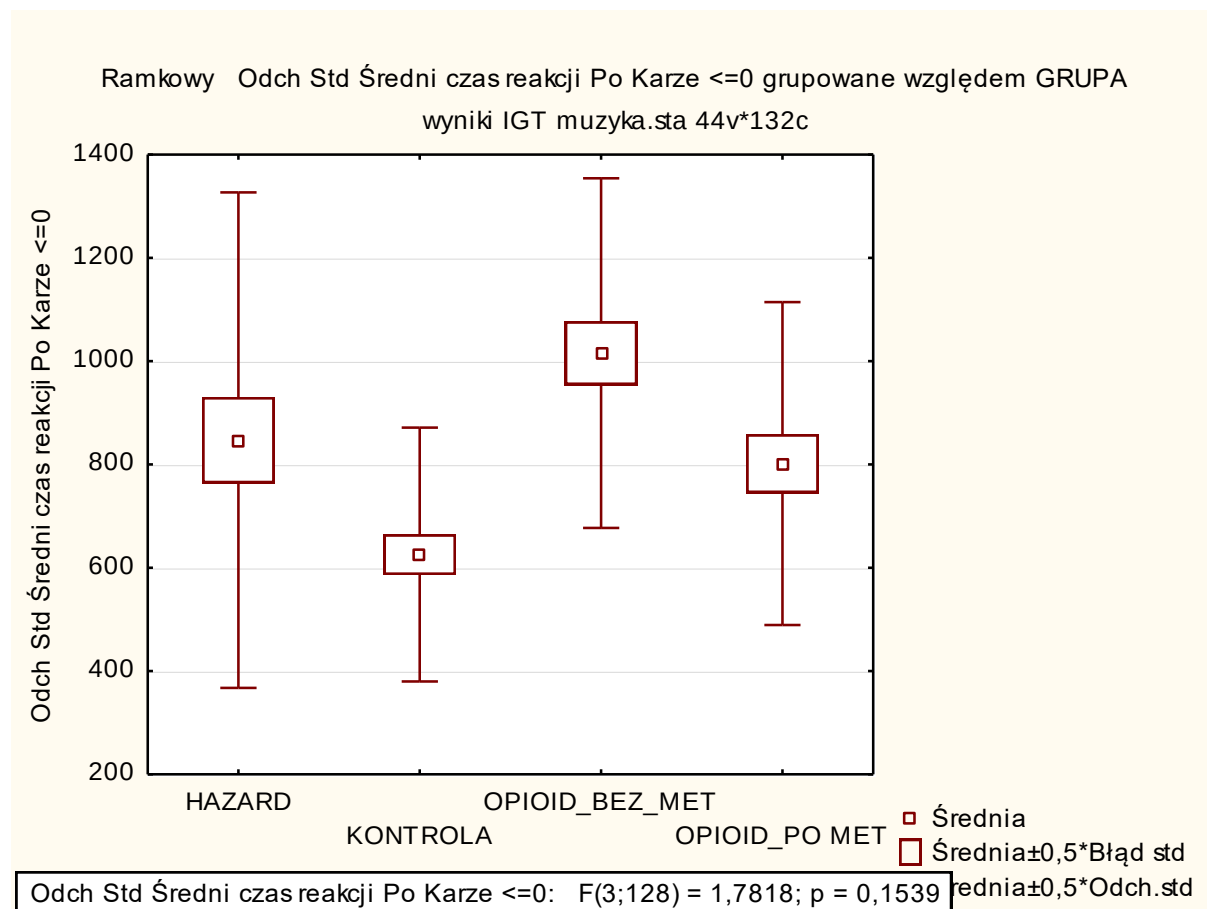
Stwierdzono, że średni czas reakcji po nagrodzie osób z grupy uzależnionych od hazardu jest istotnie statystycznie dłuższy w porównaniu do średniego czasu reakcji osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) i mają podobny średni czas reakcji - bez istotnej różnicy statystycznej (w piątej części testu) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



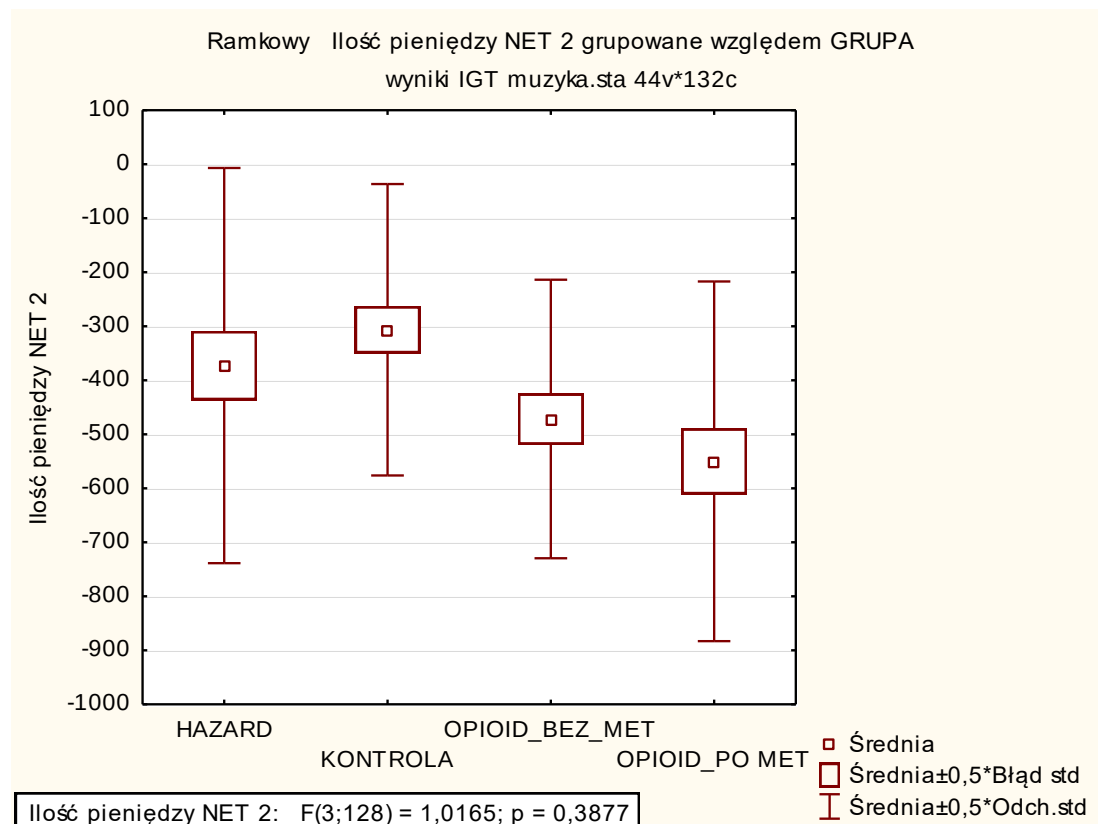
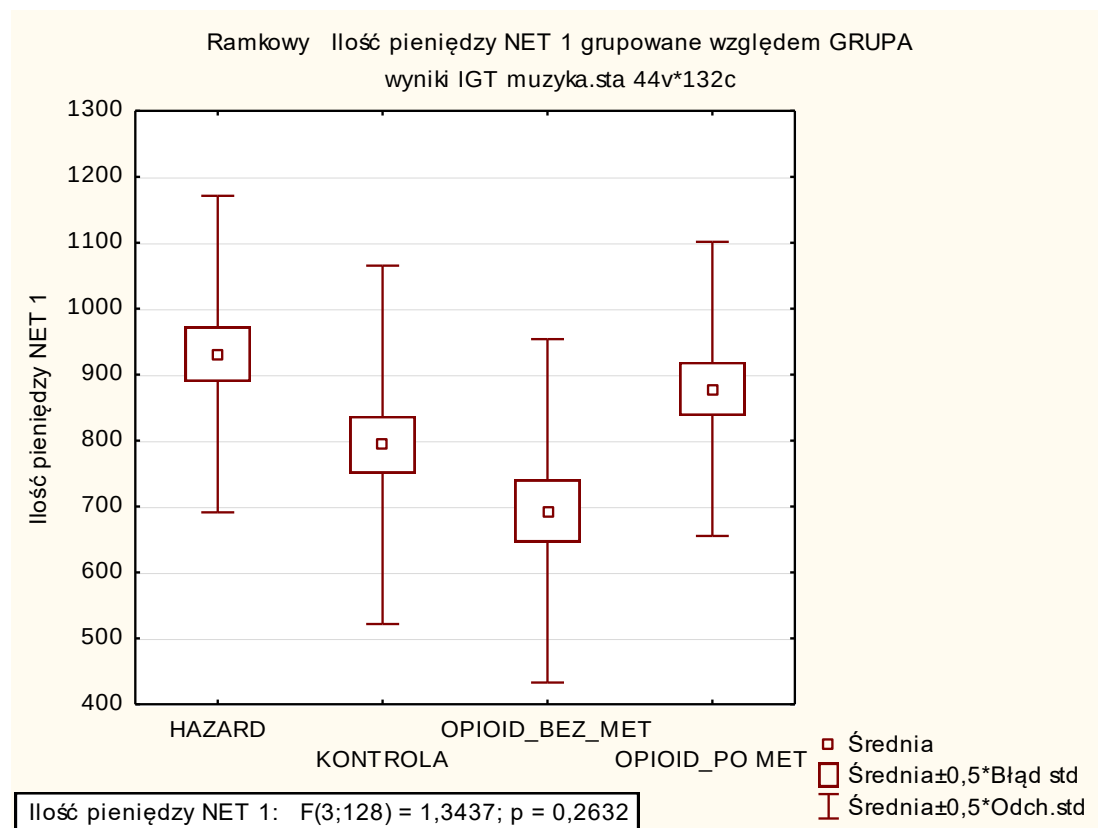
Stwierdzono, że po nagrodzie osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają zróżnicowanie wyników (odchylenie standardowe) średnich czasów reakcji większe w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).

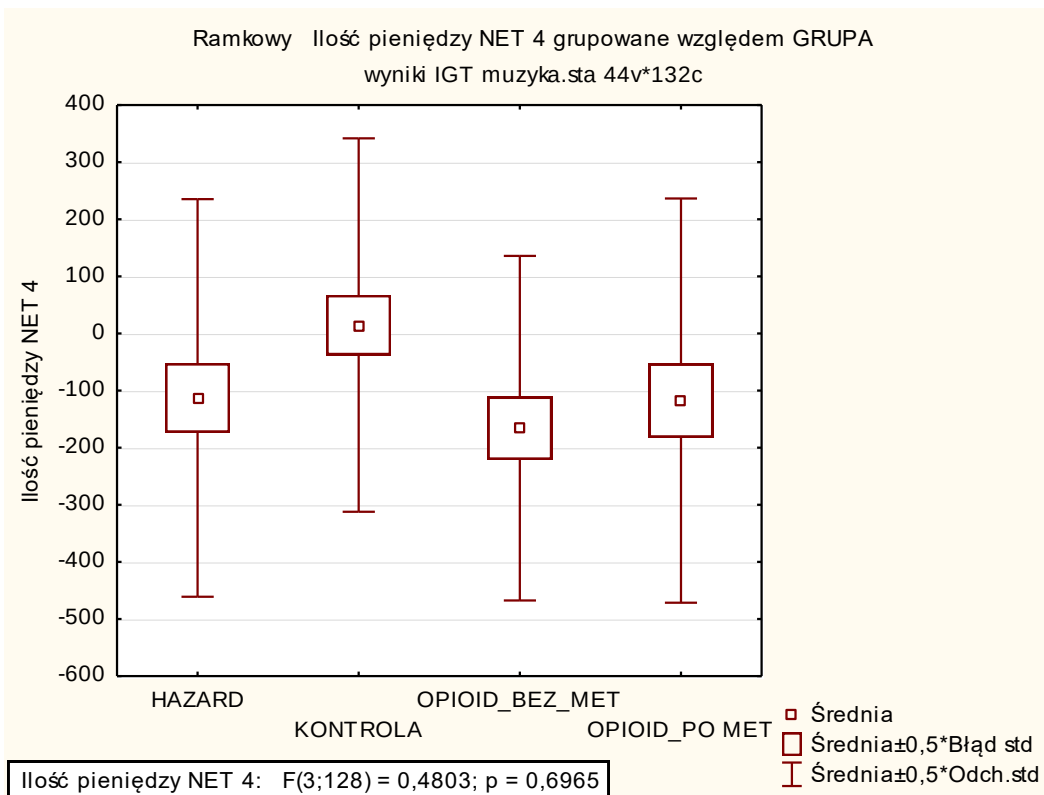
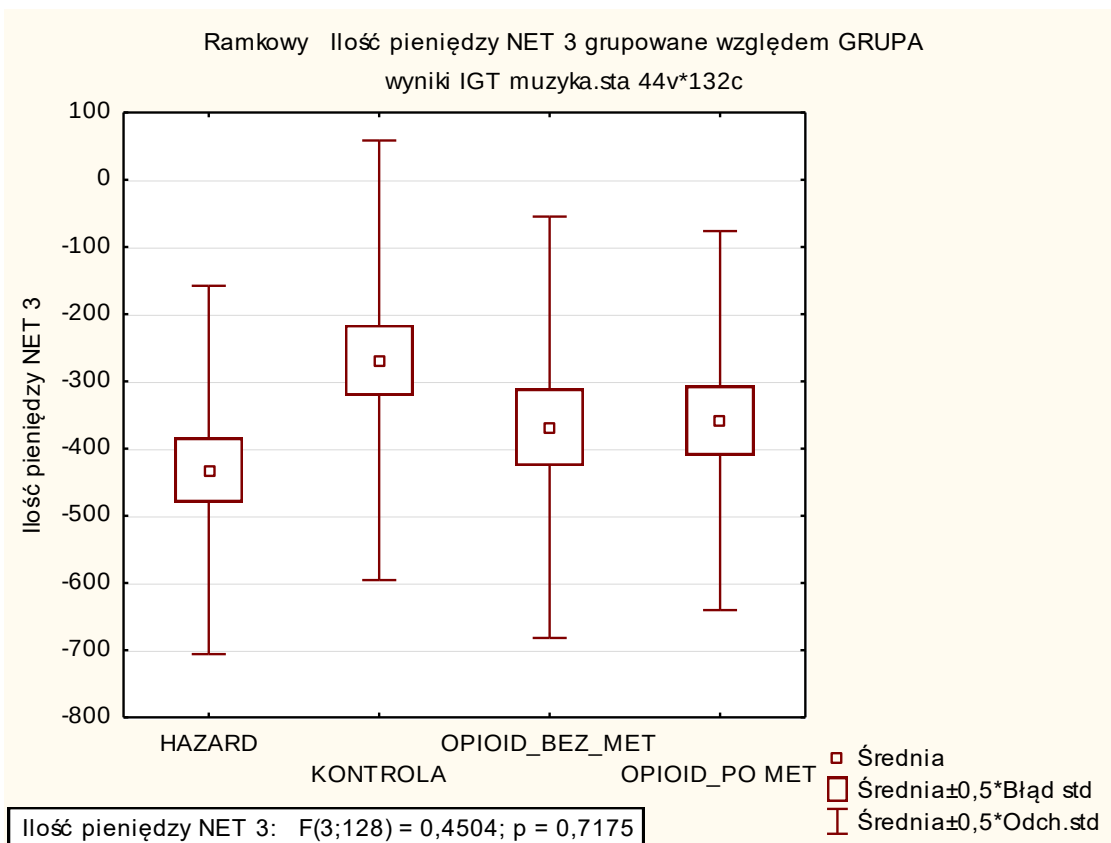


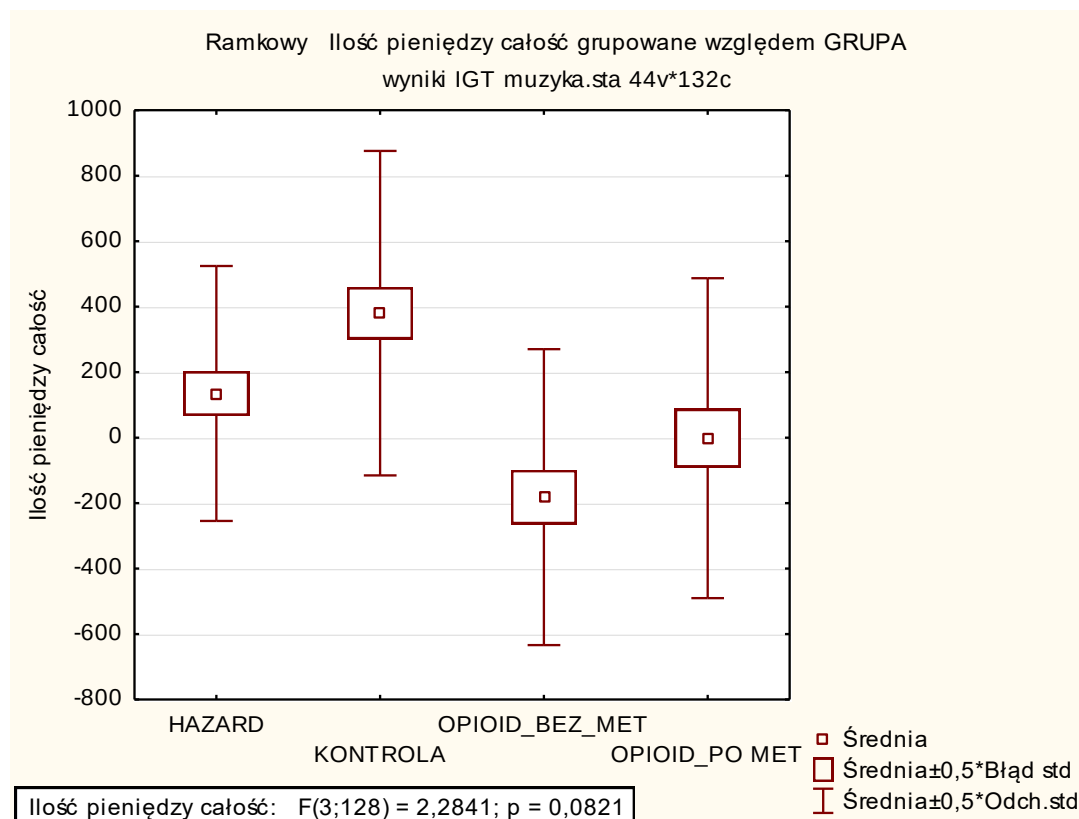
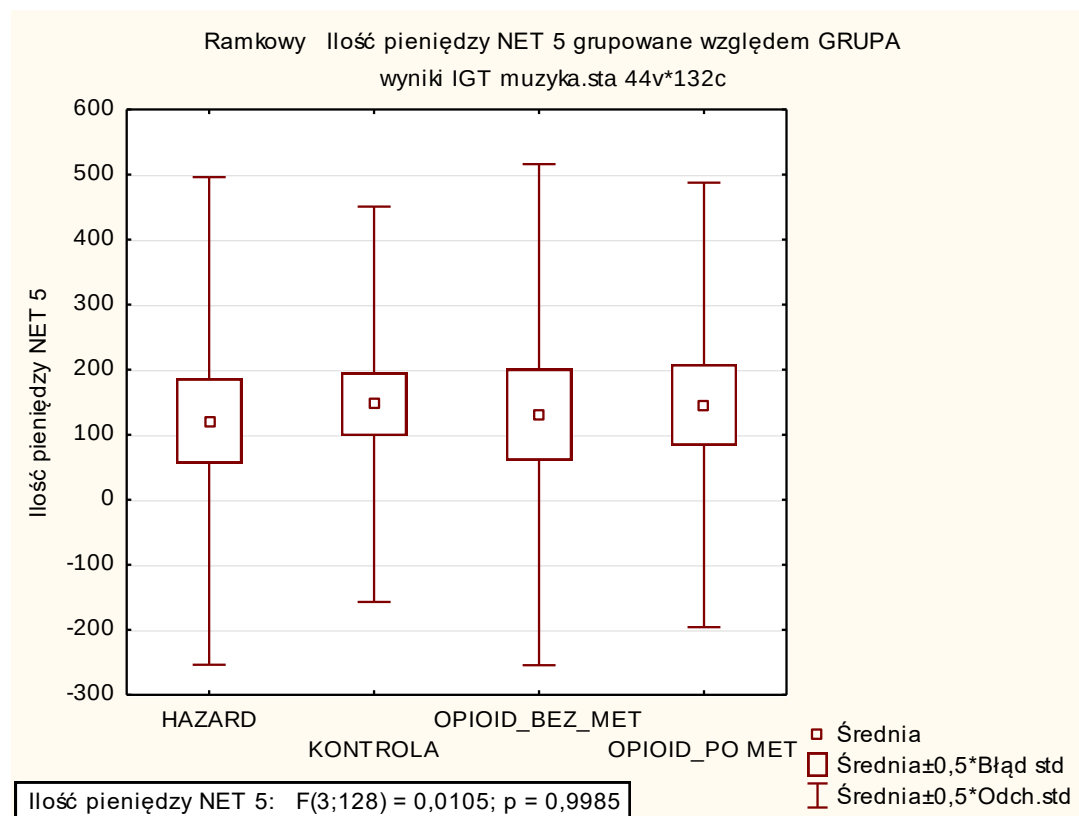
Stwierdzono, że średni czas reakcji po karze osób z grupy uzależnionych od hazardu jest istotnie statystycznie dłuższy w porównaniu do średniego czasu reakcji osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) i mają podobny średni czas reakcji - bez istotnej różnicy statystycznej (w piątej części testu) w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).



Nie stwierdzono, że po karze osoby z grupy uzależnionych od hazardu mają zróżnicowanie wyników (odchylenie standardowe) średnich czasów reakcji istotnie różne w porównaniu do osób z grupy kontrolnej (osoby zdrowe) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (przed podaniem leku metadon) oraz w porównaniu do osób uzależnionych od opioidów (po podaniu leku metadon).







Zależna: Deck 1 - ryzykowny	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Deck 1 - ryzykowny (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =14,69109 p =,0021			
	Kod	N	Suma	Średnia
		ważnych	Rang	Ranga
HAZARD	1	33	2092,500	63,40909
KONTROLA	2	39	1949,500	49,98718
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2499,000	83,30000
OPIOID_PO MET	4	30	2237,000	74,56667

Zależna: Deck 1 - ryzykowny	Test mediany, ogólna mediana= 12,0000; Deck 1 - ryzykowny (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 9,596142 df = 3 p = ,0223			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	19,00000	26,00000	10,00000	12,00000
oczekiwane	16,75000	19,79545	15,22727	15,22727
obs.-ocz.	2,25000	6,20455	-5,22727	-3,22727
>mediany:obserwow.	14,00000	13,00000	20,00000	18,00000
oczekiwane	16,25000	19,20455	14,77273	14,77273
obs.-ocz.	-2,25000	-6,20455	5,22727	3,22727
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna: Deck 1 - ryzykowny	Test mediany, ogólna mediana= 12,0000; Deck 1 - ryzykowny (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 9,596142 df = 3 p = ,0223
	Razem
<=mediany:obserwow.	67,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
>mediany:obserwow.	65,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
Razem: obserwowane	132,0000

Zależna: Deck 2 - ryzykowny	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Deck 2 - ryzykowny (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =1,427287 p =,6992			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2288,000	69,33333
KONTROLA	2	39	2388,500	61,24359
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2140,000	71,33333
OPIOID_PO MET	4	30	1961,500	65,38333

Zależna: Deck 2 - ryzykowny	Test mediany, ogólna mediana= 27,0000; Deck 2 - ryzykowny (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 2,291901 df = 3 p = ,5141			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	14,00000	21,00000	14,00000	18,00000
oczekiwane	16,75000	19,79545	15,22727	15,22727
obs.-ocz.	-2,75000	1,20455	-1,22727	2,77273
>mediany:obserwow.	19,00000	18,00000	16,00000	12,00000
oczekiwane	16,25000	19,20455	14,77273	14,77273
obs.-ocz.	2,75000	-1,20455	1,22727	-2,77273
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna: Deck 2 - ryzykowny	Test mediany, ogólna mediana= 27,0000; Deck 2 - ryzykowny (wyniki IGT muzyka.sta)	
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA	
	Chi kwadrat= 2,291901 df = 3 p = ,5141	
	Razem	
<=mediany:obserwow.	67,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
>mediany:obserwow.	65,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
Razem: obserwowane	132,0000	

Zależna: Decyzje ryzykowne	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Decyzje ryzykowne (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =7,642766 p =,0540			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2235,500	67,74242
KONTROLA	2	39	2117,500	54,29487
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2392,000	79,73333
OPIOID_PO MET	4	30	2033,000	67,76667

Zależna: Decyzje ryzykowne	Test mediany, ogólna mediana= 42,0000; Decyzje ryzykowne (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 3,996030 df = 3 p = ,2619			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	17,00000	25,00000	12,00000	16,00000
oczekiwane	17,50000	20,68182	15,90909	15,90909
obs.-ocz.	-0,50000	4,31818	-3,90909	0,09091
>mediany:obserwow.	16,00000	14,00000	18,00000	14,00000
oczekiwane	15,50000	18,31818	14,09091	14,09091
obs.-ocz.	0,50000	-4,31818	3,90909	-0,09091
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna: Decyzje ryzykowne	Test mediany, ogólna mediana= 42,0000; Decyzje ryzykowne (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 3,996030 df = 3 p = ,2619
	Razem
<=mediany:obserwow.	70,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
>mediany:obserwow.	62,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
Razem: obserwowane	132,0000

Zależna: Deck 3 bezpieczny	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Deck 3 bezpieczny (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =8,960543 p =,0298			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2302,500	69,77273
KONTROLA	2	39	2934,500	75,24359
OPIOID_BEZ_MET	3	30	1461,500	48,71667
OPIOID_PO MET	4	30	2079,500	69,31667

Zależna: Deck 3 bezpieczny	Test mediany, ogólna mediana= 29,0000; Deck 3 bezpieczny (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 3,776108 df = 3 p = ,2867			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	18,00000	17,00000	20,00000	15,00000
oczekiwane	17,50000	20,68182	15,90909	15,90909
obs.-ocz.	0,50000	-3,68182	4,09091	-0,90909
>mediany:obserwow.	15,00000	22,00000	10,00000	15,00000
oczekiwane	15,50000	18,31818	14,09091	14,09091
obs.-ocz.	-0,50000	3,68182	-4,09091	0,90909
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna: Deck 3 bezpieczny	Test mediany, ogólna mediana= 29,0000; Deck 3 bezpieczny (wyniki IGT muzyka.sta)	
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA	
	Chi kwadrat= 3,776108 df = 3 p = ,2867	
	Razem	
<=mediany:obserwow.	70,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
>mediany:obserwow.	62,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
Razem: obserwowane	132,0000	

Zależna: Deck 4 - bezpieczny	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Deck 4 - bezpieczny (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =2,515114 p =,4726			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2223,500	67,37879
KONTROLA	2	39	2836,000	72,71795
OPIOID_BEZ_MET	3	30	1742,500	58,08333
OPIOID_PO MET	4	30	1976,000	65,86667

