

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Wydział Psychologii i Kognitywistyki

Zakład Psychologii Poznawczej

**MGR MARTA MOLIŃSKA**

**Wpływ lęku sytuacyjnego na funkcjonowanie wyobraźni  
przestrzennej – rola pamięci roboczej**

The influence of state anxiety on spatial imagery: the role of working memory

Rozprawa doktorska napisana

pod kierunkiem

prof. UAM dr hab. Aleksandry Parobkiewicz - Jasielskiej



Poznań, 2022

Pragnę wyrazić wdzięczność Promotor: Pani  
Profesor Aleksandrze Parobkiewicz - Jasielskiej za  
wiedzę i życzliwość,

Pracownikom Zakładu Psychologii Poznawczej  
za inspirującą wymianę myśli podczas seminariów,

Doktorom: Maciejowi Behnke  
oraz Michałowi Kosakowskimi  
za wszelką udzieloną mi pomoc  
w procesie badawczym,

a także moim Najbliższym,

Rodzicom,  
za nieprzerwane kibicowanie mi na tej drodze,

Adamowi,  
za obecność pełną wsparcia i wiary we mnie.

**Marta Molińska**

## **Wpływ lęku sytuacyjnego na funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej**

### **– rola pamięci roboczej**

**Słowa kluczowe:** kontrola uwagowa, lęk sytuacyjny, pojemność pamięci roboczej,  
wyobraźnia przestrzenna

Doświadczenie lęku jest powszechne, adaptacyjne i pojawia się w codziennych sytuacjach jak np. oczekiwanie na wyniki egzaminu czy oczekiwanie na publiczne wystąpienie. Lęk wiąże się z aktywacją współczulnego układu nerwowego oraz zmianami w funkcjonowaniu poznawczym – stronniczością uwagową oraz występowaniem obaw i niepokoju. Zgodnie z Teorią Kontroli Uwagowej lęk zakłóca procesy kontroli uwagowej oraz równowagę pomiędzy dwoma systemami: odgórnymi procesami uwagowymi związanymi z zachowaniem ukierunkowanym na cel oraz oddolnymi związanymi z reagowaniem na występujące w otoczeniu bodźce. Dotychczas przeprowadzone badania ukazywały negatywny wpływ lęku – cechy na funkcje wykonawcze oraz wyższe procesy poznawcze jak procesy wyobraźni przestrzennej. Jednakże, wyniki badań prowadzonych nad lękiem - stanem i wyobraźnią przestrzenną nie są spójne. Część badań wskazuje, iż lęk sytuacyjny usprawnia wyobraźnię przestrzenną, jednakże część ukazuje negatywne oddziaływanie lęku. Niewiele także wiadomo na temat oddziaływania lęku na dwa odmienne typy wyobraźni przestrzennej: transformacje egocentryczne i transformacje allocentryczne.

Głównym celem badania była weryfikacja wpływu lęku sytuacyjnego na wyobraźnię przestrzenną w odniesieniu do transformacji egocentrycznych i transformacji allocentrycznych. Jednocześnie, założono, iż relacja ta jest moderowana przez pojemność pamięci roboczej odzwierciedlającą indywidualne różnice w kontroli uwagowej.

Lęk wzbudzano w warunkach laboratoryjnych w zadaniu realizowanym w paradygmacie przygotowania wystąpienia, który odnosi się do antycypacyjnej natury lęku. Manipulacja

eksperymentalna była kontrolowana poprzez nieinwazyjny pomiar aktywności sercowo – naczyniowej na podstawie parametrów EKG oraz ICG za pomocą urządzenia do pomiaru psychofizjologicznego VU – AMS.

Uczestnicy wykonywali trzy zadania komputerowe na wyobraźnię przestrzenną: Test Przyjmowania Perspektywy, Test Rotacji Mentalnych z bodźcami w formie liter oraz Test Rotacji Mentalnych z bodźcami w formie figur. Pod koniec badania uczestnicy wykonywali komputerowe zadanie Ospan służące do pomiaru pojemności pamięci roboczej.

W badaniu wzięło udział 149 osób należących do populacji ogólnej, jednakże z powodu utraty danych analiza wskaźników psychofizjologicznych została przeprowadzona na próbie 91 osób w odniesieniu do częstotliwości skurczów serca oraz 88 osób w odniesieniu do okresu przedwyrzutowego lewej komory serca. Analiza danych behawioralnych przebiegała na próbie 129 osób.

Pomimo, iż dane psychofizjologiczne ukazały aktywację wagalno – sympatyczną, dane behawioralne nie wykazały wpływu lęku sytuacyjnego na wyobraźnię przestrzenną. Nie odnotowano różnic w wykonaniu zadań pomiędzy grupą kontrolną a grupą eksperymentalną. Również hierarchiczna analiza regresji nie wykazała moderującej roli pamięci roboczej w ujmowanej relacji.

Wyniki ukazują, iż wzbudzony lęk mógł subtelnie oddziaływać na układ nerwowy, jednakże nie miało to wpływu na wykonanie zadań. Przypuszczalnie wzbudzony „umiarkowany” lęk umożliwia aktywację strategii regulacyjnych, które pozwalają poradzić sobie z postrzeganym zagrożeniem. Wyobraźnia przestrzenna może nie być podatna na oddziaływanie umiarkowanego lęku, jeżeli stanowi ona domenę sfery zdolności człowieka i jest sytuacyjnie stabilna, gdyż osoby dysponujące tą zdolnością korzystają z dobrze ugruntowanych strategii wykonania zadań.