Zależna: Deck 4 - bezpieczny	Test mediany, ogólna mediana= 28,0000; Deck 4 - bezpieczny (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 3,873271 df = 3 p = ,2755			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediana:obserwow.	16,00000	17,00000	20,00000	16,00000
oczekiwane	17,25000	20,38636	15,68182	15,68182
obs.-ocz.	-1,25000	-3,38636	4,31818	0,31818
>mediana:obserwow.	17,00000	22,00000	10,00000	14,00000
oczekiwane	15,75000	18,61364	14,31818	14,31818
obs.-ocz.	1,25000	3,38636	-4,31818	-0,31818
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna: Deck 4 - bezpieczny	Test mediany, ogólna mediana= 28,0000; Deck 4 - bezpieczny (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 3,873271 df = 3 p = ,2755
	Razem
<=mediany:obserwow.	69,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
>mediany:obserwow.	63,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
Razem: obserwowane	132,0000

Zależna: Decyzje bezpieczne	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Decyzje bezpieczne (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =12,43709 p =,0060			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2218,500	67,22727
KONTROLA	2	39	3149,500	80,75641
OPIOID_BEZ_MET	3	30	1442,000	48,06667
OPIOID_PO MET	4	30	1968,000	65,60000

Zależna: Decyzje bezpieczne	Test mediany, ogólna mediana= 57,0000; Decyzje bezpieczne (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 11,77193 df = 3 p = ,0082			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	16,00000	14,00000	23,00000	14,00000
oczekiwane	16,75000	19,79545	15,22727	15,22727
obs.-ocz.	-0,75000	-5,79545	7,77273	-1,22727
>mediany:obserwow.	17,00000	25,00000	7,00000	16,00000
oczekiwane	16,25000	19,20455	14,77273	14,77273
obs.-ocz.	0,75000	5,79545	-7,77273	1,22727
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna: Decyzje bezpieczne	Test mediany, ogólna mediana= 57,0000; Decyzje bezpieczne (wyniki IGT muzyka.sta)	
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA	
	Chi kwadrat= 11,77193 df = 3 p = ,0082	
	Razem	
<=mediany:obserwow.	67,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
>mediany:obserwow.	65,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
Razem: obserwowane	132,0000	

Zależna: Średni czas reakcji Deck 1	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Średni czas reakcji Deck 1 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =33,13727 p =,0000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2339,000	70,87879
KONTROLA	2	39	1488,000	38,15385
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2605,000	86,83333
OPIOID_PO MET	4	30	2346,000	78,20000

Zależna:	Test mediany, ogólna mediana= 1287,76; Średni czas reakcji Deck 1 (wyniki IGT muzyka.sta)			
Średni czas reakcji Deck 1	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 23,46107 df = 3 p = ,0000			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	17,00000	31,0000	8,00000	10,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	0,50000	11,5000	-7,00000	-5,00000
>mediany:obserwow.	16,00000	8,0000	22,00000	20,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	-0,50000	-11,5000	7,00000	5,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000	30,00000

Zależna: Średni czas reakcji Deck 1	Test mediany, ogólna mediana= 1287,76; Średni czas reakcji Deck 1 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 23,46107 df = 3 p = ,0000
	Razem
<=mediany:obserwow.	66,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
>mediany:obserwow.	66,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
Razem: obserwowane	132,0000

Zależna: Średni czas reakcji Deck 2	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Średni czas reakcji Deck 2 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =39,28652 p =,0000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2504,000	75,87879
KONTROLA	2	39	1355,000	34,74359
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2573,000	85,76667
OPIOID_PO MET	4	30	2346,000	78,20000

Zależna: Średni czas reakcji Deck 2	Test mediany, ogólna mediana= 956,645; Średni czas reakcji Deck 2 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 32,98834 df = 3 p = ,0000			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	14,00000	34,0000	7,00000	11,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	-2,50000	14,5000	-8,00000	-4,00000
>mediany:obserwow.	19,00000	5,0000	23,00000	19,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	2,50000	-14,5000	8,00000	4,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000	30,00000

Zależna: Średni czas reakcji Deck 2	Test mediany, ogólna mediana= 956,645; Średni czas reakcji Deck 2 (wyniki IGT muzyka.sta)	
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA	
	Chi kwadrat= 32,98834 df = 3 p = ,0000	
	Razem	
<=mediany:obserwow.	66,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
>mediany:obserwow.	66,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
Razem: obserwowane	132,0000	

Zależna: Średni czas reakcji Deck 3	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Średni czas reakcji Deck 3 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =41,38188 p =,0000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2588,000	78,42424
KONTROLA	2	39	1328,000	34,05128
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2609,000	86,96667
OPIOID_PO MET	4	30	2253,000	75,10000

Zależna: Średni czas reakcji Deck 3	Test mediany, ogólna mediana= 947,294; Średni czas reakcji Deck 3 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 33,08531 df = 3 p = ,0000			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	12,00000	34,0000	7,00000	13,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	-4,50000	14,5000	-8,00000	-2,00000
>mediany:obserwow.	21,00000	5,0000	23,00000	17,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	4,50000	-14,5000	8,00000	2,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000	30,00000

Zależna: Średni czas reakcji Deck 3	Test mediany, ogólna mediana= 947,294; Średni czas reakcji Deck 3 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 33,08531 df = 3 p = ,0000
	Razem
<=mediany:obserwow.	66,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
>mediany:obserwow.	66,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
Razem: obserwowane	132,0000

Zależna: Średni czas reakcji Deck 4	ANOVA rang Kruskala-Wallis; Średni czas reakcji Deck 4 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallis: H (3, N= 132) =43,26985 p =,0000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2443,000	74,03030
KONTROLA	2	39	1306,000	33,48718
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2633,000	87,76667
OPIOID_PO MET	4	30	2396,000	79,86667

Zależna: Średni czas reakcji Deck 4	Test mediany, ogólna mediana= 965,472; Średni czas reakcji Deck 4 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 29,18322 df = 3 p = ,0000			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	14,00000	33,0000	7,00000	12,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	-2,50000	13,5000	-8,00000	-3,00000
>mediany:obserwow.	19,00000	6,0000	23,00000	18,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	2,50000	-13,5000	8,00000	3,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000	30,00000

Zależna: Średni czas reakcji Deck 4	Test mediany, ogólna mediana= 965,472; Średni czas reakcji Deck 4 (wyniki IGT muzyka.sta)	
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA	
	Chi kwadrat= 29,18322 df = 3 p = ,0000	
	Razem	
<=mediany:obserwow.	66,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
>mediany:obserwow.	66,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
Razem: obserwowane	132,0000	

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Deck 1	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Odch Std Średni czas reakcji Deck 1 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =17,29017 p =,0006			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2210,000	66,96970
KONTROLA	2	39	1832,000	46,97436
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2499,000	83,30000
OPIOID_PO MET	4	30	2237,000	74,56667

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Deck 1	Test mediany, ogólna mediana= 809,920; Odch Std Średni czas reakcji Deck 1 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 14,86247 df = 3 p = ,0019		
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET
<=mediany:obserwow.	15,00000	29,00000	9,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	-1,50000	9,50000	-6,00000
>mediany:obserwow.	18,00000	10,00000	21,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	1,50000	-9,50000	6,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Deck 1	Test mediany, ogólna mediana= 809,920; Odch Std Średni czas reakcji Deck 1 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 14,86247 df = 3 p = ,0019	
	OPIOID_PO MET	Razem
<=mediany:obserwow.	13,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	-2,00000	
>mediany:obserwow.	17,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	2,00000	
Razem: obserwowane	30,00000	132,0000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Deck 2	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Odch Std Średni czas reakcji Deck 2 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =15,68021 p =,0013			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2431,000	73,66667
KONTROLA	2	39	1892,000	48,51282
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2502,000	83,40000
OPIOID_PO MET	4	30	1953,000	65,10000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Deck 2	Test mediany, ogólna mediana= 669,465; Odch Std Średni czas reakcji Deck 2 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 10,84196 df = 3 p = ,0126		
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET
<=mediany:obserwow.	15,00000	27,00000	9,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	-1,50000	7,50000	-6,00000
>mediany:obserwow.	18,00000	12,00000	21,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	1,50000	-7,50000	6,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Deck 2	Test mediany, ogólna mediana= 669,465; Odch Std Średni czas reakcji Deck 2 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 10,84196 df = 3 p = ,0126	
	OPIOID_PO MET	Razem
<=mediany:obserwow.	15,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	0,00000	
>mediany:obserwow.	15,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	0,00000	
Razem: obserwowane	30,00000	132,0000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Deck 3	ANOVA rang Kruskala-Wallis; Odch Std Średni czas reakcji Deck 3 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallis: H (3, N= 132) =15,53792 p =,0014			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2437,000	73,84848
KONTROLA	2	39	1875,000	48,07692
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2476,000	82,53333
OPIOID_PO MET	4	30	1990,000	66,33333

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Deck 3	Test mediany, ogólna mediana= 718,601; Odch Std Średni czas reakcji Deck 3 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 16,19580 df = 3 p = ,0010		
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET
<=mediany:obserwow.	15,00000	29,00000	8,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	-1,50000	9,50000	-7,00000
>mediany:obserwow.	18,00000	10,00000	22,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	1,50000	-9,50000	7,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Deck 3	Test mediany, ogólna mediana= 718,601; Odch Std Średni czas reakcji Deck 3 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 16,19580 df = 3 p = ,0010	
	OPIOID_PO MET	Razem
<=mediany:obserwow.	14,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	-1,00000	
>mediany:obserwow.	16,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	1,00000	
Razem: obserwowane	30,00000	132,0000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Deck 4	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Odch Std Średni czas reakcji Deck 4 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =19,46721 p =,0002			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2159,000	65,42424
KONTROLA	2	39	1794,000	46,00000
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2493,000	83,10000
OPIOID_PO MET	4	30	2332,000	77,73333

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Deck 4	Test mediany, ogólna mediana= 607,982; Odch Std Średni czas reakcji Deck 4 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 15,41632 df = 3 p = ,0015		
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET
<=mediany:obserwow.	18,00000	28,00000	8,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	1,50000	8,50000	-7,00000
>mediany:obserwow.	15,00000	11,00000	22,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	-1,50000	-8,50000	7,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Deck 4	Test mediany, ogólna mediana= 607,982; Odch Std Średni czas reakcji Deck 4 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 15,41632 df = 3 p = ,0015	
	OPIOID_PO MET	Razem
<=mediany:obserwow.	12,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	-3,00000	
>mediany:obserwow.	18,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	3,00000	
Razem: obserwowane	30,00000	132,0000

Zależna: NET 1	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; NET 1 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =2,980692 p =,3946			
	Kod	N	Suma	Średnia
		ważnych	Rang	Ranga
HAZARD	1	33	2401,000	72,75758
KONTROLA	2	39	2711,500	69,52564
OPIOID_BEZ_MET	3	30	1715,000	57,16667
OPIOID_PO MET	4	30	1950,500	65,01667

Zależna: NET 1	Test mediany, ogólna mediana= 2,00000; NET 1 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= ,6540996 df = 3 p = ,8839			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediana:obserwow.	20,00000	26,00000	20,00000	21,00000
oczekiwane	21,75000	25,70455	19,77273	19,77273
obs.-ocz.	-1,75000	0,29545	0,22727	1,22727
>mediana:obserwow.	13,00000	13,00000	10,00000	9,00000
oczekiwane	11,25000	13,29545	10,22727	10,22727
obs.-ocz.	1,75000	-0,29545	-0,22727	-1,22727
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna:	Test mediany, ogólna mediana= 2,00000; NET 1 (wyniki IGT muzyka.sta)
NET 1	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA
	Chi kwadrat= ,6540996 df = 3 p = ,8839
	Razem
<=mediany:obserwow.	87,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
>mediany:obserwow.	45,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
Razem: obserwowane	132,0000

Zależna:	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; NET 2 (wyniki IGT muzyka.sta)			
NET 2	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =9,437023 p =,0240			
	Kod	N	Suma	Średnia
		ważnych	Rang	Ranga
HAZARD	1	33	2275,000	68,93939
KONTROLA	2	39	3085,500	79,11538
OPIOID_BEZ_MET	3	30	1547,500	51,58333
OPIOID_PO MET	4	30	1870,000	62,33333

Zależna:	Test mediany, ogólna mediana= 4,00000; NET 2 (wyniki IGT muzyka.sta)			
NET 2	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 8,167517 df = 3 p = ,0427			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	19,00000	19,00000	24,00000	21,00000
oczekiwane	20,75000	24,52273	18,86364	18,86364
obs.-ocz.	-1,75000	-5,52273	5,13636	2,13636
>mediany:obserwow.	14,00000	20,00000	6,00000	9,00000
oczekiwane	12,25000	14,47727	11,13636	11,13636
obs.-ocz.	1,75000	5,52273	-5,13636	-2,13636
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna:	Test mediany, ogólna mediana= 4,00000; NET 2 (wyniki IGT muzyka.sta)	
NET 2	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA	
	Chi kwadrat= 8,167517 df = 3 p = ,0427	
	Razem	
<=mediany:obserwow.	83,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
>mediany:obserwow.	49,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
Razem: obserwowane	132,0000	

Zależna: NET 3	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; NET 3 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =7,526459 p =,0569			
	Kod	N	Suma	Średnia
		ważnych	Rang	Ranga
HAZARD	1	33	2374,500	71,95455
KONTROLA	2	39	2982,500	76,47436
OPIOID_BEZ_MET	3	30	1613,500	53,78333
OPIOID_PO MET	4	30	1807,500	60,25000

Zależna: NET 3	Test mediany, ogólna mediana= 4,00000; NET 3 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 7,184627 df = 3 p = ,0662			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediana:obserwow.	18,00000	19,00000	23,00000	21,00000
oczekiwane	20,25000	23,93182	18,40909	18,40909
obs.-ocz.	-2,25000	-4,93182	4,59091	2,59091
>mediana:obserwow.	15,00000	20,00000	7,00000	9,00000
oczekiwane	12,75000	15,06818	11,59091	11,59091
obs.-ocz.	2,25000	4,93182	-4,59091	-2,59091
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna: NET 3	Test mediany, ogólna mediana= 4,00000; NET 3 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 7,184627 df = 3 p = ,0662
	Razem
<=mediany:obserwow.	81,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
>mediany:obserwow.	51,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
Razem: obserwowane	132,0000

Zależna: NET 4	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; NET 4 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =18,62745 p =,0003			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	1968,000	59,63636
KONTROLA	2	39	3418,500	87,65385
OPIOID_BEZ_MET	3	30	1525,500	50,85000
OPIOID_PO MET	4	30	1866,000	62,20000

Zależna: NET 4	Test mediany, ogólna mediana= 4,00000; NET 4 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 19,22963 df = 3 p = ,0002			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	23,00000	13,0000	24,00000	21,00000
oczekiwane	20,25000	23,9318	18,40909	18,40909
obs.-ocz.	2,75000	-10,9318	5,59091	2,59091
>mediany:obserwow.	10,00000	26,0000	6,00000	9,00000
oczekiwane	12,75000	15,0682	11,59091	11,59091
obs.-ocz.	-2,75000	10,9318	-5,59091	-2,59091
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000	30,00000

Zależna: NET 4	Test mediany, ogólna mediana= 4,00000; NET 4 (wyniki IGT muzyka.sta)	
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA	
	Chi kwadrat= 19,22963 df = 3 p = ,0002	
	Razem	
<=mediany:obserwow.	81,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
>mediany:obserwow.	51,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
Razem: obserwowane	132,0000	

Zależna: NET 5	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; NET 5 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =4,747127 p =,1913			
	Kod	N	Suma	Średnia
		ważnych	Rang	Ranga
HAZARD	1	33	2076,000	62,90909
KONTROLA	2	39	2883,000	73,92308
OPIOID_BEZ_MET	3	30	1670,000	55,66667
OPIOID_PO MET	4	30	2149,000	71,63333

Zależna: NET 5	Test mediany, ogólna mediana= 4,00000; NET 5 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 6,883418 df = 3 p = ,0757			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	19,00000	21,00000	22,00000	12,00000
oczekiwane	18,50000	21,86364	16,81818	16,81818
obs.-ocz.	0,50000	-0,86364	5,18182	-4,81818
>mediany:obserwow.	14,00000	18,00000	8,00000	18,00000
oczekiwane	14,50000	17,13636	13,18182	13,18182
obs.-ocz.	-0,50000	0,86364	-5,18182	4,81818
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna: NET 5	Test mediany, ogólna mediana= 4,00000; NET 5 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 6,883418 df = 3 p = ,0757
	Razem
<=mediany:obserwow.	74,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
>mediany:obserwow.	58,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
Razem: obserwowane	132,0000

Zależna: NET całość	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; NET całość (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =10,46622 p =,0150			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2197,500	66,59091
KONTROLA	2	39	3126,500	80,16667
OPIOID_BEZ_MET	3	30	1507,000	50,23333
OPIOID_PO MET	4	30	1947,000	64,90000

Zależna: NET całość	Test mediany, ogólna mediana= 15,0000; NET całość (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 11,77193 df = 3 p = ,0082			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	16,00000	14,00000	23,00000	14,00000
oczekiwane	16,75000	19,79545	15,22727	15,22727
obs.-ocz.	-0,75000	-5,79545	7,77273	-1,22727
>mediany:obserwow.	17,00000	25,00000	7,00000	16,00000
oczekiwane	16,25000	19,20455	14,77273	14,77273
obs.-ocz.	0,75000	5,79545	-7,77273	1,22727
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna: NET całość	Test mediany, ogólna mediana= 15,0000; NET całość (wyniki IGT muzyka.sta)	
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA	
	Chi kwadrat= 11,77193 df = 3 p = ,0082	
	Razem	
<=mediany:obserwow.	67,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
>mediany:obserwow.	65,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
Razem: obserwowane	132,0000	

Zależna: Średni czas reakcji NET 1	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Średni czas reakcji NET 1 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =48,12717 p =,0000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2776,000	84,12121
KONTROLA	2	39	1247,000	31,97436
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2620,000	87,33333
OPIOID_PO MET	4	30	2135,000	71,16667

Zależna: Średni czas reakcji NET 1	Test mediany, ogólna mediana= 1532,54; Średni czas reakcji NET 1 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 33,89744 df = 3 p = ,0000			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	11,00000	34,0000	7,00000	14,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	-5,50000	14,5000	-8,00000	-1,00000
>mediany:obserwow.	22,00000	5,0000	23,00000	16,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	5,50000	-14,5000	8,00000	1,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000	30,00000

Zależna: Średni czas reakcji NET 1	Test mediany, ogólna mediana= 1532,54; Średni czas reakcji NET 1 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 33,89744 df = 3 p = ,0000
	Razem
<=mediany:obserwow.	66,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
>mediany:obserwow.	66,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
Razem: obserwowane	132,0000

Zależna: Średni czas reakcji NET 2	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Średni czas reakcji NET 2 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =28,47451 p =,0000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2372,000	71,87879
KONTROLA	2	39	1552,000	39,79487
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2509,000	83,63333
OPIOID_PO MET	4	30	2345,000	78,16667

Zależna: Średni czas reakcji NET 2	Test mediany, ogólna mediana= 1033,59; Średni czas reakcji NET 2 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 14,75338 df = 3 p = ,0020			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	16,00000	29,00000	10,00000	11,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	-0,50000	9,50000	-5,00000	-4,00000
>mediany:obserwow.	17,00000	10,00000	20,00000	19,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	0,50000	-9,50000	5,00000	4,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna: Średni czas reakcji NET 2	Test mediany, ogólna mediana= 1033,59; Średni czas reakcji NET 2 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 14,75338 df = 3 p = ,0020	
	Razem	
<=mediany:obserwow.	66,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
>mediany:obserwow.	66,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
Razem: obserwowane	132,0000	

Zależna: Średni czas reakcji NET 3	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Średni czas reakcji NET 3 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =33,54708 p =,0000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2437,000	73,84848
KONTROLA	2	39	1453,000	37,25641
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2531,000	84,36667
OPIOID_PO MET	4	30	2357,000	78,56667

Zależna: Średni czas reakcji NET 3	Test mediany, ogólna mediana= 871,475; Średni czas reakcji NET 3 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 23,44988 df = 3 p = ,0000			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	14,00000	32,0000	10,00000	10,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	-2,50000	12,5000	-5,00000	-5,00000
>mediany:obserwow.	19,00000	7,0000	20,00000	20,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	2,50000	-12,5000	5,00000	5,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000	30,00000

Zależna: Średni czas reakcji NET 3	Test mediany, ogólna mediana= 871,475; Średni czas reakcji NET 3 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 23,44988 df = 3 p = ,0000
	Razem
<=mediany:obserwow.	66,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
>mediany:obserwow.	66,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
Razem: obserwowane	132,0000

Zależna: Średni czas reakcji NET 4	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Średni czas reakcji NET 4 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =38,66375 p =,0000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2351,000	71,24242
KONTROLA	2	39	1387,500	35,57692
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2570,500	85,68333
OPIOID_PO MET	4	30	2469,000	82,30000

Zależna: Średni czas reakcji NET 4	Test mediany, ogólna mediana= 832,425; Średni czas reakcji NET 4 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 37,26527 df = 3 p = ,0000			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	14,00000	35,0000	10,00000	7,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	-2,50000	15,5000	-5,00000	-8,00000
>mediany:obserwow.	19,00000	4,0000	20,00000	23,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	2,50000	-15,5000	5,00000	8,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000	30,00000

Zależna: Średni czas reakcji NET 4	Test mediany, ogólna mediana= 832,425; Średni czas reakcji NET 4 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 37,26527 df = 3 p = ,0000	
	Razem	
<=mediany:obserwow.	66,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
>mediany:obserwow.	66,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
Razem: obserwowane	132,0000	

Zależna: Średni czas reakcji NET 5	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Średni czas reakcji NET 5 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =41,83302 p =,0000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2390,000	72,42424
KONTROLA	2	39	1332,000	34,15385
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2595,000	86,50000
OPIOID_PO MET	4	30	2461,000	82,03333

Zależna: Średni czas reakcji NET 5	Test mediany, ogólna mediana= 764,675; Średni czas reakcji NET 5 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 26,84382 df = 3 p = ,0000			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	13,00000	33,0000	10,00000	10,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	-3,50000	13,5000	-5,00000	-5,00000
>mediany:obserwow.	20,00000	6,0000	20,00000	20,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	3,50000	-13,5000	5,00000	5,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000	30,00000

Zależna: Średni czas reakcji NET 5	Test mediany, ogólna mediana= 764,675; Średni czas reakcji NET 5 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 26,84382 df = 3 p = ,0000
	Razem
<=mediany:obserwow.	66,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
>mediany:obserwow.	66,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
Razem: obserwowane	132,0000

Zależna: Średni czas reakcji NET całość	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Średni czas reakcji NET całość (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =47,49241 p =,0000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2588,000	78,42424
KONTROLA	2	39	1229,000	31,51282
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2622,000	87,40000
OPIOID_PO MET	4	30	2339,000	77,96667

Zależna: Średni czas reakcji NET całość	Test mediany, ogólna mediana= 1041,91; Średni czas reakcji NET całość (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 41,32308 df = 3 p = ,0000			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	11,00000	36,0000	7,00000	12,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	-5,50000	16,5000	-8,00000	-3,00000
>mediany:obserwow.	22,00000	3,0000	23,00000	18,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	5,50000	-16,5000	8,00000	3,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000	30,00000

Zależna: Średni czas reakcji NET całość	Test mediany, ogólna mediana= 1041,91; Średni czas reakcji NET całość (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 41,32308 df = 3 p = ,0000	
	Razem	
<=mediany:obserwow.	66,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
>mediany:obserwow.	66,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
Razem: obserwowane	132,0000	

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 1	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Odch Std Średni czas reakcji NET 1 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =43,61727 p =,0000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2937,000	89,00000
KONTROLA	2	39	1324,000	33,94872
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2390,000	79,66667
OPIOID_PO MET	4	30	2127,000	70,90000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 1	Test mediany, ogólna mediana= 1112,79; Odch Std Średni czas reakcji NET 1 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 26,61352 df = 3 p = ,0000		
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET
<=mediany:obserwow.	12,00000	33,0000	10,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000
obs.-ocz.	-4,50000	13,5000	-5,00000
>mediany:obserwow.	21,00000	6,0000	20,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000
obs.-ocz.	4,50000	-13,5000	5,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 1	Test mediany, ogólna mediana= 1112,79; Odch Std Średni czas reakcji NET 1 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 26,61352 df = 3 p = ,0000	
	OPIOID_PO MET	Razem
<=mediany:obserwow.	11,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	-4,00000	
>mediany:obserwow.	19,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	4,00000	
Razem: obserwowane	30,00000	132,0000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 2	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Odch Std Średni czas reakcji NET 2 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =9,834320 p =,0200			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2173,000	65,84848
KONTROLA	2	39	2024,000	51,89744
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2350,000	78,33333
OPIOID_PO MET	4	30	2231,000	74,36667

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 2	Test mediany, ogólna mediana= 519,613; Odch Std Średni czas reakcji NET 2 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 6,763636 df = 3 p = ,0798		
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET
<=mediany:obserwow.	16,00000	26,00000	12,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	-0,50000	6,50000	-3,00000
>mediany:obserwow.	17,00000	13,00000	18,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	0,50000	-6,50000	3,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 2	Test mediany, ogólna mediana= 519,613; Odch Std Średni czas reakcji NET 2 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 6,763636 df = 3 p = ,0798	
	OPIOID_PO MET	Razem
<=mediany:obserwow.	12,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	-3,00000	
>mediany:obserwow.	18,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	3,00000	
Razem: obserwowane	30,00000	132,0000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 3	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Odch Std Średni czas reakcji NET 3 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =8,689252 p =,0337			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2291,000	69,42424
KONTROLA	2	39	2017,000	51,71795
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2267,000	75,56667
OPIOID_PO MET	4	30	2203,000	73,43333

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 3	Test mediany, ogólna mediana= 460,193; Odch Std Średni czas reakcji NET 3 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 5,920746 df = 3 p = ,1155		
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET
<=mediany:obserwow.	13,00000	25,00000	12,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	-3,50000	5,50000	-3,00000
>mediany:obserwow.	20,00000	14,00000	18,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	3,50000	-5,50000	3,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 3	Test mediany, ogólna mediana= 460,193; Odch Std Średni czas reakcji NET 3 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 5,920746 df = 3 p = ,1155	
	OPIOID_PO MET	Razem
<=mediany:obserwow.	16,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	1,00000	
>mediany:obserwow.	14,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	-1,00000	
Razem: obserwowane	30,00000	132,0000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 4	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Odch Std Średni czas reakcji NET 4 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =14,18723 p =,0027			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	1995,000	60,45455
KONTROLA	2	39	2016,000	51,69231
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2502,000	83,40000
OPIOID_PO MET	4	30	2265,000	75,50000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 4	Test mediany, ogólna mediana= 508,619; Odch Std Średni czas reakcji NET 4 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 10,05408 df = 3 p = ,0181		
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET
<=mediany:obserwow.	20,00000	25,00000	10,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	3,50000	5,50000	-5,00000
>mediany:obserwow.	13,00000	14,00000	20,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	-3,50000	-5,50000	5,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 4	Test mediany, ogólna mediana= 508,619; Odch Std Średni czas reakcji NET 4 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 10,05408 df = 3 p = ,0181	
	OPIOID_PO MET	Razem
<=mediany:obserwow.	11,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	-4,00000	
>mediany:obserwow.	19,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	4,00000	
Razem: obserwowane	30,00000	132,0000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 5	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Odch Std Średni czas reakcji NET 5 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: $H(3, N=132) = 15,23451$ $p = ,0016$			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	1999,000	60,57576
KONTROLA	2	39	1977,000	50,69231
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2324,000	77,46667
OPIOID_PO MET	4	30	2478,000	82,60000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 5	Test mediany, ogólna mediana= 406,049; Odch Std Średni czas reakcji NET 5 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 13,55152 df = 3 $p = ,0036$		
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET
<=mediany:obserwow.	20,00000	26,00000	12,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	3,50000	6,50000	-3,00000
>mediany:obserwow.	13,00000	13,00000	18,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	-3,50000	-6,50000	3,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET 5	Test mediany, ogólna mediana= 406,049; Odch Std Średni czas reakcji NET 5 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 13,55152 df = 3 p = ,0036	
	OPIOID_PO MET	Razem
<=mediany:obserwow.	8,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	-7,00000	
>mediany:obserwow.	22,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	7,00000	
Razem: obserwowane	30,00000	132,0000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET TOTAL	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Odch Std Średni czas reakcji NET TOTAL (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =22,39385 p =,0001			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2706,000	82,00000
KONTROLA	2	39	1692,000	43,38462
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2338,000	77,93333
OPIOID_PO MET	4	30	2042,000	68,06667

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET TOTAL	Test mediany, ogólna mediana= 927,265; Odch Std Średni czas reakcji NET TOTAL (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 17,72587 df = 3 p = ,0005		
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET
<=mediany:obserwow.	13,00000	30,0000	9,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000
obs.-ocz.	-3,50000	10,5000	-6,00000
>mediany:obserwow.	20,00000	9,0000	21,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000
obs.-ocz.	3,50000	-10,5000	6,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji NET TOTAL	Test mediany, ogólna mediana= 927,265; Odch Std Średni czas reakcji NET TOTAL (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 17,72587 df = 3 p = ,0005	
	OPIOID_PO MET	Razem
<=mediany:obserwow.	14,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	-1,00000	
>mediany:obserwow.	16,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	1,00000	
Razem: obserwowane	30,00000	132,0000

Zależna: Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =49,11905 p =,0000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2642,500	80,07576
KONTROLA	2	39	1201,500	30,80769
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2603,500	86,78333
OPIOID_PO MET	4	30	2330,500	77,68333

Zależna: Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	Test mediany, ogólna mediana= 1057,00; Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 39,97762 df = 3 p = ,0000		
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET
<=mediany:obserwow.	10,00000	36,0000	9,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000
obs.-ocz.	-6,50000	16,5000	-6,00000
>mediany:obserwow.	23,00000	3,0000	21,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000
obs.-ocz.	6,50000	-16,5000	6,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000

Zależna: Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	Test mediany, ogólna mediana= 1057,00; Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 39,97762 df = 3 p = ,0000	
	OPIOID_PO MET	Razem
<=mediany:obserwow.	11,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	-4,00000	
>mediany:obserwow.	19,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	4,00000	
Razem: obserwowane	30,00000	132,0000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Odch Std Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =26,05787 p =,0000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2734,000	82,84848
KONTROLA	2	39	1610,000	41,28205
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2352,000	78,40000
OPIOID_PO MET	4	30	2082,000	69,40000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	Test mediany, ogólna mediana= 947,405; Odch Std Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 20,38228 df = 3 p = ,0001		
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET
<=mediany:obserwow.	13,00000	31,0000	9,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000
obs.-ocz.	-3,50000	11,5000	-6,00000
>mediany:obserwow.	20,00000	8,0000	21,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000
obs.-ocz.	3,50000	-11,5000	6,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0	Test mediany, ogólna mediana= 947,405; Odch Std Średni czas reakcji Po Nagrodzie >0 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 20,38228 df = 3 p = ,0001	
	OPIOID_PO MET	Razem
<=mediany:obserwow.	13,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	-2,00000	
>mediany:obserwow.	17,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	2,00000	
Razem: obserwowane	30,00000	132,0000

Zależna: Średni czas reakcji Po karze <=0	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Średni czas reakcji Po karze <=0 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =32,18343 p =,0000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2422,000	73,39394
KONTROLA	2	39	1480,500	37,96154
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2539,000	84,63333
OPIOID_PO MET	4	30	2336,500	77,88333

Zależna: Średni czas reakcji Po karze <=0	Test mediany, ogólna mediana= 930,500; Średni czas reakcji Po karze <=0 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 21,57016 df = 3 p = ,0001		
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET
<=mediany:obserwow.	15,00000	31,0000	8,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000
obs.-ocz.	-1,50000	11,5000	-7,00000
>mediany:obserwow.	18,00000	8,0000	22,00000
oczekiwane	16,50000	19,5000	15,00000
obs.-ocz.	1,50000	-11,5000	7,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,0000	30,00000

Zależna: Średni czas reakcji Po karze <=0	Test mediany, ogólna mediana= 930,500; Średni czas reakcji Po karze <=0 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 21,57016 df = 3 p = ,0001	
	OPIOID_PO MET	Razem
<=mediany:obserwow.	12,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	-3,00000	
>mediany:obserwow.	18,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	3,00000	
Razem: obserwowane	30,00000	132,0000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Po Karze <=0	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Odch Std Średni czas reakcji Po Karze <=0 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =8,258749 p =,0410			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2064,000	62,54545
KONTROLA	2	39	2199,000	56,38462
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2469,000	82,30000
OPIOID_PO MET	4	30	2046,000	68,20000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Po Karze <=0	Test mediany, ogólna mediana= 573,080; Odch Std Średni czas reakcji Po Karze <=0 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 4,862471 df = 3 p = ,1822		
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET
<=mediany:obserwow.	18,00000	23,00000	10,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	1,50000	3,50000	-5,00000
>mediany:obserwow.	15,00000	16,00000	20,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000
obs.-ocz.	-1,50000	-3,50000	5,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000

Zależna: Odch Std Średni czas reakcji Po Karze <=0	Test mediany, ogólna mediana= 573,080; Odch Std Średni czas reakcji Po Karze <=0 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 4,862471 df = 3 p = ,1822	
	OPIOID_PO MET	Razem
<=mediany:obserwow.	15,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	0,00000	
>mediany:obserwow.	15,00000	66,0000
oczekiwane	15,00000	
obs.-ocz.	0,00000	
Razem: obserwowane	30,00000	132,0000

Zależna: Ilość pieniędzy NET 1	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Ilość pieniędzy NET 1 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =6,614714 p =,0852			
	Kod	N	Suma	Średnia
		ważnych	Rang	Ranga
HAZARD	1	33	2636,000	79,87879
KONTROLA	2	39	2502,500	64,16667
OPIOID_BEZ_MET	3	30	1672,000	55,73333
OPIOID_PO MET	4	30	1967,500	65,58333

Zależna: Ilość pieniędzy NET 1	Test mediany, ogólna mediana= 1000,00; Ilość pieniędzy NET 1 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 8,130110 df = 3 p = ,0434			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediana:obserwow.	11,00000	22,00000	20,00000	18,00000
oczekiwane	17,75000	20,97727	16,13636	16,13636
obs.-ocz.	-6,75000	1,02273	3,86364	1,86364
>mediana:obserwow.	22,00000	17,00000	10,00000	12,00000
oczekiwane	15,25000	18,02273	13,86364	13,86364
obs.-ocz.	6,75000	-1,02273	-3,86364	-1,86364
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna: Ilość pieniędzy NET 1	Test mediany, ogólna mediana= 1000,00; Ilość pieniędzy NET 1 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 8,130110 df = 3 p = ,0434
	Razem
<=mediany:obserwow.	71,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
>mediany:obserwow.	61,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
Razem: obserwowane	132,0000

Zależna: Ilość pieniędzy NET 2	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Ilość pieniędzy NET 2 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =2,749004 p =,4320			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2170,000	65,75758
KONTROLA	2	39	2905,000	74,48718
OPIOID_BEZ_MET	3	30	1897,000	63,23333
OPIOID_PO MET	4	30	1806,000	60,20000

Zależna:	Test mediany, ogólna mediana= -500,00; Ilość pieniędzy NET 2 (wyniki IGT muzyka.sta)			
Ilość pieniędzy NET 2	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 1,545475 df = 3 p = ,6718			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	19,00000	17,00000	16,00000	16,00000
oczekiwane	17,00000	20,09091	15,45455	15,45455
obs.-ocz.	2,00000	-3,09091	0,54545	0,54545
>mediany:obserwow.	14,00000	22,00000	14,00000	14,00000
oczekiwane	16,00000	18,90909	14,54545	14,54545
obs.-ocz.	-2,00000	3,09091	-0,54545	-0,54545
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna:	Test mediany, ogólna mediana= -500,00; Ilość pieniędzy	
Ilość pieniędzy NET 2	NET 2 (wyniki IGT muzyka.sta)	
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA	
	Chi kwadrat= 1,545475 df = 3 p = ,6718	
	Razem	
<=mediany:obserwow.	68,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
>mediany:obserwow.	64,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
Razem: obserwowane	132,0000	

Zależna: Ilość pieniędzy NET 3	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Ilość pieniędzy NET 3 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =2,218607 p =,5283			
	Kod	N	Suma	Średnia
		ważnych	Rang	Ranga
HAZARD	1	33	1988,000	60,24242
KONTROLA	2	39	2860,500	73,34615
OPIOID_BEZ_MET	3	30	1995,500	66,51667
OPIOID_PO MET	4	30	1934,000	64,46667

Zależna:	Test mediany, ogólna mediana= -425,00; Ilość pieniędzy NET 3 (wyniki IGT muzyka.sta)			
Ilość pieniędzy NET 3	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 5,748869 df = 3 p = ,1245			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	21,00000	15,00000	14,00000	18,00000
oczekiwane	17,00000	20,09091	15,45455	15,45455
obs.-ocz.	4,00000	-5,09091	-1,45455	2,54545
>mediany:obserwow.	12,00000	24,00000	16,00000	12,00000
oczekiwane	16,00000	18,90909	14,54545	14,54545
obs.-ocz.	-4,00000	5,09091	1,45455	-2,54545
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna: Ilość pieniędzy NET 3	Test mediany, ogólna mediana= -425,00; Ilość pieniędzy NET 3 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 5,748869 df = 3 p = ,1245
	Razem
<=mediany:obserwow.	68,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
>mediany:obserwow.	64,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
Razem: obserwowane	132,0000

Zależna: Ilość pieniędzy NET 4	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Ilość pieniędzy NET 4 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =1,869245 p =,6000			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2211,500	67,01515
KONTROLA	2	39	2834,000	72,66667
OPIOID_BEZ_MET	3	30	1821,000	60,70000
OPIOID_PO MET	4	30	1911,500	63,71667

Zależna: Ilość pieniędzy NET 4	Test mediany, ogólna mediana= -275,00; Ilość pieniędzy NET 4 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 1,708084 df = 3 p = ,6351			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	16,00000	17,00000	17,00000	17,00000
oczekiwane	16,75000	19,79545	15,22727	15,22727
obs.-ocz.	-0,75000	-2,79545	1,77273	1,77273
>mediany:obserwow.	17,00000	22,00000	13,00000	13,00000
oczekiwane	16,25000	19,20455	14,77273	14,77273
obs.-ocz.	0,75000	2,79545	-1,77273	-1,77273
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna: Ilość pieniędzy NET 4	Test mediany, ogólna mediana= -275,00; Ilość pieniędzy NET 4 (wyniki IGT muzyka.sta)	
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA	
	Chi kwadrat= 1,708084 df = 3 p = ,6351	
	Razem	
<=mediany:obserwow.	67,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
>mediany:obserwow.	65,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
Razem: obserwowane	132,0000	

Zależna: Ilość pieniędzy NET 5	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Ilość pieniędzy NET 5 (wyniki IGT muzyka.sta)			
	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =,1033734 p =,9914			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2218,500	67,22727
KONTROLA	2	39	2536,500	65,03846
OPIOID_BEZ_MET	3	30	2033,500	67,78333
OPIOID_PO MET	4	30	1989,500	66,31667

Zależna:	Test mediany, ogólna mediana= 312,500; Ilość pieniędzy NET 5 (wyniki IGT muzyka.sta)			
Ilość pieniędzy NET 5	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 1,316550 df = 3 p = ,7252			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	19,00000	19,00000	15,00000	13,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	2,50000	-0,50000	0,00000	-2,00000
>mediany:obserwow.	14,00000	20,00000	15,00000	17,00000
oczekiwane	16,50000	19,50000	15,00000	15,00000
obs.-ocz.	-2,50000	0,50000	0,00000	2,00000
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna: Ilość pieniędzy NET 5	Test mediany, ogólna mediana= 312,500; Ilość pieniędzy NET 5 (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Chi kwadrat= 1,316550 df = 3 p = ,7252
	Razem
<=mediany:obserwow.	66,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
>mediany:obserwow.	66,0000
oczekiwane	
obs.-ocz.	
Razem: obserwowane	132,0000

Zależna: Ilość pieniędzy całość	ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Ilość pieniędzy całość (wyniki IGT muzyka.sta) Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 132) =8,032620 p =,0453			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
HAZARD	1	33	2382,000	72,18182
KONTROLA	2	39	3009,500	77,16667
OPIOID_BEZ_MET	3	30	1642,000	54,73333
OPIOID_PO MET	4	30	1744,500	58,15000

Zależna:	Test mediany, ogólna mediana= 25,0000; Ilość pieniędzy całość (wyniki IGT muzyka.sta)			
Ilość pieniędzy całość	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA			
	Chi kwadrat= 4,932268 df = 3 p = ,1768			
	HAZARD	KONTROLA	OPIOID_BEZ_MET	OPIOID_PO MET
<=mediany:obserwow.	13,00000	18,00000	18,00000	19,00000
oczekiwane	17,00000	20,09091	15,45455	15,45455
obs.-ocz.	-4,00000	-2,09091	2,54545	3,54545
>mediany:obserwow.	20,00000	21,00000	12,00000	11,00000
oczekiwane	16,00000	18,90909	14,54545	14,54545
obs.-ocz.	4,00000	2,09091	-2,54545	-3,54545
Razem: obserwowane	33,00000	39,00000	30,00000	30,00000

Zależna:	Test mediany, ogólna mediana= 25,0000; Ilość pieniędzy całość (wyniki IGT muzyka.sta)	
Ilość pieniędzy całość	Zmienna niezależna (grupująca): GRUPA	
	Chi kwadrat= 4,932268 df = 3 p = ,1768	
	Razem	
<=mediany:obserwow.	68,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
>mediany:obserwow.	64,0000	
oczekiwane		
obs.-ocz.		
Razem: obserwowane	132,0000	

Odpowiedź skórno-galwaniczna na bodźce muzyczne z zaburzeniem tonalnym

Zmiany w przewodności skóry związane z zaburzeniami syntaktyki wysokości muzycznej – role predykcyjna układu nagrody z perspektywy pętli korowo-podkorowych

(Na potrzeby raportu przetłumaczono na język polski artykuł wysłany do *Frontiers in Psychology* - tekst poniżej)

Streszczenie

Zwierzęta, włączając *Homo sapiens*, przewidują ciągle swoje środowisko, co ułatwia wzajemne interakcje. Zgodnie ze współczesnymi poglądami reakcje emocjonalne na zaburzenia syntaktyki są efektem ogólnego mechanizmu predykcji. Z drugiej strony, przetwarzanie syntaktyki jest zwykle kojarzone z aktywnością kory mózgu. Niektóre współczesne badania wskazują, że podczas przetwarzania syntaktyki aktywne są także struktury podkorowe. W prezentowanych badaniach 28 osób słuchało trzech rodzajów krótkich melodii tonalnych przygotowanych w standardzie MIDI (Musical Instrument Digital Interface Standard files) – tonalnie poprawnych, z błędem tonalnym oraz tonalnie poprawnych, ale z jednym dźwiękiem o odmiennej barwie. W badaniu użyto BioSemi ActiveTwo z dwoma pasywnymi elektrodami Nihon Kohden. Poziomy przewodności skóry korelowały pozytywnie z prezentowanymi bodźcami, w których występowały błędy tonalne i zmiany barwy dźwięku. Chociaż istotne statystycznie zmiany przewodności skóry zaobserwowano także dla zmian barwy reakcje na błędy tonalne były istotnie silniejsze. Dlatego też, mimo że zmiany barwy dźwięku w melodii są co najmniej równie niespodziewane jak błędy tonalne przetwarzanie błędów tonalnych wiąże się ze zwiększoną aktywnością głównie autonomiczny układ nerwowy współczulny. Uzyskane wyniki sugerują, że pętle korowo-podkorowe mogą odgrywać istotną rolę w przetwarzaniu syntaktyki muzycznej.

Słowa kluczowe: syntaktyka wysokości dźwięku, przewidywanie, pętle korowo-podkorowe, przewodność skóry, barwa dźwięku

1. Wstęp

Muzyka tonalna jest naturalnym złożonym systemem syntaktycznym (Lerdahl and Jackendoff, 1983), który opiera się na regułach nabywanych w sposób utajony w procesie tzw. uczenia się implicytnego (Tillmann, 2005; Tillmann et al., 2000). Percepcja struktury wysokościowej muzyki jako hierarchicznie zorganizowanych dyskretnych jednostek – klas wysokości dźwięku – jest istotną częścią syntaktyki muzycznej (Krumhansl, 1990; Krumhansl and Cuddy, 2010; Lerdahl, 2013). W procesie percepcji struktury wysokościowej muzyki rozpoznawaniu każdej klasy wysokości dźwięku towarzyszą subtelne reakcje emocjonalne opisywane jako napięcia, niepewność, stabilność, poczucie zakończenia, siła itd., które określane są często jako tzw. „qualia tonalne” (Huron, 2006; Margulis, 2012). Według Hurona (Huron, 2006), pozytywne emocje (np. tonalne qualia odprężenia i poczucia zakończenia opisywane często jako przyjemność, zadowolenie itd.) są rodzajem nagrody emocjonalnej w odpowiedzi na spełnione przewidywanie podczas gdy negatywne emocje (np. tonalne qualia napięcia, czy poczucia niezakończenia, opisywane często jako irytujące, rodzące brak komfortu, niepokój itd.) są wywoływane wówczas, gdy nasze predykcje są niespełniane. Twierdzenie to jest zbieżne z klasycznymi regułami darwinowskimi (Darwin, 1859) ponieważ emocje umożliwiają faktycznie dostosowanie zachowania to określonych okoliczności (Darwin, 1872; Panksepp, 1998). Zgodnie z tym twierdzeniem, zwierzęta, włączając ssaki, zdolne są do ciągłego przewidywania zmian w środowisku. Dlatego też, różne emocje są wywoływane zależnie od różnych prawdopodobieństw zdarzeń zachodzących w środowisku. Ponieważ prawdopodobieństwo występowania klas wysokości dźwięku zależy od kontekstu innych klas wysokości dźwięku różne stopnie skuteczności przewidywań prowadzą do subtelnych różnic w doświadczeniu emocjonalnym. Skoro układ nagrody odgrywa kluczową rolę w przewidywaniu percypowanych bodźców za pomocą kontroli emocjonalnej (Abler et al., 2006; Juckel et al., 2006), idea pętli korowo-podkorowych może pomóc w dostarczeniu podstawowego wyjaśnienia tego zjawiska (Gorzelańczyk, 2011). Główną strukturą układu nagrody jest prążkowie brzuszne które stanowi najistotniejszą część pętli limbicznej (Abler et al., 2006). Układ limbiczny kontroluje funkcje autonomicznego układu nerwowego (Mujica-Parodi et al., 2009; Tavares et al., 2009) i układu endokrynnego (Herman et al., 2005; Krüger et al., 2015; Tasker et al., 2015). Aktywność układu

endokrynnego wpływa na przewodność elektryczną skóry (Dawson et al., 2007; Zhang et al., 2016) oraz innych parametrów fizjologicznych (Schröder et al., 2015; Wood et al., 2014).

Ponieważ występowanie tzw. dźwięków obcych (klas wysokości, które nie należą do tonacji, na której opiera się dany przebieg muzyczny) w melodiach tonalnych jest zwykle bardzo mało prawdopodobne (Hansen and Pearce, 2014; Pearce et al., 2010; Pearce and Wiggins, 2006), reakcja układu nagrody na te dźwięki powinna być silniejsza niż reakcja na dźwięki diatoniczne (należące do tonacji, na której opiera się dana melodia). Faktycznie wiele badań wskazuje, że percepcja zaburzonej struktury tonalnej prowadzi do mierzalnej reakcji somatycznej takiej jak zmiany w przewodności skóry (Koelsch et al., 2008b; Steinbeis et al., 2006). Są też badania, które wskazują na zmianę aktywności ciała migdałowatego (Koelsch et al., 2008a; Mikutta et al., 2015), kory oczodołowej-czołowej (orbitofrontal cortex) (Koelsch et al., 2005; Mikutta et al., 2015; Tillmann et al., 2003), zakrętu czołowego dolnego (inferior frontal gyrus), kory oczodołowej czołowo-bocznej (orbital frontolateral cortex), przedniej części wyspy (anterior insula), brzuszno-bocznych obszarów kory przedruchowej (ventrolateral premotor cortex), przednich i tylnych obszarów górnego zakrętu skroniowego (anterior and posterior areas of the superior temporal gyrus), górnej bruzdy skroniowej (superior temporal sulcus), zakrętu nadbrzeżnego (supramarginal gyrus) (Koelsch et al., 2005), dolnej kory czołowej (inferior frontal cortex) (Tillmann et al., 2003, 2006), zakrętu przyhipokampalnego (parahippocampal gyrus) oraz kory zakrętu obręczy (cingulate cortex) (Omigie et al., 2015), w zależności od przewidywalności wysokościowej struktury muzycznej. Informacja przetworzona przez różne pętle korowo-podkorowe nachodzi na siebie częściowo w prążkowiu, gdzie jest wymieniana pomiędzy określonymi obwodami. Niektóre części prążkowia (jądro ogoniaste (caudatus), skorupa (putamen), jądro półleżące (nucleus accumbens)) są połączone ze określonymi obszarami kory mózgowej. Obszary kory czuciowo ruchowej (sensorimotor cortices) są połączone ze skorupą (putamen), obszary kory skojarzeniowej (association cortices) są połączone z jądrem ogoniastym (caudatus), obszary kory limbicznej (limbic cortices) i ciało migdałowe (amygdala) są połączone z jądrem półleżącym (nucleus accumbens). Może to wyjaśniać fakt, że percepcja zaburzonej struktury tonalnej prowadzi do mierzalnej reakcji somatycznej takiej jak zmiana przewodności skóry (Koelsch et al., 2008b; Steinbeis et al., 2006). Dlatego też nie jest zaskakujące, że modulacja aktywności ciała migdałowatego (ściśle powiązanego z jądrem półleżącym i układem limbicznym) (Koelsch et al., 2008a; Mikutta et al., 2015) zmienia wartości

przewodności skóry. Pętla boczna oczodołowa czołowa (latero-orbito-frontal) i limbiczna z kolei są szczególnie ważne dla kontroli funkcji wykonawczych (Alexander et al., 1986; Haber, 2003; Royall et al., 2002), co może wyjaśniać dlaczego aktywność kory oczodołowo-czołowej (orbitofrontal cortex) (Koelsch et al., 2005; Mikutta et al., 2015; Tillmann et al., 2003) może zmieniać przewodność skóry. Fakt, że pętla przedniego zakrętu obręczy (anterior cingulate) odpowiada za korygowanie zachowania następującego po pomyłce (Peterson et al., 1999) i że zakręt przyhipokampowy (parahippocampal gyrus) jest ściśle połączony z układem limbicznym są zgodne z obserwacjami, że aktywność zakrętu przyhipokampowego (parahippocampal gyrus) oraz kory zakrętu obręczy (cingulate cortex) (Omicie et al., 2015) są związane ze zmieniającą się przewidywalnością elementów struktury wysokościowej muzyki.

Nawet bardzo prosta melodia jest złożonym bodźcem, składającym się z dźwięków o strukturze harmoniczej, które charakteryzuje nie tylko częstotliwość tonu podstawowego (F_0), decydująca głównie o wrażeniu wysokości dźwięku (Stainsby and Cross, 2008), ale także przez inne parametry akustyczne. Nasze przewidywania dotyczą także tych parametrów. Takie cechy bodźca akustycznego jak centralność spektralna (spectral centroid), czas ataku dźwięku (attack time), czy nieregularność spektralna (spectral irregularity) wpływają na wrażenie barwy dźwięku w muzyce (McAdams and Giordano, 2008). Chociaż wydaje się, że barwa dźwięku w muzyce nie jest organizowana percepcyjnie w sposób hierarchiczny, określone cechy spektralne (centralność spektralna) i temporalne (czas ataku dźwięku) pozwalają na rozróżnianie różnych kategorii barwy muzycznej np. pomiędzy barwą fletu i pianina. Te kategorie, podobnie do klas wysokości dźwięku, występują w muzyce z różnym prawdopodobieństwem. Na przykład prawdopodobieństwo, że melodia grana na jednym instrumencie a więc składająca się z następstw dźwięków rozpoznawanych jako należących do tej samej kategorii barwy dźwięku nagle zmieni się w środku przebiegu na inny (np. z barwy pianina na barwę fletu) wydaje się być jeszcze mniej prawdopodobne aniżeli wystąpienie dźwięku obcego. Jeśli ludzkie reakcje na prawdopodobieństwa wystąpienia dźwięków zależą jedynie od ogólnego mechanizmu przewidywania zmiany barwy dźwięku powinny powodować reakcje autonomicznego układu nerwowego co najmniej tak samo silne jak reakcje na wystąpienie dźwięku obcego. Zakładamy, że struktura wysokości muzycznej jest przetwarzana przez specyficzny dla domeny muzycznej obwód nerwowy, który różni się funkcjonalnie od obwodu odpowiedzialnego za przewidywania barwy dźwięku. Chociaż oba te obwody wykorzystują mechanizm predykcyjny pętli korowo-

podkorowych (Gorzelańczyk, 2011), to aktywność obwodu przewidującego następstwo klas wysokości dźwięku a nie barwy, umożliwia organizację syntaktyczną percypowanych dźwięków w muzyce, która pozwala na rozpoznawanie relacji rekursywnych (Woolhouse et al., 2016). Zgodnie z obserwacjami zachowania reakcja emocjonalna związana z przewidywaniem stanowi specyficzną część rozpoznawania hierarchii tonalnej (Huron, 2006). Specyficzność ta powinna być rozpoznawalna poprzez pomiar markerów somatycznych aktywności autonomicznego układu nerwowego. Innymi słowy reakcja autonomicznego układu nerwowego na dźwięki obce powinna różnić się od reakcji na dźwięki diatoniczne i te o innej barwie.