W przyszłych badaniach należy przyjrzeć się roli kontroli poznawczej w transformacjach egocentrycznych i allocentrycznych. Wartościowych informacji mogą również dostarczyć badania kompleksowe, prowadzone z użyciem zróżnicowanych bodźców wzbudzających lęk.

**Marta Molińska**

**The influence of state anxiety on spatial imagery  
– the role of working memory**

**Key words:** attentional control, state anxiety, working memory capacity, spatial imagery

Anxiety is ubiquitous as well as adaptive emotion and occurs in daily situations like anticipation of exam results or waiting to give public speech in front of the audience. It involves both sympathetic arousal and cognitive alterations like attentional bias as well as worry and worrisome thoughts. According to Attentional Control Theory anxiety disrupts attentional control and the balance between two attentional systems: top – down processes which are goal - directed and stimulus – driven bottom – up processes. Previous studies have demonstrated that trait anxiety impairs executive functions and higher - level cognitive processes like spatial imagery. However, results from studies on state anxiety and spatial imagery are not that conclusive. Some studies suggest that state anxiety improves spatial processing and some of them show that state anxiety has negative effect on spatial imagery. Little is known about the different effects of state anxiety on egocentric and allocentric mental transformations in spatial imagery.

The main aim of study was to determine the influence of state anxiety on spatial imagery functioning in reference to egocentric and allocentric spatial transformations. Parallely it was assumed that this relation is moderated by working memory capacity which reflects individual differences in attentional control abilities.

State anxiety was induced in laboratory conditions in speech – preparation paradigm reflecting the anticipatory nature of anxiety. The manipulation was controlled in unobstrusive psychophysiological measurement of cardiovascular activity using parameters of ECG and thorax impedance with VU – AMS device.

The behavioral data were obtained from spatial task performed on computer: Perspective Taking Task, Mental Rotation Task with figure stimuli and Mental Rotation Task with letter

stimuli. In the end of session participants performed Ospan task in order to investigate working memory capacity.

The sample included 149 healthy participants but due to missing data the analysis of sympathetic activation was restricted to 91 subjects in order to investigate heart rate and to 88 subjects in order to investigate preejection period. Behavioral data were obtained from 129 subjects.

Although psychophysiological data allowed to observe slight increase in vagal - sympathetic activation, the behavioral data did not confirm the influence of state anxiety on spatial imagery. No differences in task performance between control and experimental group were found. Furthermore, the hierarchical linear regression did not confirm the moderating role of working memory capacity in that relation.

The results suggest that the induced anxiety may have subtle effects on sympathetic activity but no influence on spatial tasks performance. Perhaps experienced mild anxiety helps to develop regulatory strategies to deal with perceived threat. On the other hand, spatial imagery can be resistant to mild anxiety because is related to dispositional abilities and it is constant through different situations because the subjects were using well – established strategies to perform tasks.

Future studies should investigate in depth the relationship between anxiety and spatial processes including the role of attentional control in egocentric as well as allocentric transformations. Furthermore, the complex studies on state anxiety with different stimuli may also bring valuable observations.

## Spis treści

Wprowadzenie w problematykę pracy .....	12
Rozdział 1. Doświadczanie lęku.....	15
1.1 Wprowadzenie .....	15
1.2 Lęk jako doświadczenie emocjonalne .....	15
1.2.1 Długie dzieje i krótka historia lęku jako konstruktu psychologicznego .....	15
1.2.2 Lęk jako stan i lęk jako cecha .....	16
1.2.3 Lęk a strach.....	17
1.2.4 Perspektywa ewolucyjna lęku.....	20
1.2.5 Lęk w znaczeniu klinicznym .....	21
1.3 Poznawcze aspekty doświadczania lęku .....	22
1.3.1 Pojęcie tendencyjności uwagowej .....	22
1.3.2 Mechanizm tendencyjności uwagowej .....	23
1.3.3 Kliniczne znaczenie tendencyjności uwagowej.....	24
1.4 Neurobiologiczne aspekty doświadczania lęku .....	25
1.4.1 Obwód neuronalny ciało migdałowate – kora przedczołowa .....	25
1.4.2 Zmiany w wydzielaniu wewnętrznym .....	28
1.4.2.1 Oś SAM i układ LC - NE .....	28
1.4.2.2 Oś HPA .....	30
1.5 Podsumowanie.....	31
Rozdział 2 Wyobrażenia jako proces poznawczy.....	33
2.1 Wprowadzenie .....	33
2.2 Wyobrażenia przestrzenne jako odgórny proces poznawczy .....	33
2.2.1 Wyobrażenia umysłowe .....	33
2.2.2 Neurobiologia percepcji i wyobrażeń .....	34
2.2.2.1 Mechanizm procesu oddolnego.....	35
2.2.2.2 Mechanizm procesu odgórnego .....	36
2.2.2.3 Neuropsychologiczne zróżnicowanie wyobraźni umysłowej .....	38
2.3 Zróżnicowanie wyobraźni umysłowej .....	38
2.3.1 Wyobrażenia obiektowe.....	39
2.3.2 Wyobrażenia przestrzenne .....	39
2.3.2.1 Transformacje egocentryczne .....	41
2.3.2.2 Transformacje allocentryczne .....	42