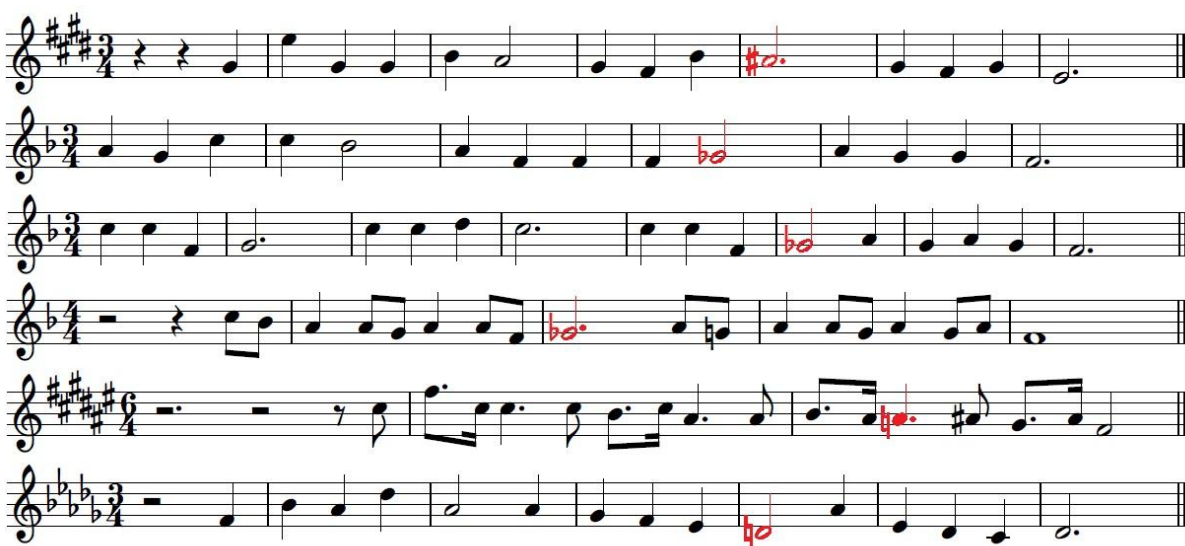
2. Materiał i metody

2.1. Bodźce

Przygotowano sześć podstawowych prostych melodii tonalnych w postaci plików MIDI bez żadnych zmian dynamicznych i tempa, aby uniknąć dodatkowej zawartości ekspresywnej. Każda melodia podstawowa trwała od 6 do 12 sekund. Z plików MIDI tych melodii wytworzono dodatkowych sześć melodii w taki sposób, że jedna klasa wysokości z każdej melodii podstawowej została zamieniona na dźwięk obcy. Oprócz tego, z melodii podstawowych przygotowano kolejnych sześć melodii, w których te same dźwięki, które zmieniono uprzednio na dźwięki obce tym razem pozostawiono niezmienione pod względem częstotliwości, ale zmieniono ich barwę z pianina na barwę fletu. Każda zmiana została dokonana pomiędzy ósmym a dwunastym dźwiękiem przebiegu każdej melodii. W efekcie powstały trzy wersje sześciu melodii: tonalnie poprawne (Rycina 1), z zaburzeniem tonalnym (Rycina 2) oraz tonalnie poprawne, ale z jednym dźwiękiem o odmiennej barwie (Rycina 3).



Rycina 1. Melodie poprawne tonalnie.



Rycina 2. Melodie z zaburzeniem tonalnym. Dźwięki obce są zaznaczone kolorem czerwonym.



Rycina 3. Melodie poprawne tonalnie z jednym dźwiękiem o odmiennej barwie (barwa fletu zamiast pianina). Dźwięki o barwie fletu są zaznaczone kolorem żółtym.

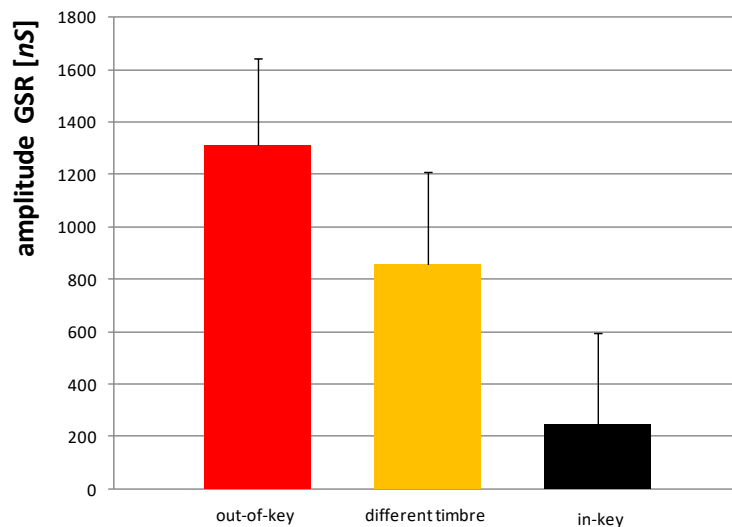
2.2. Metoda

Przebadano dwudziestu ośmiu studentów medycyny bez przygotowania muzycznego (18 kobiet, 10 mężczyzn; wiek: średni= 20.21; odchylenie standardowe = 1.55). Osoby badane zostały poinformowane przed badaniami, że niektóre melodie zostały zmodyfikowane poprzez zastąpienie poprawnego pod względem tonalnym dźwięku przez dźwięk obcy a inne przez dźwięk o zmienionej barwie. Później osoby badane zostały poproszone o słuchanie bodźców muzycznych i rozpoznanie błędów tonalnych w celu skupienia uwagi osób badanych na bodźcach. Przed każdą sesją eksperymentalną osoby badane słuchały po jednej przykładowej dla każdej z trzech grup melodii tak, aby rozumieć, na czym polega eksperyment. Przewodność skóry mierzona była za pomocą urządzenia do pomiaru biopotencjału ActiveTwo (Biosemi®) wyposażone w dwie pasywne elektrody Nihon Kohden umieszczone na środku paliczków palców wskazującego i środkowego ręki niedominującej. Prąd elektryczny zastosowany do pobudzenia miał natężenie 1 μ A przy częstotliwości 16 Hz, zsynchronizowany z częstotliwością próbkowania 8.192 kHz. Rozdzielczość pomiarów wynosiła 1 nanoSiemens [nS]. Badania przeprowadzono na ochotnikach. Czas trwania każdej sesji eksperymentalnej dla każdej osoby wynosił około 30 min. Każde badania wykonane zostały w tym samym pomieszczeniu. Po podłączeniu elektrod każda osoba badana pozostawała w ciszy i zaciemnionym miejscu przez 15 minut. Zabieg ten

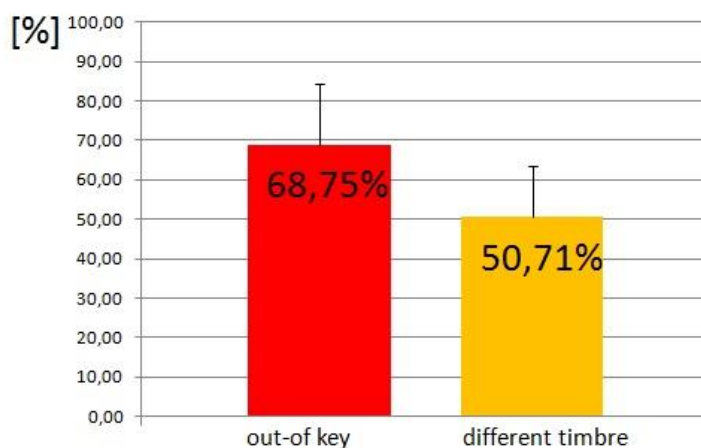
pomyślany został w celu uspokojenia pobudzenia emocjonalnego i, jednocześnie, jako okres adaptacji pozwalający na wyrównanie wilgotności i poziomu sodu na powierzchni pomiędzy skórą i pastą na elektrodzie. Procedura eksperymentalna polegała na prezentacji dwóch plików MIDI złożonych z osiemnastu przypadkowo uporządkowanych melodii każdy. Każda melodia przeznaczona była jednosekundową przerwą i należała do jednej z trzech grup: tonalnie poprawnych, z zaburzeniem tonalnym oraz tonalnie poprawnych, ale ze zmienioną barwą. Aktywność elektrodermalna mierzona była bez przerwy podczas całego czasu słuchania melodii. Dla każdej melodii obliczona została różnica pomiędzy początkową i maksymalną wartością przewodności. Badania przeprowadzone zostały w zgodności z rekomendacją Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu działającej przy Collegium Medicum w Bydgoszczy (Nr KB 416/2008 z dnia 17.09.2008) z pisemnie wyrażoną zgodą wszystkich osób badanych zgodnie z deklaracją helsińską.

3. Wyniki

Zaobserwowano trzy rodzaje aktywności skórno-galwanicznej (Rycina 4). Pierwszy rodzaj to aktywność związana z percepcją dźwięków diatonicznych o tej samej barwie. Aktywność ta miała niewielką maksymalną amplitudę (średnia = 247.26 [nS]; odchylenie standardowe = 53.44 [nS]) i wysokie odchylenie standardowe (średnia = 350.24 [nS]; odchylenie standardowe = 129.91 [nS]). Drugi rodzaj aktywności był związany z percepcją dźwięków, których barwa została zmieniona z barwy pianina na barwę fletu i charakteryzowała się średnią maksymalną amplitudą (średnia = 855.32 [nS]; odchylenie standardowe = 144.79 [nS]) oraz średnim odchyleniem standardowym (średnia = 356.11 [nS]; odchylenie standardowe = 130.57 [nS]). Trzeci rodzaj reakcji związany był z percepcją dźwięków obcych i charakteryzował się wysoką maksymalną amplitudą (średnia = 1311.57 [nS]; odchylenie standardowe = 231.12 [nS]) i odchyleniem standardowym (średnia = 331.13 [nS]; odchylenie standardowe = 99.82 [nS]). Co istotne, osoby badane różniły się w częstości reagowania na zmienione dźwięki. Innymi słowy, badani nie zawsze reagowali na dźwięki obce i te ze zmienioną barwą. Dodatkowo zaobserwowano, że reakcje na dźwięki obce były częstsze (68,75% reakcji) od reakcji na dźwięki o zmienionej barwie (50,71% reakcji) (Rycina 5).



Rycina 4. Reakcje skórno-galwaniczne na dźwięki obce (czerwony słupek) zmiany barwy (żółty słupek) i dźwięki diatoniczne (czarny słupek).



Rycina 5. Procentowa udział reakcji skórno-galwanicznej na dźwięki obce (czerwony słupek) i dźwięki o zmienionej barwie (żółty słupek).

Test Wilcoxona (Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test) wskazuje na statystycznie istotną ($p < 0.05$) różnicę pomiędzy średnią maksymalną amplitudą reakcji po dźwiękach diatonicznych i średnią maksymalną amplitudą reakcji po dźwiękach obcych oraz o zmienionej barwie. Statystycznie istotną (T-Test dla średnich zależnych, $p < 0.05$) różnicę zaobserwowano też między

reakcjami po dźwiękach obcych a reakcjami po dźwiękach o zmienionej barwie jak również pomiędzy częstością reakcji na dźwięki obce a dźwięki o zmienionej barwie.

4. Dyskusja

Zaobserwowano, że średnia wartość reakcji skórno-galwanicznej w odpowiedzi na zaburzenia tonalne w bodźcach muzycznych jest istotnie statystycznie wyższa niż reakcji na zmiany barwy dźwięku. Stwierdzono także większy odsetek odpowiedzi skórno-galwanicznej na zaburzenia tonalne w porównaniu do odpowiedzi na zmianę barwy. Co ciekawe, reakcje skórno-galwaniczne na dźwięki obce są częstsze i mają większą wartość w porównaniu do reakcji na zmiany barwy, mimo że osoby badane stwierdziły po badaniu, że były bardziej świadome zmian barwy niż dźwięków obcych. Może to sugerować, że strategia rozpoznawania zaburzeń tonalnych jest różna od stosowanej przy rozpoznawaniu zmian barwy dźwięku. Zaobserwowana różnica wskazuje także, że znaczenie biologiczne zaburzeń tonalnych jest większe w porównaniu do rozpoznawania zmian barwy dźwięku w przebiegu muzycznym, co sugeruje możliwą biologiczną wartość adaptacyjną wysokościowej struktury muzycznej (Podlipniak, 2016). Percepcji specyficznych dla gatunku form wokalizacji u ssaków (Gouzoules and Gouzoules, 2000; Juslin and Scherer, 2008) i ptaków (Rothenberg et al., 2014) towarzyszy zwykle składnik emocjonalno-motywacyjny. Dlatego też, otrzymane wyniki mogą wspierać hipotezę, że struktura wysokościowa jest specyficzną dla *Homo sapiens* formą komunikacji wokalnej. Podkreślić należy, że pojęcie struktury wysokościowej odnosi się tutaj nie do zmieniającego się w sposób ciągły wymiaru percepcyjnego wysokości dźwięku, który jest homologią intonacji w mowie, ale do wymiaru poznawczego wysokości dźwięku, który charakteryzuje percypowanymi w sposób dyskretny kategoriami (klas wysokości dźwięku) i jest jedynie analogią dyskretnie percypowanych dźwięków w mowie np. fonemów (Jackendoff, 2008).

Biorąc pod uwagę, że zmiany przewodności skóry są jednymi z mierzalnych reakcji autonomicznego układu nerwowego (głównie jego części współczulnej) kontrolowanego przez układ limbiczny i układ nagrody można założyć, że układ nagrody jest bardziej wrażliwy na zmiany klas wysokości dźwięku w bodźcu muzycznym niż zmiany barwy. Chociaż w przeciwieństwie do barwy dźwięku struktura wysokościowa uznawana jest za wymiar poznawczy muzyki (Barrett and Janata, 2016) możliwe jest również, że rozpoznawanie struktury wysokościowej muzyki związane jest z aktywnością struktur podkorowych, które są rzadziej

badane. Dlatego wydaje się, że najbardziej obiecującym sposobem badania i rozumienia przetwarzania struktury wysokościowej jest model, który uwzględnia rolę pętli korowo-podkorowych w tym przetwarzaniu. Z perspektywy fizjologicznej można wnioskować z otrzymanych wyników, że zmiany barwy są mniej istotne dla płynności przebiegu muzyki tonalnej niż zaburzenia struktury tonalnej.

Chociaż nie wszystkie osoby badane reagowały na dźwięki obce i dźwięki o zmienionej barwie równie często, reakcje na dźwięki obce były znacząco częstsze w porównaniu do reakcji na dźwięki o zmienionej barwie. Efekt ten może być wynikiem instrukcji, jaką udzielono osobom badanym przed rozpoczęciem eksperymentu. Zgodnie jednak z wieloma obserwacjami nieświadomiona aktywność neuronalna poprzedza i wpływa na świadome decyzje (Soon et al., 2013). Dlatego też bardziej prawdopodobne jest, że dźwięki obce były bardziej istotne dla układu nerwowego niż zmiany barwy. Fakt, że osoby badane nie reagowały na wszystkie dźwięki obce i wszystkie zmiany barwy można wyjaśnić albo poprzez fakt, że osoby te nie koncentrowały się równie dobrze na bodźcach lub że nie wszystkie zaburzenia tonalne i zmiany barwy były w równym stopniu wyraźne dla badanych.

Ograniczony zakres zmian barwy wprowadzony w bodźcach użytych w badaniach skutkuje pewnymi ograniczeniami co do wniosków i uogólnień. Otwiera to dyskusję dotyczącą możliwych różnych reakcji na zmiany różnych barw dźwięku. Dlatego w przyszłych badaniach powinny zostać sprawdzone reakcje na zmiany różnych barw. Inną możliwością było by zmodyfikowanie poszczególnych dźwięków lub całych melodii np. poprzez zastosowanie dźwięków o odwróconym w czasie widmie. Inną kwestią jest możliwy wpływ kultury na strategie percepcyjne stosowane przez ludzi podczas słuchania muzyki. Odpowiednie zbadanie tego aspektu wymaga jednak badań interkulturowych. Ponieważ przetwarzanie cech spektralnych i czasowych jest istotne zarówno dla przetwarzania fonologicznych aspektów mowy (Shannon et al., 1995; Xu et al., 2005) możliwe jest też, że reakcje ludzi na zmiany barwy mogą różnić się pomiędzy ludźmi posługującymi się innymi językami ojczystymi a różnice te mogą korelować z akustycznymi cechami tych języków. W dalszych badaniach planujemy wykorzystać oprócz bodźców muzycznych także bodźce mowne w celu bezpośredniego porównania reakcji na zaburzenia tonalne i fonotaktyczne.

Wykaz literatury

- Abler, B., Walter, H., Erk, S., Kammerer, H., and Spitzer, M. (2006). Prediction error as a linear function of reward probability is coded in human nucleus accumbens. *Neuroimage* 31, 790–795. doi:10.1016/j.neuroimage.2006.01.001.
- Alexander, G. E., DeLong, M. R., and Strick, P. L. (1986). Parallel Organization of Functionally Segregated Circuits Linking Basal Ganglia and Cortex. *Annu. Rev. Neurosci.* 9, 357–381. doi:10.1146/annurev.ne.09.030186.002041.
- Barrett, F. S., and Janata, P. (2016). Neural responses to nostalgia-evoking music modeled by elements of dynamic musical structure and individual differences in affective traits. *Neuropsychologia* 91, 234–246. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2016.08.012.
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of the Species*. London: John Murray.
- Darwin, C. (1872). The expression of the emotions in man and animals. *London, UK John Marry*, 374. doi:10.1037/h0076058.
- Dawson, M. E., Schell, A. M., Filion, D. L., and Berntson, G. G. (2007). “The Electrodermal System,” in *Handbook of Psychophysiology*, eds. J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, and G. Berntson (Cambridge: Cambridge University Press), 157–181. doi:10.1017/CBO9780511546396.007.
- Gorzelańczyk, E. J. (2011). “Functional Anatomy , Physiology and Clinical Aspects of Basal Ganglia,” in *Neuroimaging for Clinicians - Combining Research and Practice*, ed. J. F. P. Peres (Rijeka: InTech), 89–106.
- Gouzoules, H., and Gouzoules, S. (2000). Agonistic screams differ among four species of macaques: the significance of motivation-structural rules. *Anim. Behav.* 59, 501–512. doi:10.1006/anbe.1999.1318.
- Haber, S. N. (2003). The primate basal ganglia: parallel and integrative networks. *J. Chem. Neuroanat.* 26, 317–330.
- Hansen, N. C., and Pearce, M. T. (2014). Predictive uncertainty in auditory sequence processing. *Front. Psychol.* 5, 1052. doi:10.3389/fpsyg.2014.01052.
- Herman, J. P., Ostrander, M. M., Mueller, N. K., and Figueiredo, H. (2005). Limbic system mechanisms of stress regulation: Hypothalamo-pituitary- adrenocortical axis. *Prog. Neuro-Psychopharmacology Biol. Psychiatry* 29, 1201–1213. doi:10.1016/j.pnpbp.2005.08.006.
- Huron, D. B. (2006). *Sweet anticipation : music and the psychology of expectation*. Cambridge, London: The MIT Press.
- Jackendoff, R. (2008). Parallels and Nonpararelles between Language and Music. *Music Percept.* 26, 195–204.
- Juckel, G., Schlagenhauf, F., Koslowski, M., Filonov, D., Wüstenberg, T., Villringer, A., et al. (2006). Dysfunction of ventral striatal reward prediction in schizophrenic patients treated with typical, not atypical, neuroleptics. *Psychopharmacology (Berl)*. 187, 222–228. doi:10.1007/s00213-006-0405-4.

- Juslin, P. N., and Scherer, K. R. (2008). “Vocal Expression of Affect,” in *The New Handbook of Methods in Nonverbal Behavior Research*, eds. J. A. Harrigan, R. Rosenthal, and K. R. Scherer (Oxford: Oxford University Press), 65–135. doi:10.1093/acprof:oso/9780198529620.003.0003.
- Koelsch, S., Fritz, T., and Schlaug, G. (2008a). Amygdala activity can be modulated by unexpected chord functions during music listening. *Neuroreport* 19, 1815–1819. doi:10.1097/WNR.0b013e32831a8722.
- Koelsch, S., Fritz, T., Schulze, K., Alsop, D., and Schlaug, G. (2005). Adults and children processing music: An fMRI study. *Neuroimage* 25, 1068–1076. doi:10.1016/j.neuroimage.2004.12.050.
- Koelsch, S., Kilches, S., Steinbeis, N., and Schelinski, S. (2008b). Effects of unexpected chords and of performer’s expression on brain responses and electrodermal activity. *PLoS One* 3. doi:10.1371/journal.pone.0002631.
- Krüger, O., Shiozawa, T., Kreifelts, B., Scheffler, K., and Ethofer, T. (2015). Three distinct fiber pathways of the bed nucleus of the stria terminalis to the amygdala and prefrontal cortex. *Cortex* 66, 60–68. doi:10.1016/j.cortex.2015.02.007.
- Krumhansl, C. L. (1990). *Cognitive Foundations of Musical Pitch*. New York: Oxford University Press doi:10.1093/acprof:oso/9780195148367.001.0001.
- Krumhansl, C. L., and Cuddy, L. L. (2010). “A Theory of Tonal Hierarchies in Music,” in *Music Perception*, eds. M. R. Jones, R. R. Fay, and A. N. Popper (New York, Dordrecht, Heidelberg, London: Springer New York), 51–87. doi:10.1007/978-1-4419-6114-3_3.
- Lerdahl, F. (2013). “Musical Syntax and Its Relation to Linguistic Syntax,” in *Language, Music, and the Brain*, ed. M. A. Arbib (Cambridge, London: The MIT Press), 257–272. doi:10.7551/mitpress/9780262018104.003.0010.
- Lerdahl, F., and Jackendoff, R. (1983). *A generative theory of tonal music*. Cambridge, London: The MIT Press.
- Margulis, E. H. (2012). *On repeat: how music plays the mind*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- McAdams, S., and Giordano, B. L. (2008). “The perception of musical timbre,” in *The Oxford Handbook of Music Psychology*, eds. S. Hallam, I. Cross, and M. Thaut (Oxford University Press), 72–80. doi:10.1093/oxfordhb/9780199298457.013.0007.
- Mikutta, C. A., Dürschmid, S., Bean, N., Lehne, M., Lubell, J., Altorfer, A., et al. (2015). Amygdala and orbitofrontal engagement in breach and resolution of expectancy: A case study. *Psychomusicology Music. Mind, Brain* 25, 357–365. doi:10.1037/pmu0000121.
- Mujica-Parodi, L. R., Korgaonkar, M., Ravindranath, B., Greenberg, T., Tomasi, D., Wagshul, M., et al. (2009). Limbic dysregulation is associated with lowered heart rate variability and increased trait anxiety in healthy adults. *Hum. Brain Mapp.* 30, 47–58. doi:10.1002/hbm.20483.

- Omigie, D., Pearce, M., and Samson, S. (2015). Intracranial evidence of the modulation of the emotion network by musical structure. in *Proceedings of the Ninth Triennial Conference of the European Society for the Cognitive Sciences of Music*, eds. J. Ginsborg, A. Lamont, M. Phillips, and S. Bramley (Manchester).
- Panksepp, J. (1998). *Affective neuroscience: The foundations of human and animal emotions*. New York: Oxford University Press.
- Pearce, M. T., Ruiz, M. H., Kapasi, S., Wiggins, G. A., and Bhattacharya, J. (2010). Unsupervised statistical learning underpins computational, behavioural, and neural manifestations of musical expectation. *Neuroimage* 50, 302–313. doi:10.1016/j.neuroimage.2009.12.019.
- Pearce, M. T., and Wiggins, G. A. (2006). Expectation in Melody: The Influence of Context and Learning. *Music Percept. An Interdiscip. J.* 23, 377–405.
- Peterson, B. S., Skudlarski, P., Gatenby, J. C., Zhang, H., Anderson, A. W., and Gore, J. C. (1999). An fMRI study of Stroop word-color interference: evidence for cingulate subregions subserving multiple distributed attentional systems. *Biol. Psychiatry* 45, 1237–1258.
- Podlipniak, P. (2016). The evolutionary origin of pitch centre recognition. *Psychol. Music* 44, 527–543. doi:10.1177/0305735615577249.
- Rothenberg, D., Roeske, T. C., Voss, H. U., Naguib, M., and Tchernichovski, O. (2014). Investigation of musicality in birdsong. *Hear. Res.* 308, 71–83. doi:10.1016/j.heares.2013.08.016.
- Royall, D. R., Lauterbach, E. C., Cummings, J. L., Reeve, A., Rummans, T. A., Kaufer, D. I., et al. (2002). Executive control function: a review of its promise and challenges for clinical research. A report from the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. *J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci.* 14, 377–405. doi:10.1176/jnp.14.4.377.
- Schröder, O., Schriewer, E., Golombeck, K. S., Kürten, J., Lohmann, H., Schwindt, W., et al. (2015). Impaired Autonomic Responses to Emotional Stimuli in Autoimmune Limbic Encephalitis. *Front. Neurol.* 6, 250. doi:10.3389/fneur.2015.00250.
- Shannon, R. V., Zeng, F.-G. G., Kamath, V., Wygonski, J., and Ekelid, M. (1995). Speech recognition with primarily temporal cues. *Science* (80). 270, 303–304. doi:10.1126/science.270.5234.303.
- Soon, C. S., He, A. H., Bode, S., and Haynes, J.-D. (2013). Predicting free choices for abstract intentions. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 110, 6217–6222. doi:10.1073/pnas.1212218110.
- Stainsby, T., and Cross, Ti. (2008). “The perception of pitch,” in *The Oxford Handbook of Music Psychology*, eds. S. Hallam, I. Cross, and M. Thaut (Oxford, New York: Oxford University Press), 47–58. doi:10.1093/oxfordhb/9780199298457.013.0005.
- Steinbeis, N., Koelsch, S., and Sloboda, J. A. (2006). The Role of Harmonic Expectancy Violations in Musical Emotions: Evidence from Subjective, Physiological, and Neural Responses. *J. Cogn. Neurosci.* 18, 1380–1393. doi:10.1162/jocn.2006.18.8.1380.

- Tasker, J. G., Chen, C., Fisher, M. O., Fu, X., Rainville, J. R., and Weiss, G. L. (2015). “Endocannabinoid Regulation of Neuroendocrine Systems,” in *International Review of Neurobiology*, 163–201. doi:10.1016/bs.irn.2015.09.003.
- Tavares, R. F., Corrêa, F. M. A., and Resstel, L. B. M. (2009). Opposite role of infralimbic and prelimbic cortex in the tachycardiac response evoked by acute restraint stress in rats. *J. Neurosci. Res.* 87, 2601–2607. doi:10.1002/jnr.22070.
- Tillmann, B. (2005). Implicit investigations of tonal knowledge in nonmusician listeners. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1060, 100–110. doi:10.1196/annals.1360.007.
- Tillmann, B., Bharucha, J. J., and Bigand, E. (2000). Implicit learning of tonality: A self-organizing approach. *Psychol. Rev.* 107, 885–913. doi:10.1037/0033-295X.107.4.885.
- Tillmann, B., Janata, P., and Bharucha, J. J. (2003). Activation of the inferior frontal cortex in musical priming. *Cogn. Brain Res.* 16, 145–161. doi:10.1016/S0926-6410(02)00245-8.
- Tillmann, B., Koelsch, S., Escoffier, N., Bigand, E., Lalitte, P., Friederici, A. D., et al. (2006). Cognitive priming in sung and instrumental music: Activation of inferior frontal cortex. *Neuroimage* 31, 1771–1782. doi:10.1016/j.neuroimage.2006.02.028.
- Wood, K. H., Ver Hoef, L. W., and Knight, D. C. (2014). The amygdala mediates the emotional modulation of threat-elicited skin conductance response. *Emotion* 14, 693–700. doi:10.1037/a0036636.
- Woolhouse, M., Cross, I., and Horton, T. (2016). Perception of nonadjacent tonic-key relationships. *Psychol. Music* 44, 802–815. doi:10.1177/0305735615593409.
- Xu, L., Thompson, C. S., and Pfingst, B. E. (2005). Relative contributions of spectral and temporal cues for phoneme recognition. *J. Acoust. Soc. Am.* 117, 3255–3267. doi:10.1121/1.1886405.
- Zhang, S., Mano, H., Ganesh, G., Robbins, T., and Seymour, B. (2016). Dissociable Learning Processes Underlie Human Pain Conditioning. *Curr. Biol.* 26, 52–58. doi:10.1016/j.cub.2015.10.066.