2.3.3	Pozaprzestrzenne operacje umysłowe zaangażowane w procesy wyobrazeniowe.....	43
2.4	Funkcjonalne znaczenie wyobraźni przestrzennej.....	44
2.5	Różnice płciowe w wyobraźni przestrzennej .....	46
2.5.1	Czynniki biologiczne .....	47
2.5.2	Czynniki socjalizacyjne.....	47
2.6	Podsumowanie.....	48
	Rozdział 3 Wpływ lęku na wyobraźnię przestrzenną.....	49
3.1	Wprowadzenie .....	49
3.2	Mechanizmy wpływu lęku na procesy poznawcze .....	49
3.2.1	Wpływ lęku na procesy uwagowo – kontrolne .....	49
3.2.1.1	Oddolne i odgórne procesy uwagowe.....	50
3.2.1.2	Facylitacja przetwarzania treści związanych z zagrożeniem.....	50
3.2.1.3	Proaktywna i retroaktywna kontrola poznawcza .....	51
3.2.2	Mechanizm interferencji poznawczej .....	52
3.2.2.1	Niepokój i obawy jako treściowe aspekty lęku .....	52
3.2.3	Teoria Kontroli Uwagowej .....	53
3.2.3.1	Efektywność i skuteczność .....	55
3.2.3.2	Komponenty kontroli uwagowej.....	55
3.2.4	Obraz badań nad wpływem lęku na procesy poznawcze .....	56
3.3	Wpływ lęku na wyobraźnię przestrzenną .....	56
3.3.1	Przesłanki poznawcze .....	57
3.3.2	Przesłanki neurobiologiczne .....	58
3.3.3	Przesłanki kliniczne i subkliniczne .....	59
3.4	Obraz badań nad wpływem lęku na wyobraźnię przestrzenną .....	60
3.4.1	Przesłanki empiryczne dotyczące negatywnego wpływu lęku na wyobraźnię przestrzenną .....	61
3.4.2	Przesłanki empiryczne dotyczące pozytywnego wpływu lęku na wyobraźnię przestrzenną .....	62
3.5	Typy wyobrażeń a lęk .....	64
3.5.1	Wpływ lęku sytuacyjnego na transformacje allocentryczne.....	64
3.5.2	Wpływ lęku sytuacyjnego na transformacje egocentryczne .....	65
3.6	Podsumowanie.....	65
	Rozdział 4. Rola pamięci roboczej .....	67

4.1	Wprowadzenie .....	67
4.2	Organizacja i funkcje pamięci roboczej.....	67
4.2.1	Konceptualizacja pamięci roboczej .....	67
4.2.2	Modele teoretyczne pamięci roboczej .....	68
4.2.2.1	Wielokomponentowy model Alana Baddeleya .....	68
4.2.2.2	Model aktywacyjny Cowana.....	69
4.2.2.3	Model aktywacyjny Oberauera .....	70
4.3	Moderująca rola pojemności pamięci roboczej w relacji lęk – wyobraźnia przestrzenna .....	71
4.3.1	Pojemność pamięci roboczej jako zdolność kontroli uwagowej.....	71
4.3.2	Pojemność pamięci roboczej a lęk.....	72
4.3.3	Znaczenie pojemności pamięci roboczej dla wpływu lęku na przebieg procesów wyobraźni przestrzennej .....	73
4.4	Podsumowanie.....	74
Rozdział 5. Metodologiczne podstawy badania.....		76
5.1	Wprowadzenie .....	76
5.2	Pytania i hipotezy badawcze.....	76
5.3	Zmienne i narzędzia pomiarowe .....	78
5.3.1	Lęk sytuacyjny.....	78
5.3.1.1	Pomiar wzbudzonego lęku.....	79
5.3.2	Pamięć robocza.....	81
5.3.3	Wyobraźnia przestrzenna: transformacje egocentryczne .....	84
5.3.4	Wyobraźnia przestrzenna: transformacje allocentryczne .....	89
5.3.4.1	Test Rotacji Mentalnych w wersji literowej.....	89
5.3.4.2	Test Rotacji Mentalnych w wersji figurowej .....	91
5.4	Uczestnicy badania .....	93
5.4.1	Dobór uczestników .....	94
5.4.2	Charakterystyka uczestników .....	94
5.5	Organizacja i przebieg badania .....	95
5.5.1	Badanie pilotażowe .....	96
5.5.2	Badanie właściwe.....	97
5.5.2.1	Przebieg badania właściwego .....	98
5.5.2.2	Procedura wzbudzenia lęku .....	99
5.6	Założenia analizy danych .....	101

5.6.1	Opracowanie i analiza danych psychofizjologicznych .....	101
5.6.2	Opracowanie i analiza danych behawioralnych .....	102
5.7	Realizacja badania a pandemia COVID - 19 .....	104
5.8	Aspekt etyczny badania .....	105
Rozdział 6. Wyniki .....		106
6.1	Weryfikacja założeń wstępnych – powodzenie manipulacji eksperymentalnej 106	
6.1.1	Zmiany w kurczliwości serca.....	107
6.1.2	Zmiany w okresie przedwyrzutowym lewej komory .....	108
6.1.3	Podsumowanie przeprowadzonej manipulacji eksperymentalnej .....	111
6.2	Opis statystyczny zmiennych.....	111
6.2.1	Pojemność pamięci roboczej.....	111
6.2.2	Wyobrażenia przestrzenne .....	112
6.2.2.1	Transformacje egocentryczne .....	113
6.2.2.2	Transformacje allocentryczne .....	114
6.2.2.2.1	Test Rotacji Mentalnych – wersja literowa .....	114
6.2.2.2.2	Test Rotacji Mentalnych – wersja figurowa.....	116
6.3	Związki pomiędzy wskaźnikami miar behawioralnych .....	118
6.3.1	Korelacje pomiędzy wskaźnikami uzyskanymi całej próbie .....	119
6.3.2	Korelacje pomiędzy wskaźnikami uzyskanymi całej próbie .....	119
6.3.3	Korelacje pomiędzy wskaźnikami uzyskanymi całej próbie .....	119
6.4	Weryfikacja hipotez badawczych: wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na wyobrażnię przestrzenną .....	124
6.4.1	Wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na trafność transformacji egocentrycznych .....	124
6.4.2	Wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na efektywność transformacji egocentrycznych .....	126
6.4.3	Wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na trafność transformacji allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców prostych .....	127
6.4.4	Wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na efektywność transformacji allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców prostych .....	127
6.4.5	Wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na trafność transformacji allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców lustrzanych.....	128
6.4.6	Wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na efektywność transformacji	

	allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców lustrzanych.....	129
6.5	Weryfikacja hipotez badawczych: moderująca rola pamięci roboczej w relacji lęk sytuacyjny – wyobrażenia przestrzenne .....	130
6.5.1	Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na poprawność transformacji egocentrycznych.....	130
6.5.2	Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na efektywność transformacji egocentrycznych.....	134
6.5.3	Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na poprawność transformacji allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców prostych.....	137
6.5.4	Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na poprawność transformacji allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców lustrzanych .....	141
6.5.5	Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na efektywność transformacji allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców lustrzanych .....	143
6.5.6	Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na poprawność transformacji allocentrycznych w wersji figurowej .....	145
6.5.7	Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na efektywność transformacji allocentrycznych w wersji figurowej .....	149
6.6	Podsumowanie.....	152
	Rozdział 7. Wnioski i dyskusja wyników .....	154
7.1	Wprowadzenie.....	154
7.2	Podsumowanie uzyskanych wyników .....	154
7.3	Badanie a stan wiedzy .....	155
7.3.1	Behawioralne aspekty doświadczania lęku .....	155
7.3.2	Neurobiologiczne aspekty doświadczania lęku .....	159
7.4	Umiarkowany lęk jako fenomen psychologiczny .....	160
7.5	Wyobrażenia przestrzenne: proces czy zdolność ?.....	164
7.6	Praktyczne znaczenie badania.....	166
7.7	Ograniczenia metody badawczej.....	167
7.7.1	Ograniczenia płynące z planu badawczego.....	167
7.7.2	Ograniczenia płynące z manipulacji eksperymentalnej .....	170
7.7.3	Ograniczenia płynące z okoliczności prowadzonego badania.....	172

7.7.4	Pozostałe ograniczenia metodologiczne .....	173
7.8	Kierunki dalszych badań .....	174
7.8.1	Wyobrażenia przestrzenna a kontrola uwagowa .....	174
7.8.2	Uwzględnianie różnych bodźców wzbudzających lęk .....	174
7.8.3	Różnice płciowe.....	175
7.8.4	Badania interdyscyplinarne .....	175
	Zakończenie.....	177
	Literatura.....	179
	Wykaz tabel .....	228
	Wykaz rysunków.....	231
	Wykaz załączników.....	232
	Załączniki .....	233

## Wprowadzenie w problematykę pracy

Zachowanie człowieka przebiega w złożonym i dynamicznym środowisku w związku z czym wymaga efektywnego funkcjonowania poznawczego i emocjonalnego. Niegdyś sfera emocji i sfera procesów poznawczych były sobie przeciwstawiane. Takie myślenie oddziaływało na zachodnią myśl filozoficzną, którą reprezentują słowa Blaise'a Pascala: „Serce ma swoje racje, których rozum nie zna” (za: Ochsner i Phelps, 2007). Przez dekady sfera emocjonalnego funkcjonowania człowieka była romantyzowana i uznawana za domenę serca, które było „wrogiem” rozumu.

Współcześnie zarówno dane behawioralne, jak i dane neurobiologiczne ukazują, iż nie są to dwa odrębne moduły umysłowej architektury, a dobrze zintegrowane sieci pozostające w interakcji, które zapewniają człowiekowi adaptację do wymogów środowiska.

Emocje, mimo, iż czasami nieprzyjemne na poziomie doświadczeniowym, są niezbędne człowiekowi do efektywnej realizacji celów, a ich informatywna funkcja pozwala dopasować zachowanie do wymogów sytuacyjnych. Doświadczenie lęku nie jest dla człowieka przyjemne, jednakże sygnalizuje potencjalne zagrożenie i przygotowuje organizm do poradzenia sobie z nim poprzez aktywację współczulnego układu nerwowego. Lęk przeżywany sytuacyjnie jest powszechny i normatywny oraz pojawia się w różnych codziennych sytuacjach. Jest to zjawisko jakościowo różne od lęku rozumianego jako cecha oraz zaburzeń lękowych należących do zaburzeń z obszaru psychopatologii.

Jednakże, właśnie dlatego, iż lęk sytuacyjny jest doświadczany dość często przez ludzi, interesujące staje się, jak może oddziaływać na wykonywanie zadań poznawczych. Z prawa Yerkesa – Dodsona (1908) wiadomo, iż efektywne wykonywanie zadań wymaga optymalnego poziomu pobudzenia. Teoria Efektywności Przetwarzania oraz jej rozszerzenie w postaci Teorii Kontroli Uwagowej podkreślają znaczenie poznawczego komponentu lęku – obaw i niepokoju, które stają się dla człowieka dystraktorem, utrudniającym przetwarzanie informacji związanych z zadaniem, jakie przed nim stoi (Eysenck i Calvo, 1992; Eysenck i in., 2007). Problematyka wpływu lęku na procesy poznawcze była wielokrotnie podejmowana w odniesieniu do funkcji

wykonawczych oraz wyższych procesów poznawczych, jednakże sfera wpływu lęku na wyobraźnię przestrzenną wydaje się być obszarem wciąż wymagającym eksploracji.