Changes in skin conductance related to pitch syntax violations - the predictive role of reward system in perspective of cortico-subcortical loops

praca wysłana do czasopisma Frontiers In Psychology - podczas odpowiedzi autorów na uwagi recenzentów. Przewidziany termin publikacji marzec - kwiecień 2017.

w pracy zaznaczono źródło finansowania badań:

Funding statement

Program of the Polish Ministry of Health financed by Gambling Problems Funds contracted by the National Bureau for Drug

Prevention - under the project: Carrying out research to increase knowledge in the field of addiction

grant number 68/H/E/2015 of 02.03.2015 and 6/H/E/K/2016 of 04.01.2016



Changes in skin conductance related to pitch syntax violations - the predictive role of reward system in perspective of cortico-subcortical loops

Edward J. Gorzelańczyk^{1, 2, 3, 4}, Piotr Podlipniak^{5*}, Piotr Walecki⁶, Maciej Karpiński⁷, Emilia Tarnowska⁸

¹Department of Theoretical Basis of Bio-Medical Sciences and Medical Informatics, Nicolaus Copernicus University Collegium Medicum, Poland, ²Non-Public Health Care Center Sue Ryder Home, Poland, ³Medseven—Outpatient Addiction Treatment, Poland, ⁴Institute of Philosophy, Kazimierz Wielki University, Poland, ⁵Institute of Musicology, Adam Mickiewicz University in Poznań, Poland, ⁶Collegium Medicum, Department of Bioinformatic and Telemedicine, Jagiellonian University, Poland, ⁷Institute of Linguistics, Adam Mickiewicz University in Poznań, Poland, ⁸Institute of Acoustics, Adam Mickiewicz University in Poznań, Poland

Submitted to Journal:
Frontiers in Psychology

Specialty Section:
Auditory Cognitive Neuroscience

Article type:
Original Research Article

Manuscript ID:
246000

Received on:
30 Nov 2016

Frontiers website link:
www.frontiersin.org



Conflict of interest statement

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest

Author contribution statement

EJG - Substantial contributions to the conception and design of the study and interpretation of data for the work; writing the work and revising it critically for neurobiological content;
PP - Substantial contributions to the conception and design of the study and interpretation of data for the work; writing the work and revising it critically for musicological and psychological content;
PW - Substantial contributions to the acquisition, analysis, and interpretation of data for the work; writing the work and revising it critically for psychological content;
MK - Substantial contributions to the acquisition, analysis, and interpretation of data for the work as well as to the conception and design of the study; writing the work and revising it critically for psycholinguistic and psychomusicological content;
ET - Substantial contributions to the acquisition, analysis, and interpretation of data for the work; writing the work and revising it critically for acoustic content;
All the authors agreed to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved. All authors contributed to the final approval of the version to be submitted.

Keywords

pitch syntax, prediction, cortico-subcortical loops, Skin conductance, timbre

Abstract

Word count: 224

Animals including Homo sapiens constantly predict their environment to facilitate mutual interactions. According to contemporary views the emotional reactions to syntactic violations is due to surprise as a result of general mechanism of prediction. On the other hand, the processing of musical syntax is classically explained by the activity of cerebral cortex. Some recent studies have indicated that also subcortical brain structures are important during the processing of syntax. In this study, 28 subjects listened to three types of short melodies prepared in Musical Instrument Digital Interface Standard files (MIDI) - tonally correct, tonally violated (with one out-of-key - i.e. of high information content), and tonally correct but with one note played in different timbre. The BioSemi ActiveTwo with two passive Nihon Kohden electrodes was used. Skin conductance levels were positively correlated with presented stimuli (change of timbre and tonal violations). Although GSR was observed also in response to the change of timbre, the reactions to tonal violations were significantly stronger. Therefore, despite the fact that the change of timbre is at least as equally unexpected as an out-of-key note, the processing of pitch syntax generates an increased activation mainly of the sympathetic part of the autonomic nervous system. These results suggest that the cortico-subcortical loops (especially the anterior cingulate - limbic loop) may play an important role in the processing of musical syntax.

Funding statement

Program of the Polish Ministry of Health financed by Gambling Problems Funds contracted by the National Bureau for Drug Prevention - under the project: Carrying out research to increase knowledge in the field of addiction grant number 68/H/E/2015 of 02.03.2015 and 6/H/E/K/2016 of 04.01.2016

Ethics statements

(Authors are required to state the ethical considerations of their study in the manuscript, including for cases where the study was exempt from ethical approval procedures)

Does the study presented in the manuscript involve human or animal subjects: Yes

Please provide the complete ethics statement for your manuscript. Note that the statement will be directly added to the manuscript file for peer-review, and should include the following information:

- Full name of the ethics committee that approved the study

- Consent procedure used for human participants or for animal owners
- Any additional considerations of the study in cases where vulnerable populations were involved, for example minors, persons with disabilities or endangered animal species

*As per the Frontiers authors guidelines, you are required to use the following format for statements involving human subjects:
This study was carried out in accordance with the recommendations of 'name of guidelines, name of committee' with written informed consent from all subjects. All subjects gave written informed consent in accordance with the Declaration of Helsinki. The protocol was approved by the 'name of committee'.
For statements involving animal subjects, please use:
This study was carried out in accordance with the recommendations of 'name of guidelines, name of committee'. The protocol was approved by the 'name of committee'.*

If the study was exempt from one or more of the above requirements, please provide a statement with the reason for the exemption(s).

Ensure that your statement is phrased in a complete way, with clear and concise sentences.

This study was carried out in accordance with the recommendations of Bioethics Committee of the Nicolaus Copernicus University in Torun functioning at Collegium Medicum in Bydgoszcz No. KB 416/2008 on 17.09.2008, with written informed consent from all subjects. All subjects gave written informed consent in accordance with the Declaration of Helsinki.

In review

**Changes in skin conductance related to pitch syntax violations -
the predictive role of reward system in perspective of cortico-
subcortical loops**

Edward Jacek Gorzelańczyk¹, Piotr Podlipniak^{*2}, Piotr Walecki³, Maciej Karpiński⁴, Emilia Tarnowska⁵

1. Department of Theoretical Basis of Bio-Medical Sciences and Medical Informatics, Nicolaus Copernicus University Collegium Medicum, Bydgoszcz, Poland; Non-Public Health Care Center Sue Ryder Home, Bydgoszcz, Poland; Medseven—Outpatient Addiction Treatment, Rzeźniackiego, Bydgoszcz, Poland; Institute of Philosophy, Kazimierz Wielki University, Bydgoszcz, Poland
2. Institute of Musicology, Adam Mickiewicz University in Poznań, Poland
3. Collegium Medicum, Jagiellonian University, Krakow, Poland
4. Institute of Linguistics, Adam Mickiewicz University in Poznań, Poland
5. Institute of Acoustics, Adam Mickiewicz University in Poznań, Poland

Correspondence:

PhD Piotr Podlipniak

e-mail: podlip@poczta.onet.pl

28 **Abstract**

29 Animals including *Homo sapiens* constantly predict their environment to facilitate mutual
30 interactions. According to contemporary views the emotional reactions to syntactic violations
31 is due to surprise as a result of general mechanism of prediction. On the other hand, the
32 processing of musical syntax is classically explained by the activity of cerebral cortex. Some
33 recent studies have indicated that also subcortical brain structures are important during the
34 processing of syntax. In this study, 28 subjects listened to three types of short melodies
35 prepared in Musical Instrument Digital Interface Standard files (MIDI) – tonally correct,
36 tonally violated (with one out-of-key – i.e. of high information content), and tonally correct
37 but with one note played in different timbre. The BioSemi ActiveTwo with two passive Nihon
38 Kohden electrodes was used. Skin conductance levels were positively correlated with
39 presented stimuli (change of timbre and tonal violations). Although GSR was observed also in
40 response to the change of timbre, the reactions to tonal violations were significantly stronger.
41 Therefore, despite the fact that the change of timbre is at least as equally unexpected as an
42 out-of-key note, the processing of pitch syntax generates an increased activation mainly of the
43 sympathetic part of the autonomic nervous system. These results suggest that the cortico-
44 subcortical loops (especially the anterior cingulate - limbic loop) may play an important role
45 in the processing of musical syntax.

46

47 **Keywords:** pitch syntax, prediction, cortico-subcortical loops, skin conductance, timbre

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61 1. Introduction

62 Tonal music is a natural, complex syntactic system (Lerdahl and Jackendoff, 1983) based on
 63 implicitly learned norms (Tillmann, 2005; Tillmann et al., 2000). The perception of pitch
 64 structure as hierarchically organized discrete units – pitch classes – is an important part of
 65 syntactic processing in music (Krumhansl, 1990; Krumhansl and Cuddy, 2010; Lerdahl,
 66 2013). In this process, the recognition of every pitch class in the context of other pitch classes
 67 is accompanied by subtle emotional sensations described as tension, uncertainty, stability,
 68 completion, power, etc. which are often referred to as ‘tonal qualia’ (Huron, 2006; Margulis,
 69 2012). According to Huron (Huron, 2006), positive emotions (e.g. the tonal qualia of
 70 resolution or completeness often described as pleasure, contentment etc.) are the results of a
 71 limbic reward for accurate predictions whereas negative emotions (e.g. the tonal qualia of
 72 tension or incompleteness often described as uncomfortable, jarring, anxious etc.) are elicited
 73 in case our predictions are inaccurate. This claim is relevant to the classic Darwinian rules
 74 (Darwin, 1859) as emotions actually enable the adaptation of behavior to particular
 75 circumstances (Darwin, 1872; Panksepp, 1998). Accordingly animals, including mammals,
 76 are able to continuously predict changes in their environment. More accurate prediction
 77 implies more probable survival. Therefore, various emotions are elicited depending on
 78 different probabilities of occurring events. Since the probability of pitch class occurrences
 79 depends on the context of other pitch classes, various levels of prediction accuracy results in
 80 slightly diverse emotional sensations. Since the reward system plays a crucial role in the
 81 prediction of perceived stimuli by means of emotional control (Abler et al., 2006; Juckel
 82 et al., 2006), the concept of cortico-subcortical loops may help to provide basic explanation of
 83 these phenomena (Gorzelańczyk, 2011). The main structure of reward system is ventral
 84 striatum which is a crucial part of the limbic loop (Abler et al., 2006). The limbic system
 85 controls the functions of the autonomic nervous system (Mujica-Parodi et al., 2009; Tavares
 86 et al., 2009) and the endocrine system (Herman et al., 2005; Krüger et al., 2015; Tasker et al.,
 87 2015). The activity of the latter influences skin conductance (Dawson et al., 2007; Zhang et
 88 al., 2016) and other physiological parameters (Schröder et al., 2015; Wood et al., 2014).

89 Since the occurrence of out-of-key notes in tonal melody is usually very improbable (Hansen
 90 and Pearce, 2014; Pearce et al., 2010; Pearce and Wiggins, 2006), the response of the reward
 91 system should be stronger than in the case of ‘in-key’ notes. In fact, a number of studies
 92 indicate that the perception of a violated tonal structure leads to measurable somatic reactions
 93 such as the changes of skin conductance (Koelsch et al., 2008b; Steinbeis et al., 2006). There
 94 are also studies that show the modulation of activity in amygdala (Koelsch et al., 2008a;
 95 Mikutta et al., 2015), orbitofrontal cortex (Koelsch et al., 2005; Mikutta et al., 2015; Tillmann
 96 et al., 2003), the inferior frontal gyrus, orbital frontolateral cortex, the anterior insula,
 97 ventrolateral premotor cortex, anterior and posterior areas of the superior temporal gyrus, the
 98 superior temporal sulcus, the supramarginal gyrus (Koelsch et al., 2005), inferior frontal
 99 cortex (Tillmann et al., 2003, 2006), the parahippocampal gyrus and cingulate cortex (Omigie
 100 et al., 2015), depending on the expectedness of musical pitch structure. Information processed
 101 by various cortico-subcortical loops partly overlap in the striatum where it is exchanged
 102 between particular circuits. The certain parts of striatum (caudatus, putamen, nucleus

103 accumbens) are connected to specific areas of cerebral cortex. Sensorimotor cortices are
104 connected with putamen, association cortices are connected to caudatus, limbic cortices and
105 amygdala are connected with nucleus accumbens. This can explain the fact that the perception
106 of violated tonal structure leads to measurable somatic reactions such as the changes of skin
107 conductance (Koelsch et al., 2008b; Steinbeis et al., 2006). Therefore, it is not surprising that
108 the modulation of activity in amygdala (closely linked to the nucleus accumbens and the
109 limbic system) (Koelsch et al., 2008a; Mikutta et al., 2015) changes value of skin
110 conductance. The latero-orbito-frontal and limbic loops are particularly important in the
111 control of executive functions (Alexander et al., 1986; Haber, 2003; Royall et al., 2002),
112 which may explain why the activation of orbitofrontal cortex (Koelsch et al., 2005; Mikutta et
113 al., 2015; Tillmann et al., 2003) can change skin conductance. The facts that the anterior
114 cingulate loop is responsible for correcting behavior following a mistake (Peterson et al.,
115 1999) and that the parahippocampal gyrus is strictly connected to the limbic system, are
116 consistent with the observations that the activation of parahippocampal gyrus and cingulate
117 cortex (Omigie et al., 2015) are related to the changing expectedness of the components of
118 musical pitch structure.

119 Even a very simple melody is a complex stimulus, composed of sounds characterized not only
120 by the fundamental frequency (F0) which influences mainly the sensation of pitch (Stainsby
121 and Cross, 2008) but also by other acoustic parameters. Our predictions include also some of
122 these parameters. For example, spectral centroid, attack time, spectral irregularity influence
123 the sensation of timbre in music (McAdams and Giordano, 2008). Although it seems that the
124 timbre in music is not perceptively organized in a hierarchical way, the specific characteristics
125 of spectral (e.g. spectral centroid) and temporal (e.g. attack time) cues allow for
126 discriminating between different categories of timbres, e.g. between the timbre of flute and
127 piano. These categories, similarly to pitch, occur in music with different probabilities. For
128 example, the probability that a melody played in a particular timbre will suddenly change to a
129 different one (e.g. from piano to flute) seems to be even lower than the occurrence of the out-
130 of-key note. If human reaction to sound probabilities depends solely on the general
131 mechanism of prediction, the timbral changes should cause reactions of the autonomic
132 nervous system at least as strong as out-of-key notes. We hypothesize that pitch structure in
133 music is processed by a domain-specific circuit which differs functionally from that
134 responsible for the predictions of timbres. Although both circuits implement the predictive
135 mechanisms of cortico-subcortical loops (Gorzelańczyk, 2011), only the activity of the pitch
136 class prediction circuit results in syntactical organization of perceived sounds in music which
137 allows for the recognition of recursive relationship (Woolhouse et al., 2016). According to
138 behavioral observations, emotional reaction related to prediction is a specific part of the
139 recognition of pitch hierarchy (Huron, 2006). This specificity should be possible to recognize
140 by measuring the somatic markers of autonomic nervous system activity. In other words, the
141 reaction of autonomic nervous system to out-of-key notes should be different from the
142 reaction to in-key notes and to the change of timbre.

143 2. Material and Methods

144 2.1. Stimuli

145 Six simple tonal melodies were prepared as MIDI files without any dynamics and tempo
146 changes in order to avoid additional expressive content. Every melody lasted from 6 to 12
147 seconds. From the MIDI files of these melodies six additional MIDI files were generated so
148 that one note in each basic melody was changed into an out-of-key note. Apart from that six
149 further MIDI files were prepared. This time the timbre of one note in each basic melody was
150 changed instead of fundamental frequency. The notes of the basic melodies which timbre
151 were changed were exactly the same notes that notes which were previously changed into out-
152 of-key. Every change was made after eight to twelve notes of each melody. As a result there
153 were three versions of six melodies: tonally correct (Figure 1), tonally violated – with out-of-
154 key note (Figure 2), and tonally correct but with one note played in different timbre (Figure
155 3).



157 Figure 1. Tonally correct melodies.



159 Figure 2. Tonally violated melodies. Out-of-key notes are red.



160

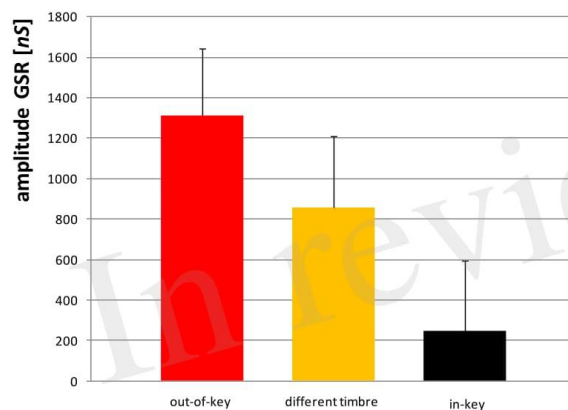
161 Figure 3. Tonally correct melodies with one note played in different timbre (flute instead of
162 piano timbre). The notes played in different timbre are yellow.

163 2.2. Method

164 Twenty-eight musically untrained medicine students (18 women, 10 males; age: mean =
165 20.21; SD = 1.55) were examined. The subjects were previously informed that some melodies
166 had been modified by replacing one note by another, out-of-key, and some others by changing
167 the timbre of one note. Then, the subjects were asked to listen for and react to tonal violation
168 in the stimuli in order to focus the attention of the subjects on stimuli. Before each
169 experimental session, the subjects listened to one example of each type of melody so that they
170 understood what the task would involve. Skin conductance was measured with the ActiveTwo
171 (Biosemi®) biopotential measurement system and two passive Nihon Kohden electrodes
172 placed on the medial phalanges of the index and middle finger of the subject's non-dominant
173 hand. The current used for excitation was 1 μ A at 16 Hz, synchronized with the sampling rate
174 8.192 kHz. The resolution of measurements was 1 nanoSiemens [nS]. The research was
175 conducted on people who voluntarily participated in the study. The duration of each
176 experimental session (for one person) was ca. 30 min. Individual tests were performed in the
177 same experimental site for all participants. After attaching the electrodes, each participant
178 remained in a quiet and dark place for fifteen minutes. This was intended to calm emotional
179 arousal and, simultaneously, as an adaptation period, allowing for equilibration of hydration
180 and sodium at the interface between the skin and the electrode paste. The experimental
181 procedure was based on the presentation of two MIDI files, each composed of eighteen
182 randomly ordered melodies separated by one second pauses. Each melody belonged to one of
183 the following groups: tonally correct, tonally violated, and tonally correct but with one note
184 played in different timbre. Electrodermal activity was continuously measured during the
185 entire time of listening to each melody. For each melody, the difference between the initial
186 value and the maximum value of conductivity was calculated.

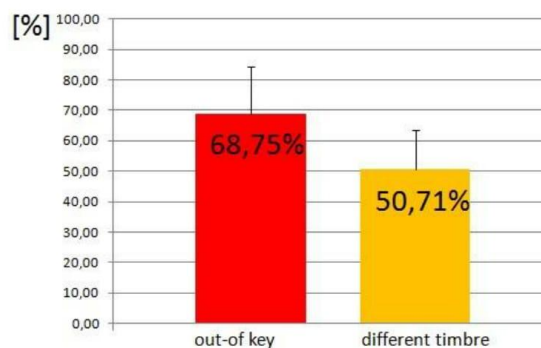
187 3. Results

188 We observed three types of skin-galvanic activity (Figure 4). First it was activity associated
 189 with the perception of in-key notes. This activity has low maximum amplitude (mean =
 190 247.26 [nS]; SD = 53.44 [nS]) and high standard deviation (mean = 350.24 [nS]; SD = 129.91
 191 [nS]). The second reaction was associated with the notes played in different timbre, the
 192 maximum amplitude (mean = 855.32 [nS]; SD = 144.79 [nS]) and the standard deviation
 193 (mean = 356.11 [nS]; SD = 130.57 [nS]). The third response, associated with the tonally
 194 violated notes, was characterized by high maximum amplitude (mean = 1311.57 [nS]; SD =
 195 231.12 [nS]) and standard deviation (mean = 331.13 [nS]; SD = 99.82 [nS]). Importantly, the
 196 subjects differed in the frequencies of responses to changed notes. In other words, they did not
 197 respond to all out-of-key notes and notes played in different timbre equally often.
 198 Additionally, we observed that the reactions to out-of-key notes were more frequent (68,75%
 199 of responses) then to notes played in different timbre (50,71% of responses) (Figure 5).



200

201 Figure 4. Skin galvanic reactions to tonal violation, timbre change and in-key notes.



202

203 Figure 5. The percentage of the responses to out-of-key notes and to notes played in different
 204 timbre

205 Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test indicates a statistically significant ($p < 0.05$)
 206 difference between the mean maximum amplitude of reactions after in-key notes and the
 207 mean maximum amplitude of reactions after out-of-key notes and the notes played in different
 208 timbre. A statistically significant (T-Test for dependent means, $p < 0.05$) difference was also
 209 found between reactions after out-of-key notes and notes played in different timbre as well as
 210 between the frequency of reactions to out-of-key notes and to notes played in different timbre.

211 4. Discussion

212 It has been observed that the mean skin conductance value in response to tonal violations is
 213 significantly higher in musical stimuli than to the change of timbre. The higher percentage of
 214 the responses to tonal violations in comparison to the responses to the changes of timbre has
 215 been also observed. Interestingly, the electro-dermal responses to the tonal violations are
 216 more frequent and have a higher value in contrast to the electro-dermal response to the timbre
 217 changes, although listeners reported after the study that they had been more conscious of
 218 timbre changes in comparison to tonal violations. It may suggest that the recognition strategy
 219 for tonal violations is different from the one employed for timbre change recognition. The
 220 observed difference also indicates that the biological significance of tonal violations is higher
 221 in comparison to the recognition of the timbral change in music, which suggests a potential
 222 biological adaptive value of pitch structure (Podlipniak, 2016). In fact, the perception of
 223 species-specific forms of vocalization by mammals (Gouzoules and Gouzoules, 2000; Juslin
 224 and Scherer, 2008) and birds (Rothenberg et al., 2014) contains usually an
 225 emotional/motivational component. Therefore, the obtained results can support the view that
 226 pitch structure is an important part of the vocal communication of *Homo sapiens*. Note that
 227 the pitch structure here does not refer to varying perceptive dimension of pitch which is
 228 homologous to speech intonation but to the cognitive dimension of pitch composed of discrete
 229 units (pitch classes) which is analogous to digitized sounds in speech e.g. phonemes
 230 (Jackendoff, 2008).

231 Taking into account that skin conductance changes are one of the measureable reactions of the
 232 autonomic nervous system tone (mostly its sympathetic part) controlled by the limbic system
 233 and the reward system, it can be assumed that the reward system is more susceptible to pitch
 234 class changes than to timbre changes. Although, in contrast to the timbre, pitch structure is
 235 assumed to be a cognitive dimension of music (Barrett and Janata, 2016) it is also possible
 236 that the recognition of pitch structure is related to the activity of the subcortical structures
 237 which are rarely studied. Therefore, it seems that the most promising way to explore and
 238 understand the processing of pitch structure is a model which takes into attention the role of
 239 cortico-subcortical loops. From the physiological perspective, it is possible to infer from the
 240 obtained results that the change of timbre is less important for the fluency of tonal music than
 241 tonal violation.

242 Although not all participants responded equally often to “out-of-key” notes and timbre
 243 changes, the skin conductance responses to “out-of-key” notes were significantly more
 244 frequent than to the changes of timbre. This may be a result of the instruction delivered before
 245 the study. However, according to many observations the unconscious neural activity precedes

and influences conscious decisions (Soon et al., 2013). Therefore, it is more probable that the changes of pitch structure were more conspicuous. The fact that people did not react to all instances of change (tonal violation and timbre change) can be explained either by the fact that they did not focus equally good on the presented stimuli or that not all tonal violations and timbre changes respectively were equally prominent for them.

The limited range of timbre changes introduced to our stimuli results in some limitations to our conclusions and generalizations. This opens the discussion about possible different reactions to other timbre changes. Thus, in further studies, responses to different timbre changes should be measured. Another possibility would be to modify the primary sounds or entire melodies, e.g. by using various playback rates or reverse the sounds in the time domain. Another serious issue is the cultural influence on perception strategies used by humans in music listening. In order to address this question adequately, intercultural studies are necessary. Since the processing of spectral and temporal cues is important for the processing of the phonological aspects of speech (Shannon et al., 1995; Xu et al., 2005) it is possible that the reactions of individuals to the change of timbre may differ and the results would correlate with acoustic properties of their mother tongue. In further research, we intend to employ paired musical and speech stimuli in order to directly compare responses to tonal and phonotactic violations.

References

- Abler, B., Walter, H., Erk, S., Kammerer, H., and Spitzer, M. (2006). Prediction error as a linear function of reward probability is coded in human nucleus accumbens. *Neuroimage* 31, 790–795. doi:10.1016/j.neuroimage.2006.01.001.
- Alexander, G. E., DeLong, M. R., and Strick, P. L. (1986). Parallel Organization of Functionally Segregated Circuits Linking Basal Ganglia and Cortex. *Annu. Rev. Neurosci.* 9, 357–381. doi:10.1146/annurev.ne.09.030186.002041.
- Barrett, F. S., and Janata, P. (2016). Neural responses to nostalgia-evoking music modeled by elements of dynamic musical structure and individual differences in affective traits. *Neuropsychologia* 91, 234–246. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2016.08.012.
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of the Species*. London: John Murray.
- Darwin, C. (1872). The expression of the emotions in man and animals. *London, UK John Marry*, 374. doi:10.1037/h0076058.
- Dawson, M. E., Schell, A. M., Filion, D. L., and Berntson, G. G. (2007). “The Electrodermal System,” in *Handbook of Psychophysiology*, eds. J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, and G. Berntson (Cambridge: Cambridge University Press), 157–181. doi:10.1017/CBO9780511546396.007.
- Gorzelańczyk, E. J. (2011). “Functional Anatomy , Physiology and Clinical Aspects of Basal Ganglia,” in *Neuroimaging for Clinicians - Combining Research and Practice*, ed. J. F. P. Peres (Rijeka: InTech), 89–106.
- Gouzoules, H., and Gouzoules, S. (2000). Agonistic screams differ among four species of macaques: the significance of motivation-structural rules. *Anim. Behav.* 59, 501–512.

- 286 doi:10.1006/anbe.1999.1318.
- 287 Haber, S. N. (2003). The primate basal ganglia: parallel and integrative networks. *J. Chem.*
288 *Neuroanat.* 26, 317–330.
- 289 Hansen, N. C., and Pearce, M. T. (2014). Predictive uncertainty in auditory sequence
290 processing. *Front. Psychol.* 5, 1052. doi:10.3389/fpsyg.2014.01052.
- 291 Herman, J. P., Ostrander, M. M., Mueller, N. K., and Figueiredo, H. (2005). Limbic system
292 mechanisms of stress regulation: Hypothalamo-pituitary- adrenocortical axis. *Prog.*
293 *Neuro-Psychopharmacology Biol. Psychiatry* 29, 1201–1213.
294 doi:10.1016/j.pnpbp.2005.08.006.
- 295 Huron, D. B. (2006). *Sweet anticipation : music and the psychology of expectation.*
296 Cambridge, London: The MIT Press.
- 297 Jackendoff, R. (2008). Parallels and Nonpararelles between Language and Music. *Music*
298 *Percept.* 26, 195–204.
- 299 Juckel, G., Schlagenhauf, F., Koslowski, M., Filonov, D., Wüstenberg, T., Villringer, A., et
300 al. (2006). Dysfunction of ventral striatal reward prediction in schizophrenic patients
301 treated with typical, not atypical, neuroleptics. *Psychopharmacology (Berl)*. 187, 222–
302 228. doi:10.1007/s00213-006-0405-4.
- 303 Juslin, P. N., and Scherer, K. R. (2008). “Vocal Expression of Affect,” in *The New Handbook*
304 *of Methods in Nonverbal Behavior Research*, eds. J. A. Harrigan, R. Rosenthal, and K.
305 R. Scherer (Oxford: Oxford University Press), 65–135.
306 doi:10.1093/acprof:oso/9780198529620.003.0003.
- 307 Koelsch, S., Fritz, T., and Schlaug, G. (2008a). Amygdala activity can be modulated by
308 unexpected chord functions during music listening. *Neuroreport* 19, 1815–1819.
309 doi:10.1097/WNR.0b013e32831a8722.
- 310 Koelsch, S., Fritz, T., Schulze, K., Alsop, D., and Schlaug, G. (2005). Adults and children
311 processing music: An fMRI study. *Neuroimage* 25, 1068–1076.
312 doi:10.1016/j.neuroimage.2004.12.050.
- 313 Koelsch, S., Kilches, S., Steinbeis, N., and Schelinski, S. (2008b). Effects of unexpected
314 chords and of performer’s expression on brain responses and electrodermal activity.
315 *PLoS One* 3. doi:10.1371/journal.pone.0002631.
- 316 Krüger, O., Shiozawa, T., Kreifelts, B., Scheffler, K., and Ethofer, T. (2015). Three distinct
317 fiber pathways of the bed nucleus of the stria terminalis to the amygdala and prefrontal
318 cortex. *Cortex* 66, 60–68. doi:10.1016/j.cortex.2015.02.007.
- 319 Krumhansl, C. L. (1990). *Cognitive Foundations of Musical Pitch*. New York: Oxford
320 University Press doi:10.1093/acprof:oso/9780195148367.001.0001.
- 321 Krumhansl, C. L., and Cuddy, L. L. (2010). “A Theory of Tonal Hierarchies in Music,” in
322 *Music Perception*, eds. M. R. Jones, R. R. Fay, and A. N. Popper (New York, Dordrecht,
323 Heidelberg, London: Springer New York), 51–87. doi:10.1007/978-1-4419-6114-3_3.
- 324 Lerdahl, F. (2013). “Musical Syntax and Its Relation to Linguistic Syntax,” in *Language,*
325 *Music, and the Brain*, ed. M. A. Arbib (Cambridge, London: The MIT Press), 257–272.

- 326 doi:10.7551/mitpress/9780262018104.003.0010.
- 327 Lerdahl, F., and Jackendoff, R. (1983). *A generative theory of tonal music*. Cambridge,
328 London: The MIT Press.
- 329 Margulis, E. H. (2012). *On repeat : how music plays the mind*. Oxford, New York: Oxford
330 University Press.
- 331 McAdams, S., and Giordano, B. L. (2008). “The perception of musical timbre,” in *The Oxford*
332 *Handbook of Music Psychology*, eds. S. Hallam, I. Cross, and M. Thaut (Oxford
333 University Press), 72–80. doi:10.1093/oxfordhb/9780199298457.013.0007.
- 334 Mikutta, C. A., Dürschmid, S., Bean, N., Lehne, M., Lubell, J., Altorfer, A., et al. (2015).
335 Amygdala and orbitofrontal engagement in breach and resolution of expectancy: A case
336 study. *Psychomusicology Music. Mind, Brain* 25, 357–365. doi:10.1037/pmu0000121.
- 337 Mujica-Parodi, L. R., Korgaonkar, M., Ravindranath, B., Greenberg, T., Tomasi, D.,
338 Wagshul, M., et al. (2009). Limbic dysregulation is associated with lowered heart rate
339 variability and increased trait anxiety in healthy adults. *Hum. Brain Mapp.* 30, 47–58.
340 doi:10.1002/hbm.20483.
- 341 Omigie, D., Pearce, M., and Samson, S. (2015). Intracranial evidence of the modulation of the
342 emotion network by musical structure. in *Proceedings of the Ninth Triennial Conference*
343 *of the European Society for the Cognitive Sciences of Music*, eds. J. Ginsborg, A.
344 Lamont, M. Phillips, and S. Bramley (Manchester).
- 345 Panksepp, J. (1998). *Affective neuroscience: The foundations of human and animal emotions*.
346 New York: Oxford University Press.
- 347 Pearce, M. T., Ruiz, M. H., Kapasi, S., Wiggins, G. A., and Bhattacharya, J. (2010).
348 Unsupervised statistical learning underpins computational, behavioural, and neural
349 manifestations of musical expectation. *Neuroimage* 50, 302–313.
350 doi:10.1016/j.neuroimage.2009.12.019.
- 351 Pearce, M. T., and Wiggins, G. A. (2006). Expectation in Melody: The Influence of Context
352 and Learning. *Music Percept. An Interdiscip. J.* 23, 377–405.
- 353 Peterson, B. S., Skudlarski, P., Gatenby, J. C., Zhang, H., Anderson, A. W., and Gore, J. C.
354 (1999). An fMRI study of Stroop word-color interference: evidence for cingulate
355 subregions subserving multiple distributed attentional systems. *Biol. Psychiatry* 45,
356 1237–1258.
- 357 Podlipniak, P. (2016). The evolutionary origin of pitch centre recognition. *Psychol. Music* 44,
358 527–543. doi:10.1177/0305735615577249.
- 359 Rothenberg, D., Roeske, T. C., Voss, H. U., Naguib, M., and Tchernichovski, O. (2014).
360 Investigation of musicality in birdsong. *Hear. Res.* 308, 71–83.
361 doi:10.1016/j.heares.2013.08.016.
- 362 Royall, D. R., Lauterbach, E. C., Cummings, J. L., Reeve, A., Rummans, T. A., Kaufer, D. I.,
363 et al. (2002). Executive control function: a review of its promise and challenges for
364 clinical research. A report from the Committee on Research of the American
365 Neuropsychiatric Association. *J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci.* 14, 377–405.
366 doi:10.1176/jnp.14.4.377.

- 367 Schröder, O., Schriewer, E., Golombeck, K. S., Kürten, J., Lohmann, H., Schwindt, W., et al.
368 (2015). Impaired Autonomic Responses to Emotional Stimuli in Autoimmune Limbic
369 Encephalitis. *Front. Neurol.* 6, 250. doi:10.3389/fneur.2015.00250.
- 370 Shannon, R. V., Zeng, F.-G. G., Kamath, V., Wygonski, J., and Ekelid, M. (1995). Speech
371 recognition with primarily temporal cues. *Science* (80). 270, 303–304.
372 doi:10.1126/science.270.5234.303.
- 373 Soon, C. S., He, A. H., Bode, S., and Haynes, J.-D. (2013). Predicting free choices for abstract
374 intentions. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 110, 6217–6222.
375 doi:10.1073/pnas.1212218110.
- 376 Stainsby, T., and Cross, Ti. (2008). “The perception of pitch,” in *The Oxford Handbook of*
377 *Music Psychology*, eds. S. Hallam, I. Cross, and M. Thaut (Oxford, New York: Oxford
378 University Press), 47–58. doi:10.1093/oxfordhb/9780199298457.013.0005.
- 379 Steinbeis, N., Koelsch, S., and Sloboda, J. A. (2006). The Role of Harmonic Expectancy
380 Violations in Musical Emotions: Evidence from Subjective, Physiological, and Neural
381 Responses. *J. Cogn. Neurosci.* 18, 1380–1393. doi:10.1162/jocn.2006.18.8.1380.
- 382 Tasker, J. G., Chen, C., Fisher, M. O., Fu, X., Rainville, J. R., and Weiss, G. L. (2015).
383 “Endocannabinoid Regulation of Neuroendocrine Systems,” in *International Review of*
384 *Neurobiology*, 163–201. doi:10.1016/bs.irn.2015.09.003.
- 385 Tavares, R. F., Corrêa, F. M. A., and Resstel, L. B. M. (2009). Opposite role of infralimbic
386 and prelimbic cortex in the tachycardiac response evoked by acute restraint stress in rats.
387 *J. Neurosci. Res.* 87, 2601–2607. doi:10.1002/jnr.22070.
- 388 Tillmann, B. (2005). Implicit investigations of tonal knowledge in nonmusician listeners. *Ann.*
389 *N. Y. Acad. Sci.* 1060, 100–110. doi:10.1196/annals.1360.007.
- 390 Tillmann, B., Bharucha, J. J., and Bigand, E. (2000). Implicit learning of tonality: A self-
391 organizing approach. *Psychol. Rev.* 107, 885–913. doi:10.1037/0033-295X.107.4.885.
- 392 Tillmann, B., Janata, P., and Bharucha, J. J. (2003). Activation of the inferior frontal cortex in
393 musical priming. *Cogn. Brain Res.* 16, 145–161. doi:10.1016/S0926-6410(02)00245-8.
- 394 Tillmann, B., Koelsch, S., Escoffier, N., Bigand, E., Lalitte, P., Friederici, A. D., et al. (2006).
395 Cognitive priming in sung and instrumental music: Activation of inferior frontal cortex.
396 *Neuroimage* 31, 1771–1782. doi:10.1016/j.neuroimage.2006.02.028.
- 397 Wood, K. H., Ver Hoef, L. W., and Knight, D. C. (2014). The amygdala mediates the
398 emotional modulation of threat-elicited skin conductance response. *Emotion* 14, 693–
399 700. doi:10.1037/a0036636.
- 400 Woolhouse, M., Cross, I., and Horton, T. (2016). Perception of nonadjacent tonic-key
401 relationships. *Psychol. Music* 44, 802–815. doi:10.1177/0305735615593409.
- 402 Xu, L., Thompson, C. S., and Pfingst, B. E. (2005). Relative contributions of spectral and
403 temporal cues for phoneme recognition. *J. Acoust. Soc. Am.* 117, 3255–3267.
404 doi:10.1121/1.1886405.
- 405 Zhang, S., Mano, H., Ganesh, G., Robbins, T., and Seymour, B. (2016). Dissociable Learning
406 Processes Underlie Human Pain Conditioning. *Curr. Biol.* 26, 52–58.

Figure 1.JPEG



Figure 2.JPEG

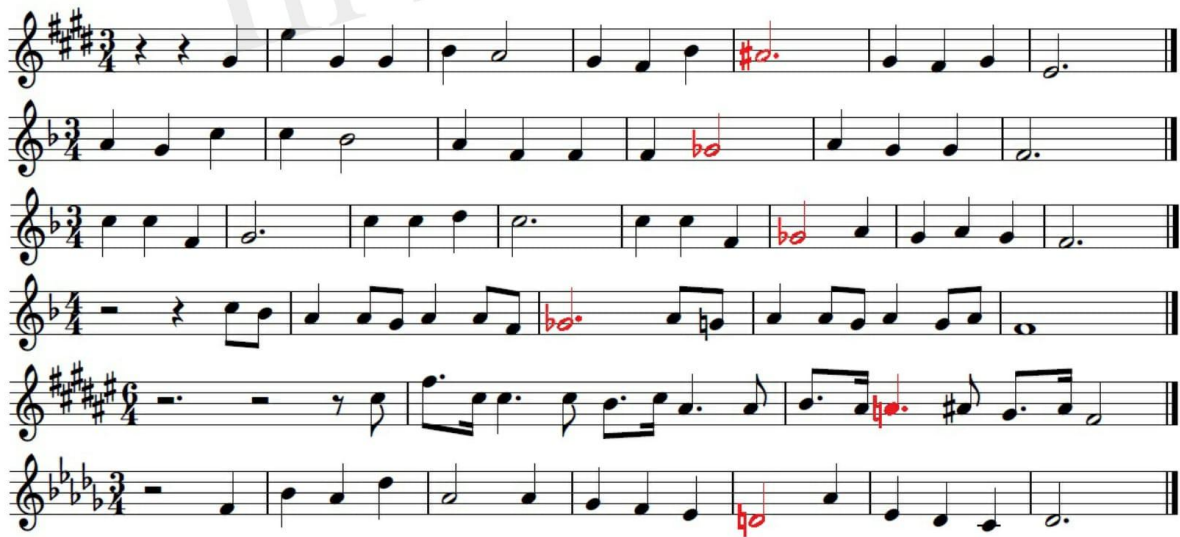


Figure 3.JPEG



Figure 4.JPEG

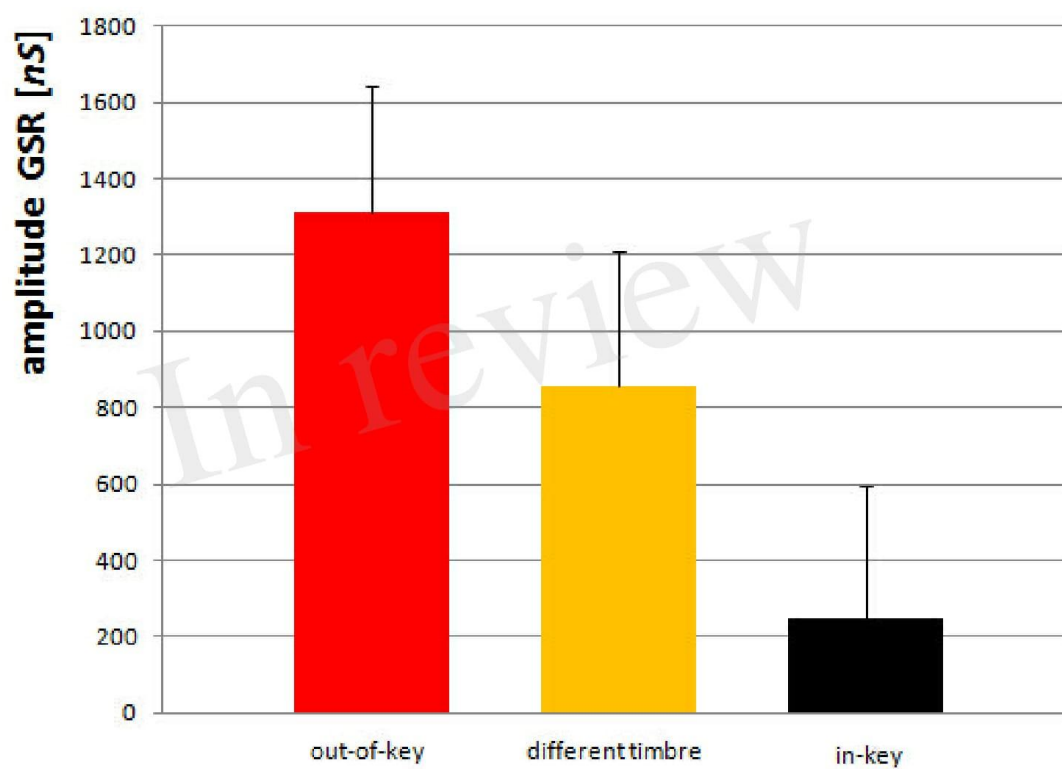
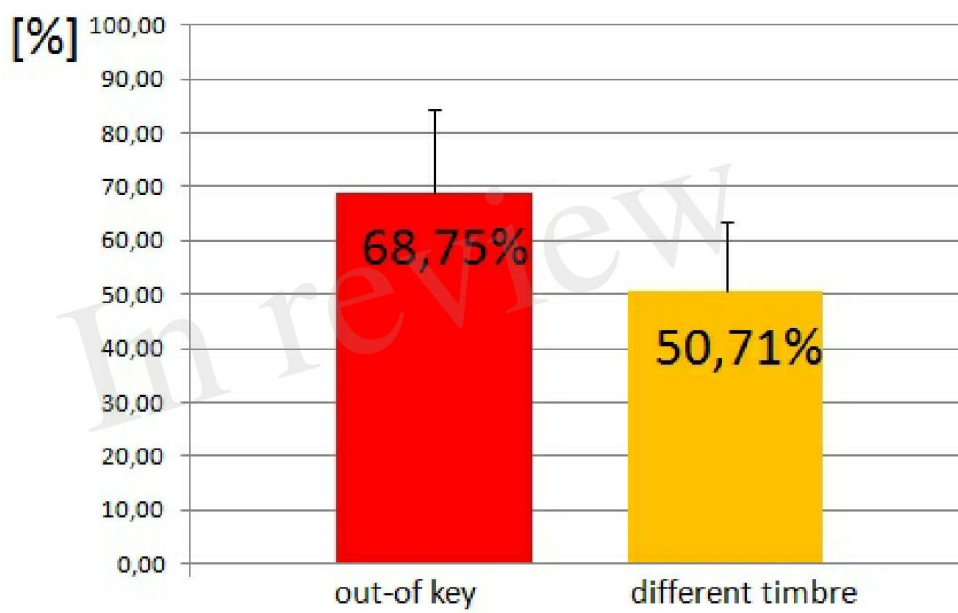
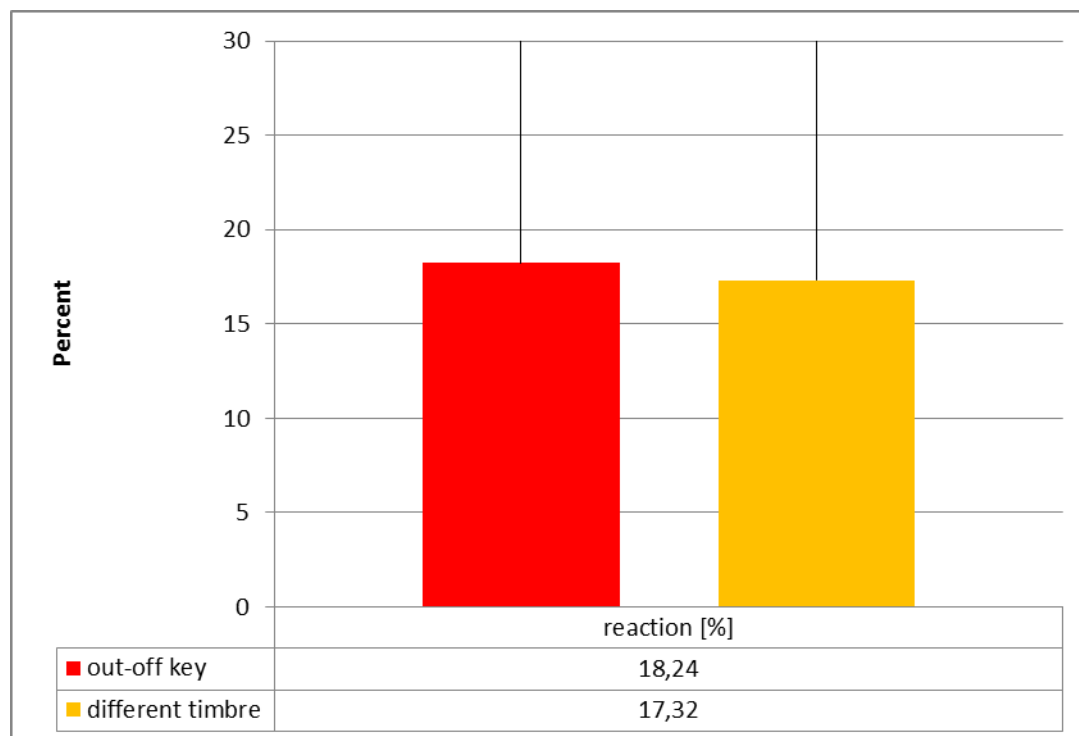
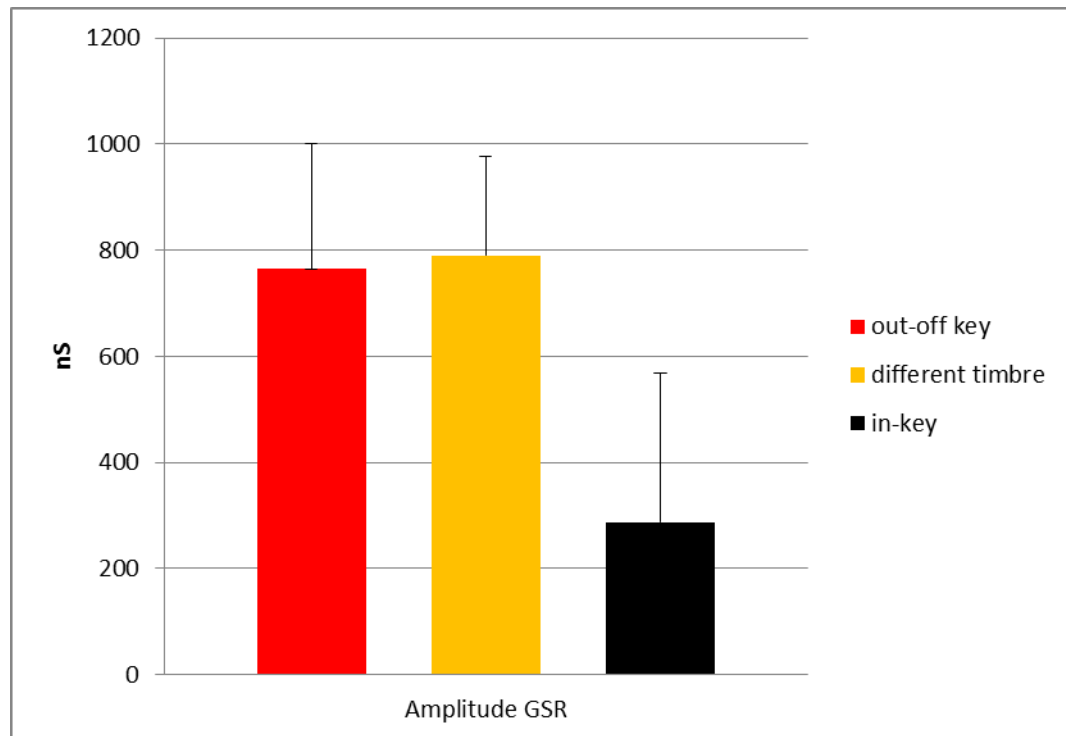


Figure 5.JPEG

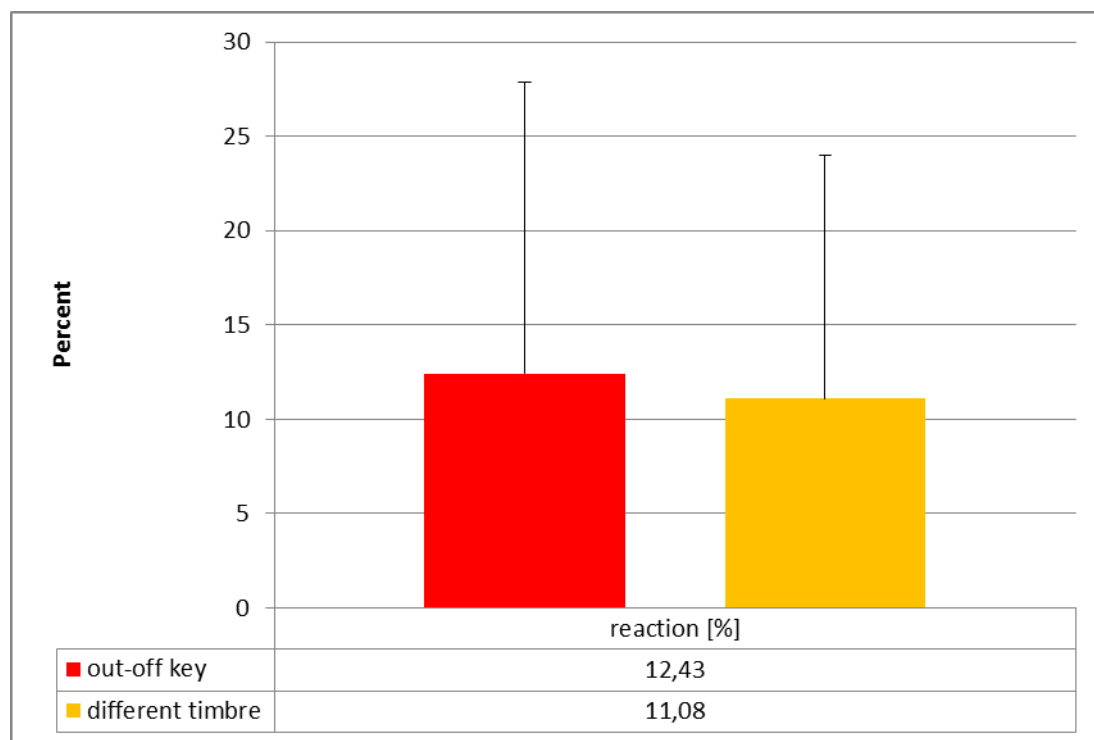
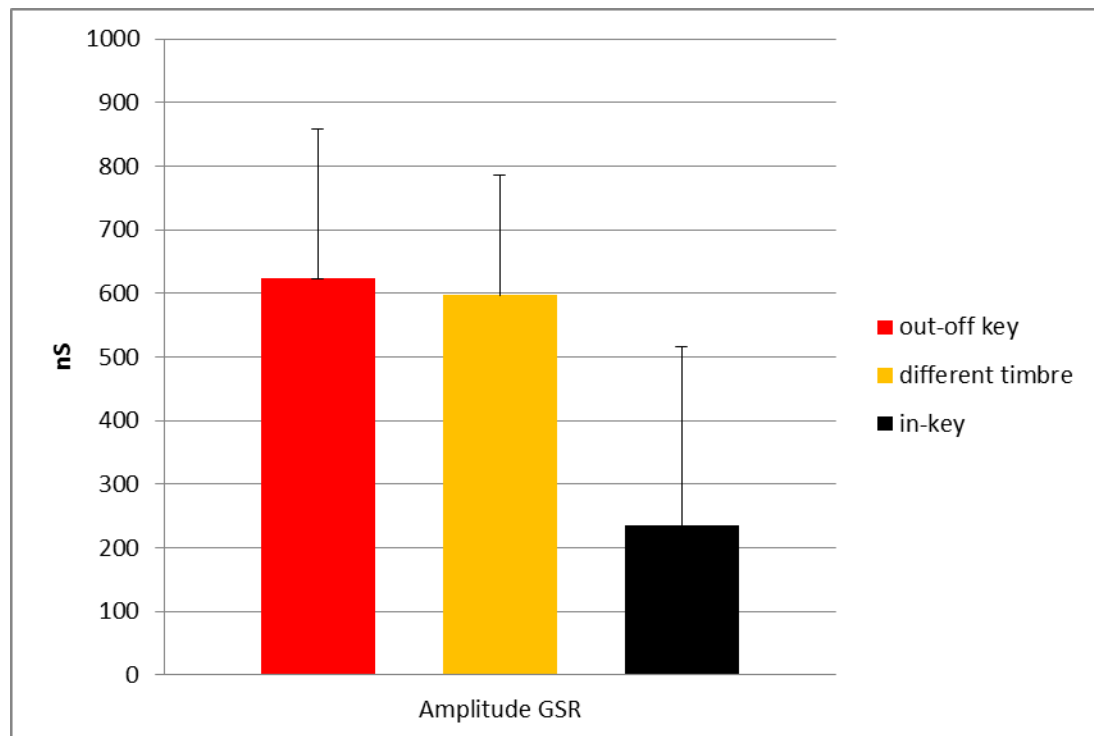