Procesy wyobraźni przestrzennej są interesujące ze względu na swoją niejednorodność. W przeszłości uznawano, iż są to po prostu procesy wyobraźni umysłowej tożsame z detalicznym wyobrażaniem sobie barw, kształtów i faktur. Badania w tym zakresie wskazały, iż procesy te są jakościowo odmienne od typowej wyobraźni, którą zaczęto określać jako „obiektową” i odnoszą się do wyspecjalizowanych procesów umysłowych związanych z wizualizacją położenia elementów w umysłowej przestrzeni. Kolejne lata badań ukazały, iż procesy te cechuje jeszcze większe zróżnicowanie i zaczęto opisywać ich poszczególne aspekty.

Funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej wiąże się z osiągnięciami zarówno edukacyjnymi, jak i zawodowymi. Przykładowo, jest predyktorem sukcesu w dyscyplinach i subdyscyplinach STEM<sup>1</sup> (ang. *science, technology, engineering, mathematics* (Wai i in., 2009; Uttal i Cohen, 2012; Kell i Lubinski, 2013), uznawanych za kluczowe w społeczeństwach wykorzystujących nowe technologie. Jak wskazano w przeglądzie literatury, funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej jest podatne na oddziaływanie lęku, zwłaszcza ujmowanego w kategoriach cechy. Oznacza to, iż lęk może zaburzać przebieg procesów w wyobraźni przestrzennej, co z kolei może przekładać się na obniżone osiągnięcia zarówno szkolne, jak i zawodowe.

Status (wzbudzanego eksperymentalnie) lęku sytuacyjnego jest mniej poznany i nie jest jednoznaczny, gdyż część badań wskazuje na jego korzystne działanie, a część na dezorganizujący wpływ na wyobraźnię przestrzenną. To pojemność pamięci roboczej może stanowić czynnik moderujący relację między lękiem sytuacyjnym a wyobraźnią przestrzenną.

Celem naukowym badania było zgłębienie relacji pomiędzy wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a funkcjonowaniem wyobraźni przestrzennej oraz ustalenie potencjalnej roli pojemności pamięci roboczej w tym związku. Badania nad eksperymentalnie wzbudzonym lękiem i jego wpływem na wyobraźnię przestrzenną są propowadzone stosunkowo rzadko. Jak

---

<sup>1</sup> Akronim STEM w języku polskim tłumaczony jest jako: nauka, technologia, inżynieria, matematyka

dotąd przeprowadzono jedno badanie dotyczące wpływu wzbudzonego lęku na dwa odrębne typy transformacji przestrzennych: transformacje egocentryczne i transformacje allocentryczne (Kaltner i Jansen, 2014).

Zgodnie z najlepszą wiedzą autorki pracy, jest to pierwsza próba kompleksowego ujęcia relacji pomiędzy lękiem sytuacyjnym z uwzględnieniem dwóch typów transformacji przestrzennych oraz roli pamięci roboczej. Dodatkowo, podczas badania dokonywano ciągłego i nieinwazyjnego pomiaru aktywności sercowo – naczyniowej celem weryfikacji pobudzenia układu współczulnego. Celem praktycznym z kolei była próba ustalenia czynników, które mogą zakłócać procesy wyobraźni przestrzennej przydatne w codziennych sytuacjach.

# Rozdział 1. Doświadczanie lęku

## 1.1 Wprowadzenie

W pierwszym rozdziale dotyczącym teoretycznych podstaw badania zostanie wyjaśnione rozumienie lęku sytuacyjnego. Emocja to zostanie ukazana z perspektywy doznania, które jest odmienne od względnie trwałej cechy, emocji strachu oraz zaburzenia o podłożu psychopatologicznym. Następnie zostaną opisane najważniejsze poznawcze i neurobiologiczne aspekty lęku. Rozdział zakończy podsumowanie.

## 1.2 Lęk jako doświadczenie emocjonalne

Współczesne ujęcie lęku stanowi produkt badań realizowanych w obszarze psychologii i neurobiologii. Lęk jest uznawany za emocję - odpowiedź organizmu na potencjalne zagrożenie, związaną ze specyficznym stanem umysłowym ukierunkowanym na przyszłość (Calhoon i Tye, 2015; Eysenck i in., 2007; Grupe i Nitschke, 2013; Saviola i in., 2020; Spielberger, 1966; Takagi i in., 2018). Odpowiedź ta niesie adaptacyjną wartość dla przetrwania i jest reprezentowana przez szereg zmian na poziomie behawioralnym, poznawczym, endokrynologicznym oraz fizjologicznym. Doświadczanie lęku jest normatywne i uchodzi za jeden z najczęściej przeżywanych stanów emocjonalnych wśród ludzi (Takagi i in., 2018).

### 1.2.1 Długie dzieje i krótka historia lęku jako konstruktu psychologicznego

Dane anegdotyczne wskazują, iż do pojęcia lęku odwoływano się już w okresie antycznym. Przykładowo, Marc-Antoine Crocq (2022) przytacza przykład Marka Tulliusza Cyncerona, który rozróżniał pojęcie *anxietas* odnoszące się do cechy osobowości od *angor* odnoszącego się do nagłej reakcji emocjonalnej. W czasach nowożytnych początkowo koncept lęku stał się przedmiotem zainteresowania Charlesa Darwina, który podkreślał funkcjonalne i adaptacyjne znaczenie lęku w świecie zwierząt i ludzi oraz Zygmunta Freuda, który uczynił z lęku główną oś swoich teorii (Öhman, 2005).