Poglądowo przedstawione wyniki dla osób uzależnionych od hazardu i osób z uzależnieniem mieszanym

uzależnieni behawioralnie (hazard)

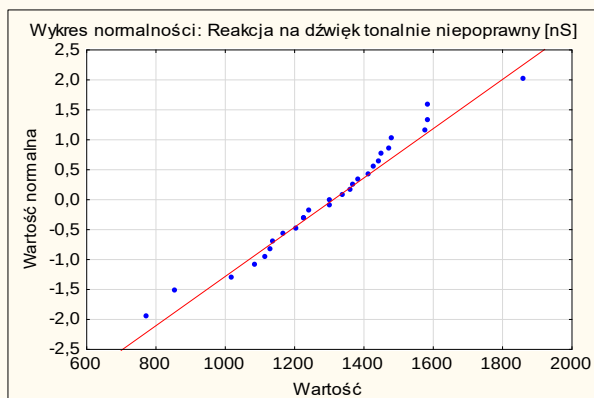
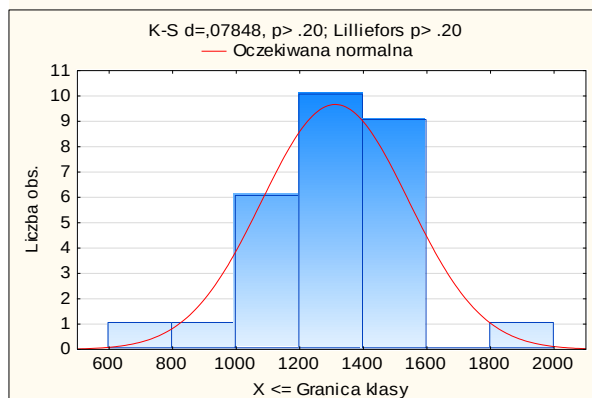


Uzależnienie mieszane

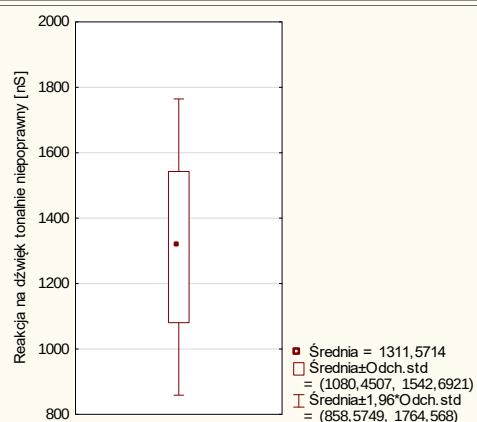


Analiza odpowiedzi skórno-galwanicznej - rozszerzenie wyników wysłanych do publikacji

Podsumowanie: Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny [nS]

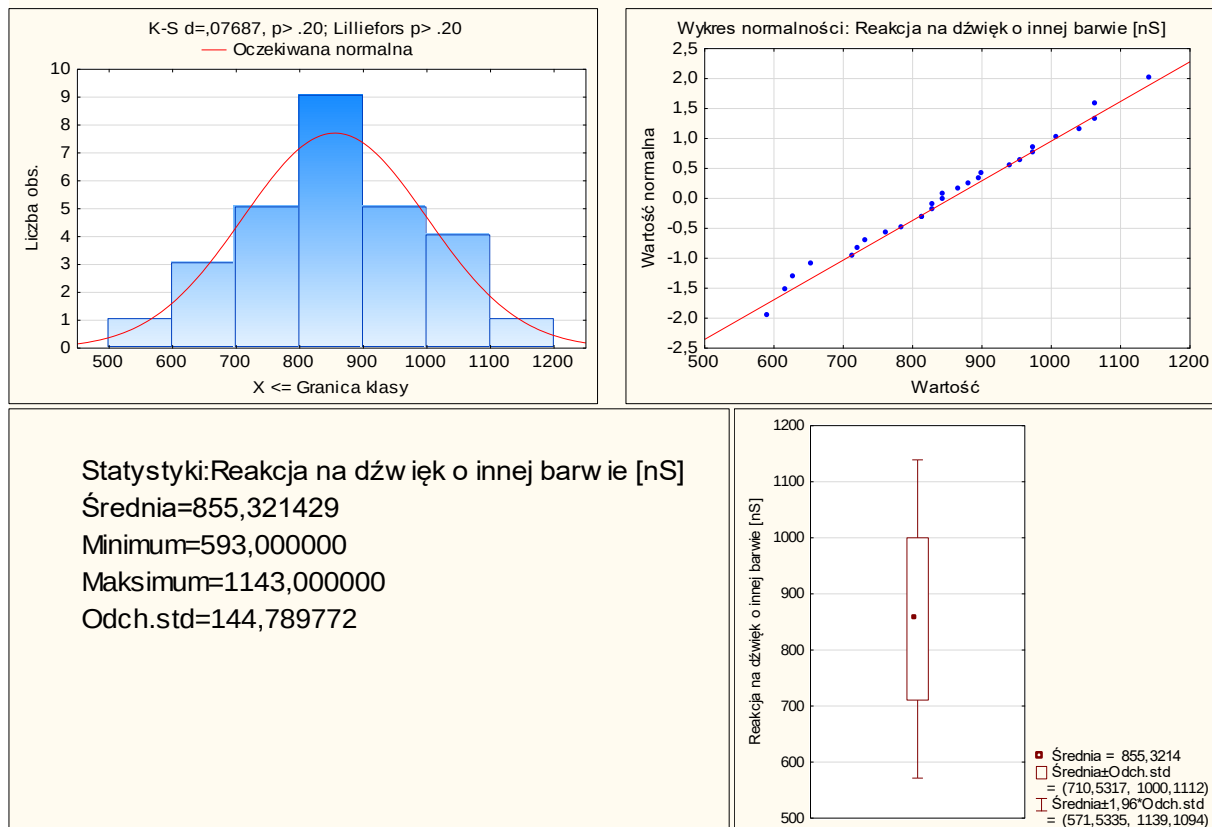


Statystyki: Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny
 Średnia=1311,571429
 Minimum=778,000000
 Maksimum=1870,000000
 Odch.std=231,120688



Założenie normalności rozkładu jest spełnione.

Podsumowanie: Reakcja na dźwięk o innej barwie [nS]



Założenie normalności rozkładu jest spełnione.

Zmienna	Statystyki opisowe			
	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch. std
Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny [nS]	1311,571	778,0000	1870,000	231,1207
Reakcja na dźwięk o innej barwie [nS]	855,321	593,0000	1143,000	144,7898

Grupa 1 wz. Grupy 2	Test jednorodności wariancji		
	Levene'a F(1,df)	df Levene'a	p Levene'a
Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny [nS] vs. Reakcja na dźwięk o innej barwie [nS]	3,901363	54	0,053368

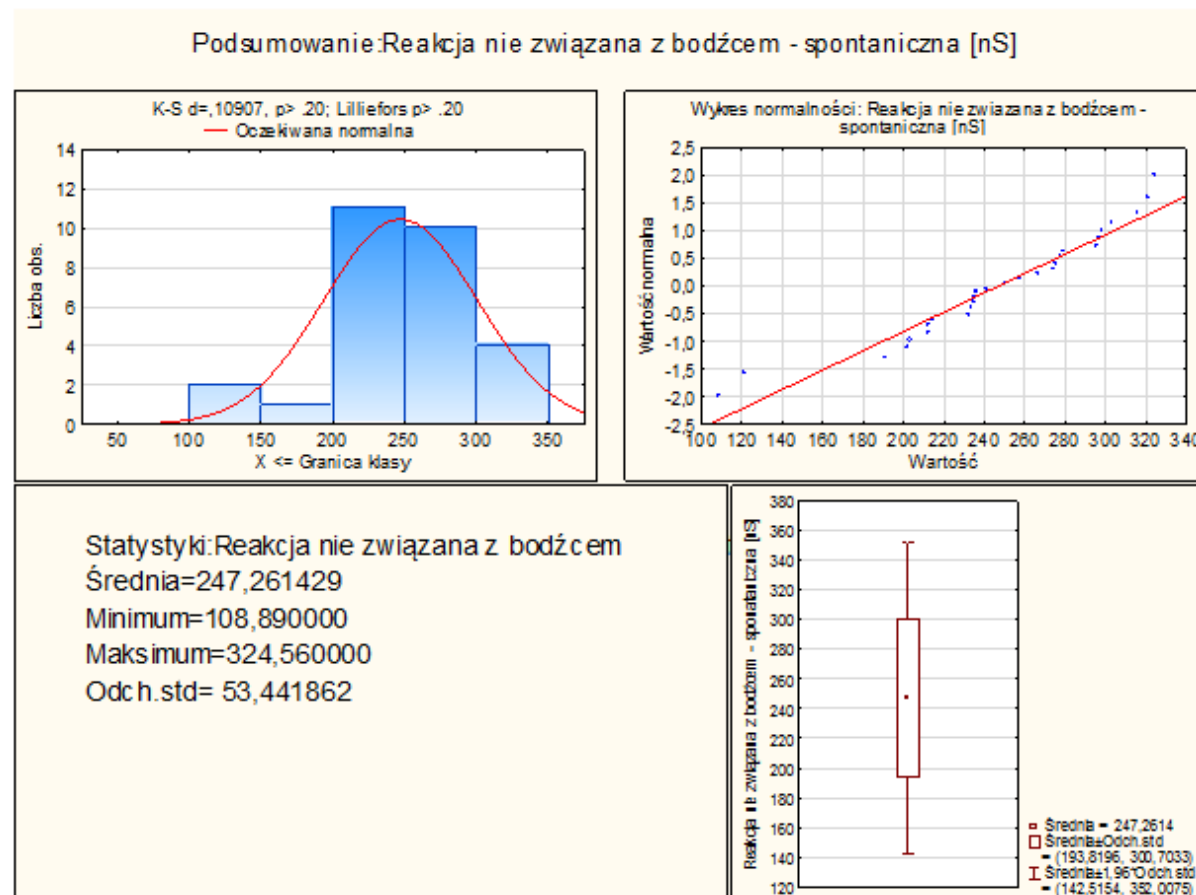
Nie jest spełniony warunek jednorodności wariancji nie można zastosować testów parametrycznych.

Para zmiennych	Test kolejności par Wilcoxona			
	Zaznaczone wyniki są istotne z $p < ,05000$			
	N Ważnych	T	Z	p
Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny [nS] & Reakcja na dźwięk o innej barwie [nS]	28	0,00	4,622599	0,000004



Amplituda reakcji na dźwięk tonalnie niepoprawny $1311,571 \pm 231,1207[nS]$ jest większa istotnie statystycznie od amplitudy reakcji na dźwięk o innej barwie $855,321 \pm 144,7898[nS]$ ($Z=4,622599$; $p=0,000004$).

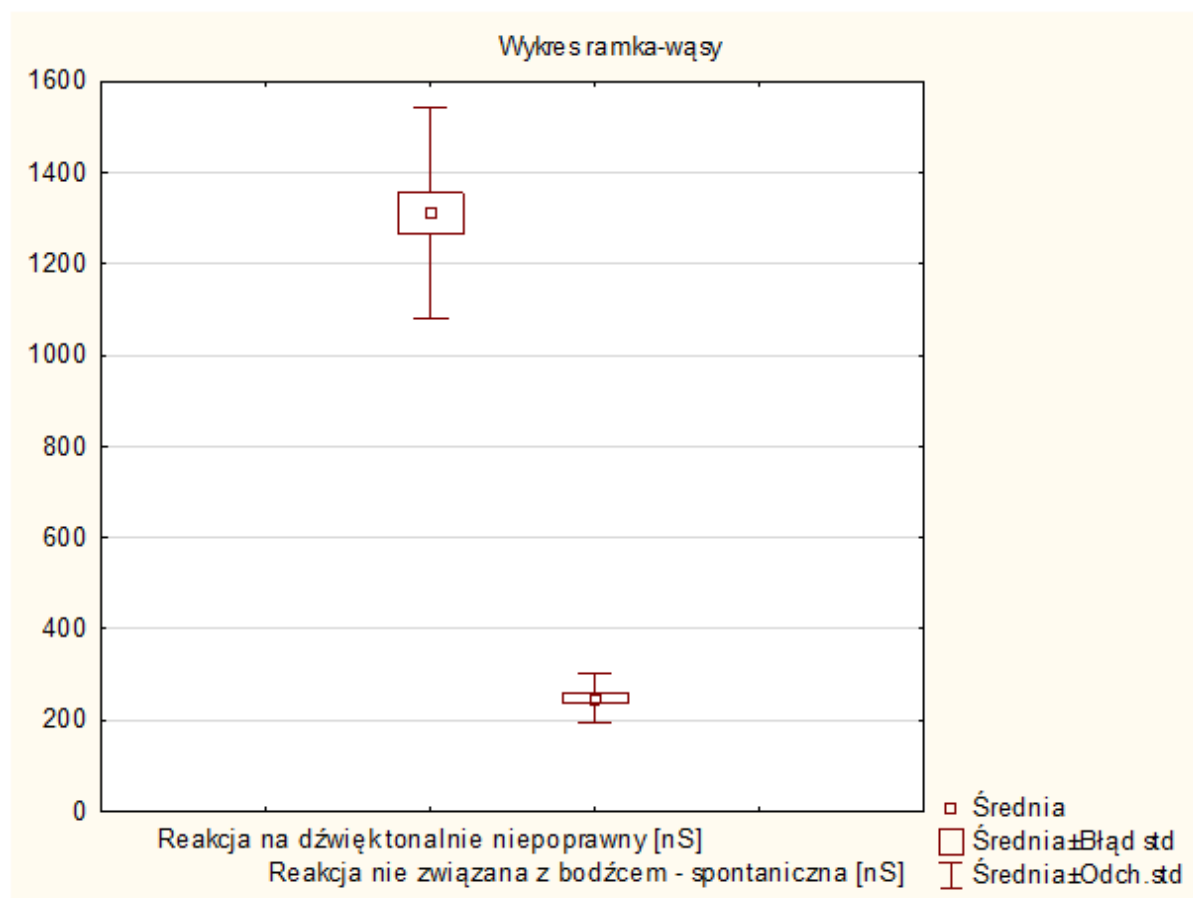
Zmienna	Statystyki opisowe			
	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch.std
Reakcja nie związana z bodźcem - spontaniczna [nS]	247,2614	108,8900	324,5600	53,44186



Grupa 1 wz. Grupy 2	Test jednorodności wariancji		
	Levene'a F(1,df)	df Levene'a	p Levene'a
Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny [nS] vs. Reakcja nie związana z bodźcem - spontaniczna [nS]	23,83151	54	0,000010

Nie jest spełniony warunek jednorodności wariancji nie można zastosować testów parametrycznych.

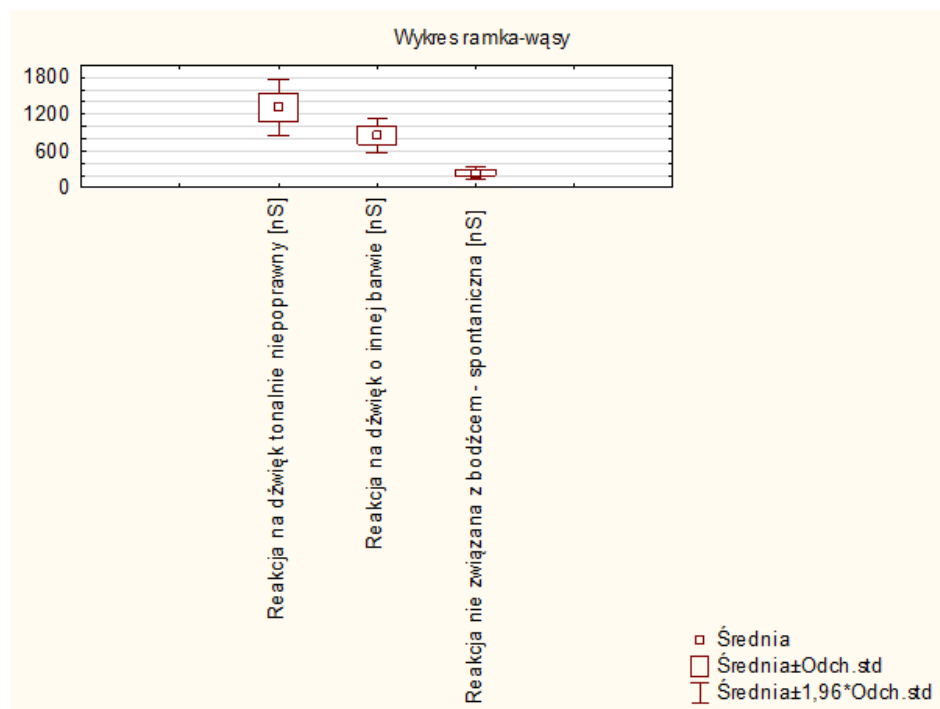
Para zmiennych	Test kolejności par Wilcoxona Zaznaczone wyniki są istotne z $p < ,05000$			
	N Ważnych	T	Z	p
Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny [nS] & Reakcja nie związana z bodźcem - spontaniczna [nS]	28	0,00	4,622599	0,000004



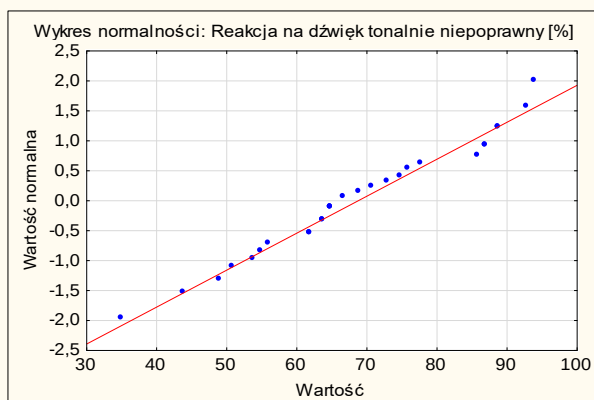
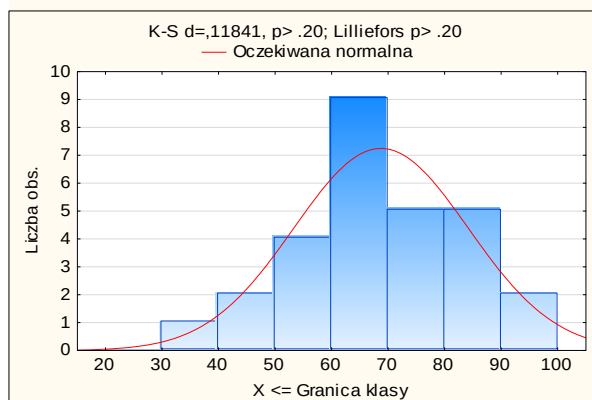
Amplituda reakcji na dźwięk tonalnie niepoprawny $1311,571 \pm 231,1207$ [nS] jest znacznie większa istotnie statystycznie od amplitudy reakcji spontanicznej – nie związanej z bodźcem $247,2614 \pm 53,44186$ [nS] ($Z=4,622599$; $p=0,000004$).

Zmienna	ANOVA Friedmana i współczynnik zgodności Kendalla Chi ² ANOVA (N = 28, df = 2) = 56,00000 p = 0,00000 Współczynnik zgodności = 1,0000 r śred. rang = 1,0000		
	Średnia Ranga	Suma Rang	Średnia
Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny [nS]	3,000000	84,00000	1311,571
Reakcja na dźwięk o innej barwie [nS]	2,000000	56,00000	855,321
Reakcja nie związana z bodźcem - spontaniczna [nS]	1,000000	28,00000	247,261

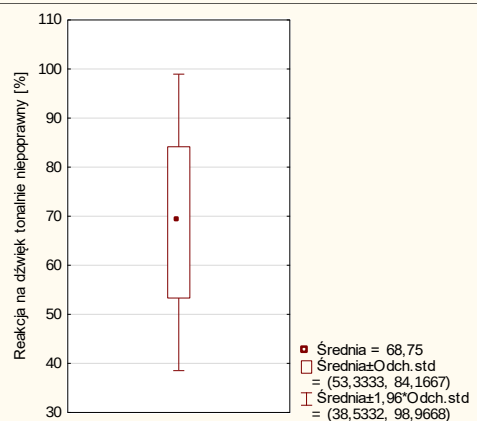
Amplituda reakcji na dźwięk tonalnie niepoprawny $1311,571 \pm 231,1207 [nS]$, amplituda reakcji na dźwięk o innej barwie $855,321 \pm 144,7898 [nS]$ oraz amplituda reakcji spontanicznej – nie związanej z bodźcem $247,2614 \pm 53,44186 [nS]$ różnią się istotnie statystycznie od siebie ($p > 0,005$).



Podsumowanie: Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny [%]

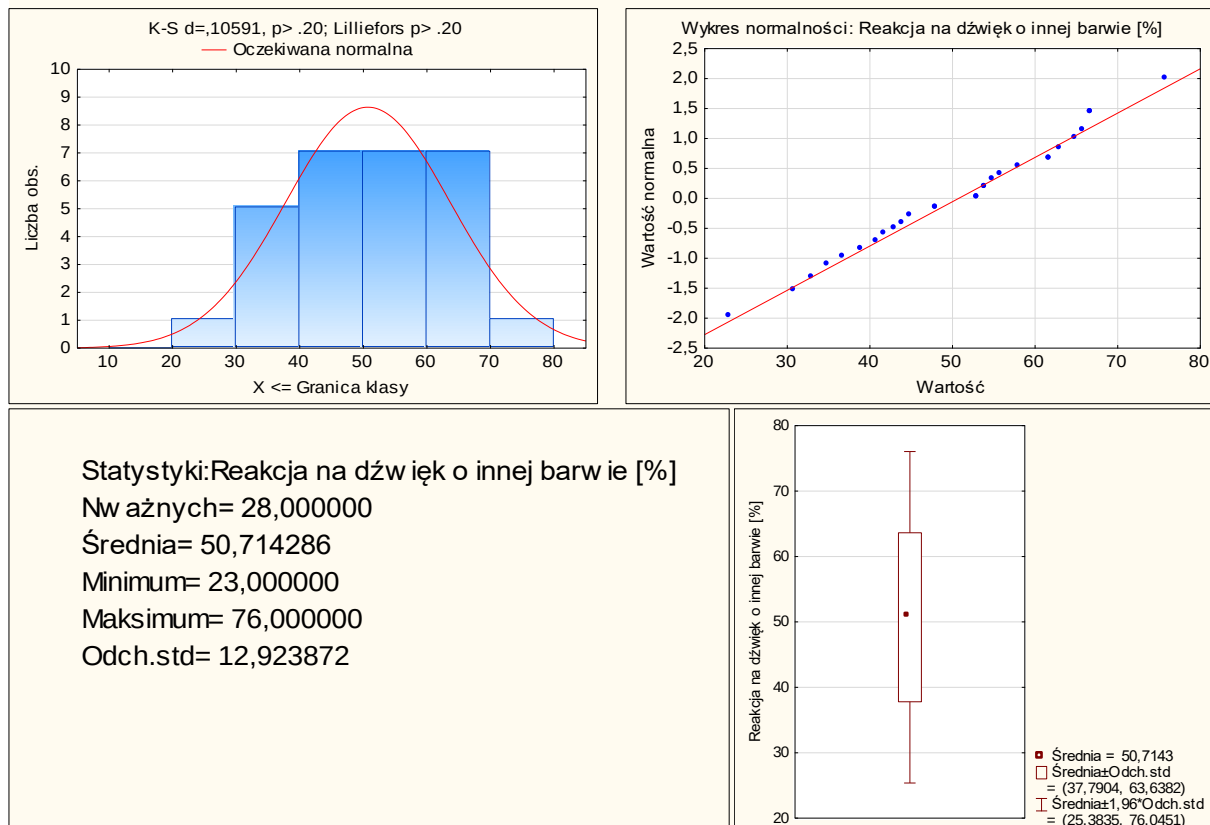


Statystyki: Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny
 Nw ażnych= 28,000000
 Średnia= 68,750000
 Minimum= 35,000000
 Maksimum= 94,000000
 Odch.std= 15,416742



Założenie normalności rozkładu jest spełnione.

Podsumowanie: Reakcja na dźwięk o innej barwie [%]



Założenie normalności rozkładu jest spełnione.

Zmienna	Statystyki opisowe			
	Średnia	Minimum	Maksimum	Odch.std
Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny [%]	68,75000	35,00000	94,00000	15,41674
Reakcja na dźwięk o innej barwie [%]	50,71429	23,00000	76,00000	12,92387

Grupa 1 wz. Grupy 2	Test jednorodności wariancji		
	Levene'a F(1,df)	df Levene'a	p Levene'a
Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny [%] vs. Reakcja na dźwięk o innej barwie [%]	0,596075	54	0,443445

Jest spełniony warunek jednorodności wariancji można zastosować testy parametryczne.

Zmienna	Test T dla prób zależnych Zaznaczone różnice są istotne z $p < ,05000$			
	Średnia	Odch.st.	Ważnych	Różnica
Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny [%]	68,75000	15,41674		
Reakcja na dźwięk o innej barwie [%]	50,71429	12,92387	28	18,03571

Zmienna	Test T dla prób zależnych Zaznaczone różnice są istotne z $p < ,05000$			
	Odch.st. Różnica	t	df	p
Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny [%]				
Reakcja na dźwięk o innej barwie [%]	20,12090	4,743130	27	0,000061

Zmienna	Test T dla prób zależnych Zaznaczone różnice są istotne z $p < ,05000$	
	Ufność -95,000%	Ufność +95,000%
Reakcja na dźwięk tonalnie niepoprawny [%]		
Reakcja na dźwięk o innej barwie [%]	10,23364	25,83778



Częstość reakcji na dźwięk tonalnie niepoprawny $68,75 \pm 15,41674$ [%] jest większa istotnie statystycznie od częstości reakcji na dźwięk o innej barwie $50,71429 \pm 12,92387$ [%] ($t=4,743130$; $p=0,000061$).

WNIOSKI I REKOMENDACJE

Podczas realizacji projektu badań dokonano przeglądu baz danych literaturowych oraz dokonano analizy publikacji. Na podstawie dostępnych źródeł literaturowych i obserwacji klinicznych opracowano teoretyczne uzasadnienie założeń projektu oraz użytych metod badawczych. Zebrane informacje zawarto w częściach teoretycznych raportu.

Kolejny etap prac to opracowanie narzędzi badawczych oraz bodźców muzycznych i mownych. Dokonano: kalibracji parametrów narzędzi badawczych, przygotowano wywiad kliniczny, przygotowano kwestionariusze oraz protokoły badania. Złożono wnioski do Komisji Bioetycznej z prośbą o wyrażenie zgody na przeprowadzenie badań. Komisja Bioetyczna przy UMK w Toruniu Collegium Medicum w Bydgoszczy wyraziła zgodę na wykonywanie badań.

Projekt realizowano zgodnie z przyjętym harmonogramem prac, których kolejnym etapem to przeszkolenie badaczy z protokołu badań, zapoznanie się z kwestionariuszami oraz procedurą postępowania podczas badań. Badaczy przeszkolono ze wszystkich metod badawczych zastosowanych w projekcie.