Systematyczne podejście do badania lęku rozpoczęto w połowie XX wieku, m. in. za sprawą badaczy postulujących oddzielne ujmowanie dwóch form doświadczania lęku: jako przejściowych stanów emocjonalnych (ang. *state anxiety*, SA) i względnie trwałych dyspozycji osobowościowych rozumianych w kategoriach cech (ang. *trait anxiety*, TA, *anxiousness*; Cattell i Scheier, 1958). Podejście to w kolejnych latach zostało rozwinięte przez Charlesa Spielbergera (1966, 1972, 1976, Spielberger i in., 1983).

### **1.2.2 Lęk jako stan i lęk jako cecha**

Zgodnie z modelem teoretycznym zaproponowanym przez Spielbergera, sytuacyjne doświadczanie lęku stanowi rezultat występującej w określonym czasie sekwencji bodźców o charakterze zewnętrznym i wewnętrznym, czynników poznawczych i mechanizmów obronnych. Zgodnie z nim, sytuacyjne doświadczanie lęku generowane jest przez wystąpienie bodźca zewnętrznego lub wewnętrznego wzbudzającego dystres. Po poznawczej weryfikacji tego bodźca jako zagrażającego, w odpowiedzi aktywowane są poznawcze i behawioralne mechanizmy zaradcze. Lęk sytuacyjny stanowi zatem przejściową odpowiedź na bodziec wywołujący w człowieku stres. W swoim modelu teoretycznym Spielberger przyjął, iż lęk cechuje się (cyt.) „subiektywnymi, świadomie postrzeganymi uczuciami obawy i napięcia, którym towarzyszy związana z nimi aktywacja lub pobudzenie autonomicznego układu nerwowego” (Spielberger, 1966, s. 16-17). Właściwością lęku doświadczanego sytuacyjnie jest wysoka zmienność w zależności od czynników zagrażających. Z kolei lęk dyspozycyjny w ujęciu Spielbergera oznacza „motywną lub nabytą dyspozycję behawioralną, która czyni jednostkę podatną na postrzeganie szerokiego zakresu obiektywnie niegroźnych sytuacji jako zagrażających i reagowanie na nie stanami lęku, nieproporcjonalnie silnymi w stosunku do obiektywnego niebezpieczeństwa” (Spielberger, 1966, s. 17). Zdaniem Spielbergera lęk rozumiany jako względnie trwała dyspozycja ma charakter wyuczony we wcześniejszych etapach rozwojowych i stanowi względnie niezmienny w czasie element osobowości. Lęk w takim ujęciu stanowi stałą w czasie i sytuacyjnie tendencję do postrzegania

zagrożenia, a także będzie odzwierciedlał różnice indywidualne w skłonnościach do doświadczania negatywnego afektu (Morrisette i in., 2007; Watson i Clark, 1984). Występowanie lęku rozumianego jako cecha nie jest co prawda tożsame z występowaniem zaburzeń psychicznych, jednakże może stać się czynnikiem ryzyka psychopatologii lub chorób somatycznych (Sylvers i in., 2011).

Parametrem ilościowym odróżniającym lęk sytuacyjny i lęk dyspozycyjny jest czas trwania. Lęk sytuacyjny stanowi przejściową reakcję na potencjalne zagrożenie. Z kolei lęk dyspozycyjny stanowi względnie trwałą charakterystykę jednostki rozumianą w kategoriach cech osobowości (Endler i Kocovski, 2001). Oba konstrukty mogą być ze sobą powiązane. Oznacza to, iż lęk dyspozycyjny może intensyfikować przeżywany lęk sytuacyjny oraz zwiększać prawdopodobieństwo jego wystąpienia (Daviu i in., 2019; Endler i Kocovski, 2001; Spielberger i in., 1983).

W ostatnich latach popularnym zabiegiem jest dymensjonalne ujęcie lęku. Badania z użyciem funkcjonalnego rezonansu magnetycznego wykazały, iż na poziomie neurobiologicznym lęk rozumiany jako przejściowy stan i lęk rozumiany jako cecha współdzielą sieci neuronalne (Sylvers i in., 2011; Takagi i in., 2019).

### **1.2.3 Lęk a strach**

W pracach naukowych pojęcie lęku jest często zestawiane z pojęciem strachu, zarówno w formie odnoszącej się do cechy, jak i przejściowego stanu (Sylvers i in., 2011), co skutkuje czterema odrębnymi formami doświadczeń:

- strach sytuacyjny (ang. *state fear*)
- lęk sytuacyjny (ang. *state anxiety*)
- strach dyspozycyjny (ang. *trait fear*)
- lęk dyspozycyjny (ang. *trait fear*)

W dalszej części rozdziału omówienie zostanie zawężone do relacji pomiędzy lękiem sytuacyjnym a strachem sytuacyjnym.

W pierwszej kolejności należy podkreślić, iż odróżnienie strachu od lęku nie jest jednoznaczne i ostatecznie rozwiązane. Wokół problematyki ujmowania relacji pomiędzy tymi konstruktami pojawiają się pewne kontrowersje i nieścisłości.

Niektórzy teoretycy używają tych terminów zamiennie podkreślając, iż są to zjawiska tożsame lub będące w ścisłym związku przyczynowo – skutkowym (Beck i in., 2005; Izard i Ackerman, 2000). Jednocześnie, czasami w pracach naukowych dotyczących indukowania lęku w warunkach laboratoryjnych badacze posługują się terminami „lęk” i „strach” traktując je jako synonimy. Implikuje to sytuacje, w których w pracy badawczej stawia się hipotezy dotyczące emocji strachu, który mierzony jest za pomocą klasycznych narzędzi do badania lęku. Takie zabiegi uznawane są za niejednoznaczne i wprowadzające w błąd odbiorcę (Sylvers i in., 2011).

Mimo tego, zdecydowana większość badaczy postuluje uznanie tych dwóch emocji jako odrębnych i posiadających własną specyfikę, psychologiczne i neurobiologiczne korelaty. Rozróżnienie o takim charakterze jest także postulowane w ujęciach teoretycznych z zakresu psychologii emocji. Przykładowo reprezentujący model emocji oparty o ocenę poznawczą Richard Lazarus (1998, s. 148) wskazuje na obecność odmiennych tzw. tematów relacyjnych. Autor w przypadku lęku identyfikuje podstawowy temat relacyjny (cyt.) „Stanie w obliczu niepewnego zagrożenia egzystencjalnego”, a dla strachu (cyt.) „Konkretne, bezpośrednie i zniewalające zagrożenie fizyczne”.

Na gruncie neurobiologii przyjęto, iż strach stanowi awersyjną reakcję wywołaną spostrzeganym bodźcem o charakterze zagrażającym. Ssaki rozwinęły trzy reakcje behawioralne na takie zagrożenie: reakcję walki, ucieczki lub zastygania (McNaughton i Gray, 2000). Badacze wskazują, iż bodziec wzbudzający strach może przyjmować formę fizyczną lub psychiczną, np. pod postacią sytuacji społecznych (Öhman, 1986).

Lęk z kolei uznawany jest za zjawisko charakteryzujące się wzmożoną i wydłużoną czujnością uwagową (ang. *hypervigilance*) związaną albo z antycypacją potencjalnego zagrożenia albo w odpowiedzi na postrzegane potencjalne zagrożenie. Takie ujęcie koresponduje z jedną z początkowych konceptualizacji lęku wskazującej na dwie cechy, które odróżniają go od strachu:

(1) antycypacyjność oraz (2) brak powiązania z zewnętrznym zagrożeniem (Basowitz i in., 1955).

Stanowisko to pozostaje także w zgodzie z definicjami zawartymi w klasyfikacji w V edycji Klasyfikacji Zaburzeń Psychiczych Amerykańskiego Towarzystwa Psychiatrycznego (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, DSM, Fifth Edition, American Psychiatric Association, 2013). Na gruncie tej klasyfikacji strach został zdefiniowany jako odpowiedź emocjonalna na postrzegane nieuchronne zagrożenie, a lęk jako antycypacja przyszłego potencjalnego zagrożenia.

Z takim ujęciem koresponduje perspektywa ujmowania lęku i strachu według kryterium obecności rozpoznawalnego źródła zagrożenia (Öhman, 2005, 2008). Zgodnie z tym podejściem, strach odróżniany jest od lęku głównie na podstawie istnienia źródła dającego się zidentyfikować – np. bodźca wywołującego tę emocję. Z kolei lęk uznawany jest za stan o charakterze antycypacyjnym, wywołowany przed pojawieniem się bodźca zagrażającego, a więc „przedbodźcowy” (ang. *prestimulus*) w porównaniu z „pobodźcowym” (ang. *poststimulus*) strachem, przez co potocznie określany jest mianem „irracjonalnego”. Podejście to jest bliskie perspektywie klinicznej, w której dokonano rozróżnienia zaburzenia powiązane z doświadczaniem lęku (np. zespół lęku uogólnionego, zespół stresu pourazowego, zespół lęku napadowego i agorafobia) oraz te powiązane z doświadczaniem strachu (fobie) na podstawie kryterium zewnętrznego lub wewnętrznego źródła zagrożenia (Öhman, 2008; Power i Dalgleish, 2015).

Korespondującą optykę przyjęto w Modelu Niepewności i Antycypacyjności Lęku (ang. *Uncertainty and Anticipation Model of Anxiety*, UAMA; Grupe i Nitschke, 2013). Autorzy modelu podkreślają, iż kryterium rozróżnienia strachu od lęku leży w stopniu pewności podmiotu co do prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia, jego terminu oraz natury. W tej perspektywie największą rolę odgrywają wskazówki środowiskowe, które jednoznacznie wskazując na obecność zagrożenia wzbudzają strach, a gdy są niejednoznaczne, odległe i nieprzewidywalne wzbudzają lęk. Istotną lęku jest w takim rozumieniu niejasność i nieprzewidywalność położenia, w jakim znajduje się człowiek. Autorzy wskazują, iż lęk ustępuje dopiero w momencie rozwiania niepewności dotyczącej zagrożenia.

Z kolei Seymour Epstein (1972) postulował, iż brak zewnętrznego źródła jest niewystarczający, aby mówić o wystąpieniu lęku. W oparciu o ujęcie Epsteina, rozróżnienie dotyczące strachu i lęku rozpatrywane jest wokół aktywności jednostki. Lęk stanowi odpowiedź na doświadczoną emocję strachu, na którą z kolei człowiek nie uruchomił żadnej odpowiedzi behawioralnej. Zatem kiedy w sytuacji zagrażającej celom jednostki, nie wybiera ona reakcji unikowej lub z innej przyczyny reakcja ta zostaje zablokowana (sytuacja znajduje się poza kontrolą działań człowieka), pojawia się reakcja lękowa. Strach natomiast powiązany jest z uruchomieniem sekwencji czynności zaradczych – np. ucieczki i unikaniu sytuacji wzbudzającej w człowieku poczucie zagrożenia. Podsumowując, w ujęciu Epsteina dominuje kryterium aktywności podmiotu, a nie obecności lub braku obecności zewnętrznego źródła zagrożenia.