Etap przygotowań narzędzi badawczych to wydruk materiałów informacyjnych dla osób biorących udział w badaniu, skompletowaniu formularzy dla osoby badanej i badacza, przygotowanie zestawów testów wykorzystywanych do badań. Sporządzono dokumentację osoby badanej oraz przygotowano stanowiska do badań poprzez instalację właściwego oprogramowania na komputerach. Wykonano testy nowego oprogramowania.

Rekrutację przeprowadzono poprzez aktywne uczestnictwo w spotkaniach grupowych odbiorców projektu. Wykonano badania pilotażowe oraz przeprowadzono badania główne przy zastosowaniu sprzętu w różnych konfiguracjach.

Zakładane cele zadania zrealizowano, a zgromadzony materiał i zdobyte doświadczenie są podstawą do dalszej, pogłębionej analizy wyników, ich publikacji w recenzowanych czasopismach oraz planowania dalszych badań.

Przeprowadzono eksperymenty z wykorzystaniem oryginalnie przygotowanych bodźców mownych i muzycznych. Zgromadzono dane dotyczące reakcji elektrofizjologicznych i afektywnych na bodźce mowne i muzyczne i uporządkowano je dla celów analizy statystycznej. Przeprowadzono analizę statystyczną otrzymanych wyników. Stwierdzono, że u osób uzależnionych od hazardu oraz osób uzależnionych od substancji psychoaktywnych niektóre wartości parametrów elektrofizjologicznych (np. przewodność skóry) różnią się istotnie statystycznie od wartości tych parametrów u osób zdrowych. Np. reakcja skórno-galwaniczna na błędy tonalne i zmianę barwy dźwięku jest istotnie statystycznie większa u osób zdrowych w porównaniu do osób uzależnionych. Ze względu na dużą liczbę zebranych wyników oraz zróżnicowany charakter sygnałów biologicznych zastosowano różne metody analizy sygnałów, mające na celu odnalezienie różnic w reakcjach na bodźce muzyczne i mowne pomiędzy osobami uzależnionymi a osobami zdrowymi.

Zebrany obszerny materiał wymaga dalszej analizy danych - zwłaszcza zaawansowanej analizy sygnałów biologicznych, która realizowana jest we współpracy z zespołem Profesora Włodzimierza Klonowskiego z Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie.

Część badań (zbadano kilkadziesiąt osób) przeprowadzono we współpracy i z wykorzystaniem infrastruktury Laboratorium Psychologii Eksperymentalnej i Pracowni Psychologii Społecznej i Neuropsychologii Wyższej Szkoły Ekonomii i Innowacji w Lublinie - wyniki tych badań są intensywnie opracowywane i analizowane.

Przedstawiono w raporcie wybrane wyniki badań realizowanych we współpracy z Collegium Medicum UJ w Krakowie.

Część badań przeprowadzono w Instytucie Muzykologii UAM w Poznaniu oraz Instytucie Filozofii UKW w Bydgoszczy. Podczas całego cyklu badań ściśle współpracowano z Instytutem Językoznawstwa UAM oraz Instytutem Akustyki UAM w Poznaniu.

Część badań przeprowadzono w Zakładzie Karnym Fordon w Bydgoszczy oraz w Wojewódzkim Ośrodku Terapii Uzależnień i Współuzależnienia w Toruniu oraz w Poradni Leczenia Uzależnień w Bydgoszczy i w Gdańsku.

Liczbowe określenie skali działań zrealizowanych w ramach zadania

Poszczególne działania w zakresie realizowanego zadania publicznego wraz z krótkim opisem wykonania zadania	Terminy realizacji poszczególnych działań	Zleceniobiorca lub inny podmiot, który wykonywał działania w zakresie realizowanego zadania publicznego
zbieranie danych - badanie terenowe: przeprowadzono badania w których wzięło udział - 30 osób uzależnionych od hazardu patologicznego (F63), 30 osób uzależnionych głównie od opioidów (F11) (w ramach uzależnienia mieszanego F19), 30 osób nieuzależnionych do grupy kontrolnej, razem - 90 osób.	styczeń-czerwiec 2016	Stowarzyszenie MAR
organizacja i koordynacja zadania - nadzór nad prawidłową i terminową realizacją projektu, współpraca z członkami zespołu, organizacja badań i sprzętu badawczego, sporządzenie raportu	styczeń-grudzień 2016	Stowarzyszenie MAR/Collegium Medicum w Bydgoszczy/Medseven Sp z o. o.
prace administracyjne - obejmowały	styczeń-grudzień	Stowarzyszenie

przygotowanie umów, formularzy, bieżącą korespondencje podczas trwania projektu, prace dotyczące sprawozdań, raportu, opracowaniem danych	2016	MAR/Collegium Medicum w Bydgoszczy/Medseven Sp z o. o.
prace merytoryczne - obejmowały nadzór merytoryczny i prace merytoryczne dotyczące prawidłowej realizacji projektu oraz raportu	styczeń-grudzień 2016	Stowarzyszenie MAR/Collegium Medicum w Bydgoszczy/Medseven Sp z o. o.
analiza i opracowanie danych, wyników badań - wykonano analizy statystyczne sprawdzające zakładane hipotezy badawcze, wytworzono bazę danych z wynikami poszczególnych testów, wprowadzono i uporządkowano wyniki badań	lipiec-wrzesień 2016	Stowarzyszenie MAR/Collegium Medicum w Bydgoszczy/Medseven Sp z o. o.
wykonanie analizy statystycznej - na podstawie uzyskanych wyników przeprowadzono analizę statystyczną wyników	październik-listopad 2016	Stowarzyszenie MAR/Collegium Medicum w Bydgoszczy/Medseven Sp z o. o.
opracowanie raportu - sporządzono raport końcowy ze szczegółowym opisem etapów realizacji projektu oraz	październik-grudzień 2016	Stowarzyszenie MAR

uzyskanych wyników		
--------------------	--	--

Lp.	Nazwa działania	Liczba osób objętych oddziaływaniami w okresie sprawozdawczym	Liczba godzin w bieżącym okresie sprawozdawczym	Liczba godzin narastająco
1	MERYTORYCZNE			
1	zbieranie danych - badanie terenowe	6	411	411
2	złożenie i kontrola zbioru danych	1	80	80
3	obliczenia statystyczne wyników	3	100	100
4	jakościowa analiza danych	7	390	390
5	opracowanie raportu	7	100	100

2.	ADMINISTRACYJNE			
1	organizacja i koordynacja zadania	0	94	150
2	prace administracyjne	0	80	100
3	prace merytoryczne	0	20	50
4	prace finansowe	0	50	50
3.	RZECZOWE			
1	Koszt utrzymania pomieszczeń	0	2	5
	Łącznie:	24	1327	1436

Uwagi dodatkowe.

Do analizy wzięto pod uwagę liczbę osób zgodnie z założeniami projektu. Rzeczywista liczba odbiorców programu jest znacząco wyższa i wynosi przeszło dwieście osób. Odbiorcy zadania to osoby uzależnione od hazardu oraz osoby uzależnione od substancji psychoaktywnych oraz osoby zdrowe w Gdańsku, Bydgoszczy, Warszawie,

Toruniu, Poznaniu i Lublinie. Do odbiorców zadania należą też osoby uzależnione i zdrowe osadzone w Zakładzie Karnym w Bydgoszczy (Fordon).

Na każdym etapie prac ewaluacji poddawano różne elementy zadania. Jednym z pierwszych poddanych ocenie elementów to jakość przygotowanych bodźców mownych i muzycznych. Na podstawie dokonanej ewaluacji (odsłuchowa i instrumentalna ocena jakości dźwięku z wykorzystaniem oprogramowania WaveLab oraz Praat, eksperymenty pilotażowe) wybrano zestaw optymalnych bodźców. Ewaluacji poddano różne zestawy aparatury badawczej. Ewaluacji działania specjalnie dobranej aparatury (Zestaw do elektroencefalografii EGI Net Amps 400 z czepkami HydroCel GSN 256 i oprogramowaniem NetStation 5; Zestaw do okulometrii SMI RED500 z oprogramowaniem BeGaze; Zestaw FlexComp System T7555M z oprogramowaniem BioExport Recorder do rejestracji funkcji fizjologicznych, wraz z sensorami; Audiometr kliniczny Interacoustics AC40 z oprogramowaniem do testu Hughson-Westlake) dokonano przed przystąpieniem do głównej części badań eksperymentalnych. Na tym etapie realizacji zadania oceniono procedurę badawczą, wdrażaną w dalszych etapach prac, na którą składało się: zapis czynności elektrycznej mózgu – elektroencefalografia (EEG) 256-kanalowa w rozdzielczości czasowej 1000Hz, zapis aktywności wzrokowej - okulografia (ET) z lokalizacją sakad i fiksacji w rozdzielczości czasowej 500Hz, zapis wartości parametrów funkcji fizjologicznych organizmu w rozdzielczości czasowej 2028/256Hz, obejmujących monitorowanie częstości pracy serca (EKG/BVP), częstości oddechu (RR) oraz przewodności skóry (SC).

Badania mają interdyscyplinarny i nowatorski charakter, co wymusza dynamiczne dostosowywanie procedur i aparatury badawczej i związane z tym wykonanie badań pilotażowych oraz dobór specjalistów z różnych dyscyplin. Charakterystyka i zakres wykonanych badań podlega systematycznemu opracowywaniu w częściach umożliwiających publikację, np. część wyników ma ukazać się w czasopiśmie Frontiers in Psychology (praca złożona – etap odpowiadania na recenzję, manuskrypt w treści raportu). Przygotowywane bądź przygotowane są kolejne artykuły związane zarówno z procedurą badawczą jak i uzyskanymi wynikami. Części przedstawionych w raporcie

materiałów mają ukazać się w postaci artykułów między innymi w czasopiśmie Episteme. Zespół badawczy intensywnie pracuje nad kolejnymi tekstami do publikacji.

Ze względu na liczbę przebadanych osób i ilość uzyskanych wyników zaplanowano dalsze ich oporawianie we współpracy ze specjalistami od analizy sygnału, językozwcami, muzykologami, psychologami, biologami i lekarzami oraz innymi specjalistami.

Literatura

1. Ackermann, H., Hage, S. R., & Ziegler, W. (2014). Brain mechanisms of acoustic communication in humans and nonhuman primates: An evolutionary perspective. *Behavioral and Brain Sciences*, 37(6), 529–546. <https://doi.org/10.1017/S0140525X13003099>
2. Berent I. *The phonological mind*. Cambridge University Press, Cambridge and New York.
3. Bielawski L. Muzyka jako system fonologiczny. *Res Facta*, 1968, (3), 166–171.
4. Bielawski, L. (2015). *Czas w muzyce i kulturze*. Warszawa: Instytut Sztuki Polskiej Akademii Nauk.
5. Bradley M.M. Natural selective attention: Orienting and emotion *Psychophysiology*. 2009, 46(1), 1–11.
6. Brandt, A., Gebrian, M., & Slevc, L. R. (2012). Music and early language acquisition. *Frontiers in Psychology*, 3(SEP), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00327>
7. Brindle Jonathan Allen and Samuel Awinkene Atintono. A Comparative Study of Topological Relation Markers in Two Gur Languages: GurenE and Chakali. in *Selected Proceedings of the 42nd Annual Conference on African Linguistics*, ed. Michael R. Marlo et al., 195-207. Somerville, MA: Cascadilla Proceedings Project, 2012.
8. Brown, S. (2000). The “musilanguage” model of musical evolution. In N. L. Wallin, B. Merker, & S. Brown (Eds.), *The origins of music* (pp. 271–300). Cambridge: The MIT Press. Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=vYQEakqM4I0C&oi=fnd&pg=PA271&dq=sound+descriptor+music+musical+analysis+&ots=i1a4sZeupL&sig=sPm2nMlaIK2rR129Ype0IG-YKiQ>
9. Chomsky N. (1982). *Zagadnienia teorii składni*. Ossolineum, Wrocław.
10. Chou K.L., Afifi T.O. Disordered (pathologic or problem) gambling and axis I psychiatric disorders: results from the National Epidemiologic Survey on Alcohol and Related Conditions. *Am. J. Epidemiol.* 2011, 173(11), 1289-97.

11. Clark C.N., Downey L.E., Warren J.D. Brain disorders and the biological role of music. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.*, 2014 [<http://scan.oxfordjournals.org>].
12. Corballis, M. C. (1993). *The lopsided ape: evolution of the generative mind*. New York, Oxford: Oxford University Press.
13. Corballis, M. C. (2002). *From Hand to Mouth: The origins of languages*. Language Evolution. Oxford, New York: Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199244843.003.0011>
14. Deutsch D., Lapidis R., Henthorn T. (2008). The speech-to-song illusion. *Journal of the Acoustical Society of America*, 124(4), 2471.
15. Deutsch, D., Henthorn, T., & Lapidis, R. (2011). Illusory transformation from speech to song. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129(4), 2245–2252.
<https://doi.org/10.1121/1.3562174>
16. Dor D. (2000). From the autonomy of syntax to the autonomy of linguistic semantics. Notes on the correspondence between the transparency problem and the relationship problem. *Pragmatics & Cognition*, 8(2), 325–356.
17. Downey L.E., Blezat A., Nicholas J., et al. Mentalising music in frontotemporal dementia. *Cortex*, 2013, 49 (7), 1844–55.
18. Dziubalska-Kołaczyk K., Krynicki G. Phonotactic preferences in Polish and English: Quantitative perspective. *Poznań Linguistic Meeting*, 2007
19. Dziubalska-Kołaczyk, K., Pietrala, D. i Aperiński. G. 2014. The NAD Phonotactic Calculator – an online tool to calculate cluster preference in English, Polish and other languages.
20. Fitch, W. T. Production of Vocalizations in Mammals. *Encyclopedia of Language and Linguistics*, edited by K. Brown (Elsevier, Oxford), 2006, 115-121.
21. Fitch, W. T., & Jarvis, E. D. (2013). Birdsong and Other Animal Models for Human Speech, Song, and Vocal Learning. In *Language, Music and the Brain* (pp. 499–539).
22. Fotros A., Casey K.F., Larcher K., Verhaeghe J.A., Cox S.M., Gravel P., Reader A.J., Dagher A., Benkelfat C., Leyton M. Cocaine cue-induced dopamine release in amygdala and hippocampus: a high-resolution PET [¹⁸F]fallypride study in cocaine dependent participants. *Neuropsychopharmacology*. 2013, 38(9), 1780-8.

23. Gorzelańczyk E. J., Podlipniak P. Poszukiwanie uniwersalnych mechanizmów przetwarzania muzyki, 2006, 41-48 w: Człowiek – jego bioelektroniczna konstrukcja a percepcja muzyki, studium monograficzne, Cieszyn, 2006 (red. Adamski A.).
24. Gorzelańczyk E. J., Podlipniak P., Laskowska I. Singing as a form of human emotional communication The third Conference on Interdisciplinary Musicology (CIM07) Tallinn, Estonia 15 -19.08.2007.
25. Gorzelańczyk E.J. Podlipniak P. The hierarchical structure of emotional communication by means of music from an evolutionary perspective Evolution of Emotional Communication: From Sounds in Nonhuman Mammals to Speech and Music in Man, Hanover, Niemcy 27-29.09.2007.
26. Gorzelańczyk E.J., Ackermann D., Olzak M., Laskowska I., Walecki P. Pętle prążkowiowo-wzgórzowo-korowe. Fizjologiczna kontrola funkcji motorycznych, emocjonalnych i poznawczych. Episteme. 2010, 11(1), 343-368.
27. Gorzelańczyk E.J., Podlipniak P., Walecki P. Measurement of Changes in Skin Conductance Evoked by Musical Stimuli., IFMBE Proceeding, 2013, 38, 59-62.
28. Gorzelańczyk, E. J. (2011). Functional Anatomy , Physiology and Clinical Aspects of Basal Ganglia. In J. F. P. Peres (Ed.), Neuroimaging for Clinicians - Combining Research and Practice, (pp. 89–106). Rijeka: InTech.
29. Gouzoules, H., Gouzoules, S. Agonistic screams differ among four species of macaques: the significance of motivation-structural rules. Animal Behaviour, 2000, 59(3), 501–512.
30. Hauser, M. D., Chomsky, N., & Fitch, W. T. (2002). The faculty of language: what is it, who has it, and how did it evolve? Science, 298(5598), 1569–1579. <https://doi.org/10.1126/science.298.5598.1569>
31. Huron, D. B. (2006). Sweet anticipation: Music and the psychology of expectation (1st ed.). Cambridge, Mass, London: MIT.
32. Jacob F. Evolution and Tinkering. Science, 1977,. 196(4295), 1161–1166.
33. Jürgens U. (The Neural Control of Vocalization in Mammals: A Review. Journal of Voice, 2009, 23(1), 1–10.
34. Jürgens, U. Neural pathways underlying vocal control. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 2002, 26(2), 235–258.

35. Juslin P., & Scherer, K. R. (2005). Vocal expression of affect. In J. A. Harrigan, R. Rosenthal, & K. R. Scherer (Eds.), *Series in affective science. The new handbook of methods in nonverbal behavior research* (pp. 65–135). New York: Oxford University Press.
36. Juslin P.N. From everyday emotions to aesthetic emotions: towards a unified theory of musical emotions. *Physics of Life Reviews*, 2013, 10(3), 235–66.
37. Koelsch S. From Social Contact to Social Cohesion The 7 Cs. *Music and Medicine*, 2013, 5(4), 204–9.
38. Krumhansl C. L. (1990). *Cognitive foundations of musical pitch*. Oxford psychology series: Vol. 17. New York: Oxford University Press.
39. Krumhansl C. L., & Cuddy, L. L. (2010). A Theory of Tonal Hierarchies in Music. In M. Riess Jones, R. R. Fay, & A. N. Popper (Eds.), *Music Perception* (pp. 51–87). New York, NY: Springer Science+Business Media, LLC.
40. Lerdahl F. (2013). Musical syntax and Its Relation to Linguistic Syntax. In M. A. Arbib (ed.), *Language, music, and the brain. A mysterious relationship* (pp. 257-272). The MIT Press, Cambridge and London.
41. Lerdahl F., & Jackendoff, R. (1983). *A generative theory of tonal music*. Cambridge, Mass: MIT Press.
42. Lerdahl, F. (2013). Musical Syntax and Its Relation to Linguistic Syntax. In M. A. Arbib (Ed.), *Language, Music, and the Brain* (pp. 257–272). Cambridge, London: The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262018104.003.0010>
43. London, J. (2012). Three Things Linguists Need to Know About Rhythm and Time in Music. *Empirical Musicology Review*, 7(1–2), 5–11. Retrieved from file:///Users/CoryMeals/Dropbox/Library.papers3/Files/D2/D2F28AAA-B797-4AC4-8452-7105FD201B5E.pdf%5Cnpapers3://publication/uuid/E32B0FF7-8993-4F52-A53D-51146F185346
44. Maestriperi D., Jovanovic T., Gouzoules H. Crying and Infant Abuse in Rhesus Monkeys. *Child Development* 2000, 71(2), 301–309.
45. Margulis E. H. (2014). *On repeat. How music plays the mind*. Oxford University Press, Oxford and New York.

46. Margulis, E. H., Simchy-Gross, R., & Black, J. L. (2015). Pronunciation difficulty, temporal regularity, and the speech-to-song illusion. *Frontiers in Psychology*, 6(JAN). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00048>
47. Mas-Herrero E., Zatorre R.J., Rodriguez-Fornells, A., Marco-Pallares, J. Dissociation between musical and monetary reward responses in specific musical anhedonia. *Current Biology*, 2014, 24(6), 699–704.
48. Merker B. Is There a Biology of Music, and Why Does it Matter? In R. Kopiez (Ed.), *Proceedings of the 5th triennial conference of the European Society for the Cognitive Sciences of Music (ESCOM)*. Hanover University of Music and Drama, September 8 - 13, 2003, 402–405. Hanover: Inst. for Research in Music Education.
49. Merker, B. (2002). Music: The Missing Humboldt System. *Musicae Scientiae*, 6, 3–21. <https://doi.org/10.1177/102986490200600101>
50. Meyer L. B. (1956). *Emotion and meaning in music*. [Chicago]: University of Chicago Press.
51. Narayanan S., Georgiou P.G. Behavioral Signal Processing: Deriving Human Behavioral Informatics From Speech and Language: Computational techniques are presented to analyze and model expressed and perceived human behavior-variedly characterized as typical, atypical, distressed, and disordered-from speech and language cues and their applications in health, commerce, education, and beyond. *Proc IEEE Inst Electr. Electron. Eng.* 2013, 101(5), 1203-1233.
52. Necker, L. A. (1832). LXI. Observations on some remarkable optical phænomena seen in Switzerland; and on an optical phænomenon which occurs on viewing a figure of a crystal or geometrical solid. *Philosophical Magazine Series 3*, 1(5), 329–337. <https://doi.org/10.1080/14786443208647909>
53. Ober J., Dylak J., Gryncewicz W., Przedpelska-Ober E., Sakkadometria – nowe możliwości oceny stanu czynnościowego ośrodkowego układu nerwowego, *Nauka*, 2009, 4, 109-135.
54. Pasgreta K., Gorzelańczyk E.J., Zaburzenia emocjonalne i motoryczne w chorobie Alzheimera - perspektywa neurobiologiczna. *Episteme*. 2010, 11(1), 37-56.
55. Patel, A. D. (2008). *Music, language, and the brain*. Oxford, New York: Oxford University Press.

56. Podlipniak P. Specific emotional reactions to tonal music - indication of the adaptive character of tonality recognition. in: Proceedings of the 3rd International Conference on Music & Emotion (ICME3), Jyväskylä, Finland, 11th - 15th June 2013. Geoff Luck & Olivier Brabant (Eds.).
57. Podlipniak P., Gorzelańczyk E.J. Ewolucyjne źródła zdolności muzycznych a muzyka tonalna. *Episteme*. 2010, 11(1), 113-126.
58. Podlipniak P., Zator A., Gorzelańczyk E.J. Percepcja słuchowa a percepcja muzyki. *Episteme*. 2010, 11(1), 369-384.
59. Podlipniak, P. (2015). The Ability of Tonality Recognition as One of Human-Specific Adaptations. In C. Maeder & M. Reybrouck (Eds.), *Music, analysis, experience. New Perspectives in Musical Semiotics* (pp. 151–166). Leuven/Louvain (Belgium): Leuven University Press.
60. Probst C.C., van Eimeren T. The functional anatomy of impulse control disorders. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2013,13(10),386.
61. Rakowski A. The phonological system of musical language in the domain of pitch. *Interdisciplinary Studies in Musicology*, 1997, (4), 211-221.
62. Rakowski A. Wysokość dźwięku jako materiał fonologiczny języka muzycznego. *Muzyka*, 1998, (43), 7–24.
63. Reybrouck, M. (2013). From Sound to Music: An Evolutionary Approach to Musical Semantics. *Biosemiotics*, 6(3), 585–606. <https://doi.org/10.1007/s12304-013-9192-6>
64. Rocławski, B. Zarys fonologii, fonetyki, fonotaktyki i fonostatystyki współczesnego języka polskiego. Skrypty Uczelniane - Uniwersytet Gdański. Wydawnictwo Uczelniane Uniwersytetu Gdańskiego, 1986 (1976).
65. Romanczuk-Seiferth N., van den Brink W., Goudriaan A.E. From Symptoms to Neurobiology: Pathological Gambling in the Light of the New Classification in DSM-5. *Neuropsychobiology*. 2014, 70(2), 95-102.
66. Rothenberg D., Roeske, T. C., Voss, H. U., Naguib, M., & Tchernichovski, O. Investigation of musicality in birdsong. *Hearing Research*, 2014, 308, 71–83.
67. Rousseau J.J. (1781). *Essai sur l'Origine des Langues*. Paris: Flammarion.

68. Salimpoor V.N., van den Bosch, I., Kovacevic, N., McIntosh, A.R., Dagher, A., Zatorre, R.J. Interactions between the nucleus accumbens and auditory cortices predict music reward value. *Science*, 2013, 340, 216–9.
69. Scherer K. R. Emotion in Action, Interaction, Music, and Speech. In M. A. Arbib (Ed.), *Strüngmann Forum Reports. Language, music, and the brain. A mysterious relationship* (pp. 107–139).
70. Schönwiesner M., Rübsamen R., & Cramon D. Y. von. Hemispheric asymmetry for spectral and temporal processing in the human antero-lateral auditory belt cortex. *European Journal of Neuroscience*, 2005, 22(6), 1521–1528.
71. Schönwiesner M., Rübsamen R., & Cramon D. Y. von. Spectral and Temporal Processing in the Human Auditory Cortex--Revisited. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2005, 1060(1), 89–92.
72. Selye H. The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. *Journal of Clinical Endocrinology* 1946, 6, 117-231.
73. Selye H. The story of the adaptation syndrome. Montreal: ACTA Inc, 1952.
74. Shannon, R. V, Zeng, F.-G. G., Kamath, V., Wygonski, J., & Ekelid, M. (1995). Speech recognition with primarily temporal cues. *Science*, 270(5234), 303–304. <https://doi.org/10.1126/science.270.5234.303>
75. Snyder, B. (2000). *Music and memory: An introduction*. Cambridge, Mass: MIT Press.
76. Stainsby, T., & Cross, Ti. (2008). The perception of pitch. In S. Hallam, I. Cross, & M. Thaut (Eds.), *The Oxford Handbook of Music Psychology* (Vol. 1, pp. 47–58). Oxford, New York: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhnb/9780199298457.013.0005>
77. Śledziński, D. 2010. Fonemy, difony, trifony i sylaby – charakterystyka jednostek na podstawie korpusu tekstowego. *Kwartalnik Językoznawczy*, 3-4, str. 84-113.
78. Tan H., Ahmad T., Loureiro M., Zunder J., Laviolette S.R. The role of cannabinoid transmission in emotional memory formation: implications for addiction and schizophrenia. *Front. Psychiatry*, 2014, 30(5), 73.
79. Terwogt M.M., Van Grinsven F. Recognition of emotions in music by children and adults. *Perceptual and Motor Skills*, 1988, 67(3), 697–8.

80. Wierzchowska, B. Fonetyka i fonologia języka polskiego. Wrocław: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1980.
81. Xu, L., Thompson, C. S., & Pfingst, B. E. (2005). Relative contributions of spectral and temporal cues for phoneme recognition. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 117(May 2005), 3255–3267. <https://doi.org/10.1121/1.1886405>
82. Zatorre R. J., & Belin P. Spectral and Temporal Processing in Human Auditory Cortex. *Cerebral Cortex*, 2001, 11(10), 946–953.
83. Zatorre R.J., Salimpoor V.N. From perception to pleasure: music and its neural substrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2013, 110c (Suppl 2), 10430–7.
84. Zatorre, R. J., & Baum, S. R. (2012). Musical melody and speech intonation: Singing a different tune. *PLoS Biology*, 10(7), 5. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001372>
85. Zimmermann, E., Leliveld, L., & Schehka, S. (2013). Toward the evolutionary roots of affective prosody in human acoustic communication: A comparative approach to mammalian voices. In E. Altenmüller, S. Schmidt, & E. Zimmermann (Eds.), *Evolution of Emotional Communication: from Sounds in Nonhuman Mammals to Speech and Music in Man*. (pp. 116–132). Oxford, New York.