\*\*\*

Podsumowując, obydwa doznania są pokrewnymi emocjami i stanowią adaptacyjną odpowiedź na postrzegane zagrożenie (Plutchik, 2001). Pochodzą z ewolucyjnie ukształtowanych mechanizmów obronnych u ssaków i towarzyszy im podwyższona aktywacja autonomicznego układu nerwowego (Öhman, 2008). Obydwie emocje mają charakter awersyjny i prowadzą do koncentracji na zagrożeniu (Hofmann i in., 2004). Istnieją między nimi jednak zasadnicze różnice, gdyż lęk ma charakter ukierunkowany na przyszłe zdarzenia, a strach jest odpowiedzią na obecne i obiektywne zagrożenie.

#### **1.2.4 Perspektywa ewolucyjna lęku**

Niezależnie od przyjętej perspektywy rozpatrywania lęku, analiza literatury wskazuje na następującą prawidłowość: reagowanie lękiem jest reakcją adaptacyjnie zasadną, gdyż pozwala na przewidywanie i unikanie zagrożenia (Beck i in., 1985; Goes i in., 2018; Spielberger i in., 1983; Takagi i in., 2018).

W perspektywie funkcjonalno-ewolucyjnej geneza lęku leży w ukształtowanych w toku ewolucji mechanizmach obronnych, mających kluczowe znaczenie dla przetrwania (Öhman, 2005). Podstawę ich funkcjonowania stanowi system percepcyjny odpowiedzialny

za detekcję bodźców potencjalnie zagrażających. Wykrywa i odpowiada on zarówno za reakcje na bodźce faktycznie zagrażające (reakcja pozytywna prawidłowa), jak i za reakcje na bodźce, które subiektywnie wydają się szkodliwe, ale w rzeczywistości takowe nie są (reakcja pozytywna fałszywa, tzw. „fałszywy alarm”, ang. *false alarm*). Okazuje się bowiem, iż pomimo ponoszonych kosztów energetycznych i poznawczych, fałszywy alarm jest korzystniejszy dla człowieka aniżeli brak reakcji na faktyczne zagrożenie (reakcja negatywna fałszywa) mogący w konsekwencji prowadzić do zagrożenia zdrowia lub życia (Öhman, 2008). W takim ujęciu lęk uznaje się za reakcję tzw. „dmuchania na zimne”, a więc reagowania pod nieobecność zewnętrznego zagrożenia.

### 1.2.5 Lęk w znaczeniu klinicznym

Doświadczenie lęku jest normatywne i powszechne, a emocja ta ma znaczenie adaptacyjne w życiu człowieka. Lęk sam w sobie nie jest zjawiskiem psychopatologicznym. Jednakże, doświadczanie tej emocji może stać się źródłem cierpienia psychicznego dla człowieka i przyjąć formę zaburzenia, które ma wpływ na codzienne funkcjonowanie człowieka (Haller i in., 2021; Hendrics i in., 2016). Lęk staje się dezadaptacyjny, gdy jednostka doświadcza go nadmiarowo lub w sytuacjach, które obiektywnie nie wzbudzają zagrożenia (Sylvers i in., 2011). Zaburzenia lękowe są jednymi z najczęściej występujących zaburzeń psychicznych w populacji (Bandelow i in., 2015; Carpenter i in., 2018; Martin, 2022).

W aktualnej, piątej edycji międzynarodowej klasyfikacji zaburzeń psychicznych (*The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition, DSM-5*) opublikowanej w 2013 roku wyróżniono następujące zaburzenia lękowe:

- Separacyjne zaburzenia lękowe (ang. *Separation Anxiety Disorder, SAD*)
- Mutyzm wybiórczy (*Selective Mutism, SM*)
- Fobie swoiste (*Specific Phobias, SP*)
- Fobia społeczna (*Social Anxiety Disorder, SAD*),
- Zaburzenie z napadami paniki (*Panic Disorder, PD*)

- Agorafobia (*Agoraphobia*)
- Uogólnione zaburzenie lękowe (*Generalized Anxiety Disorder, GAD*)

Zaburzenia lękowe dotyczą częściej populację kobiet aniżeli mężczyzn (Jalnapurkar i in., 2018). Występują w każdym wieku, jednakże u osób na etapie późnej dorosłości ich diagnoza jest bardziej wymagająca (Lenze i Wetherell, 2022). Zaburzeniom lękowym towarzyszą inne dolegliwości, takie jak zaburzenia snu (Peterman i in., 2016), napięciowe bóle głowy i migreny (Zwart i in., 2003), zaburzenia w funkcjonowaniu układu pokarmowego (Miwa i in., 2011), bruksizm (Przystańska i in., 2019) sercowo-naczyniowego (Nabi i in., 2010). W metaanalizie opublikowanej w 2020 roku ukazano i przeprowadzonej na 171 badaniach, iż zaburzenia lękowe mogą przyczynić się do rozwoju zaburzeń afektywnych lub z nimi współwystępować (Saha i in., 2020).

### **1.3 Poznawcze aspekty doświadczania lęku**

Niezależnie od formy lęku – czy jest doświadczany jako przemijający stan, względnie trwała cecha osobowości czy na poziomie klinicznym jako zaburzenie, zjawisku temu towarzyszy specyficzne funkcjonowanie poznawcze, charakterystyczne dla przeżywania tej emocji. W lęku pojawia się tendencyjność uwagowa (ang. *attentional bias*), w wyniku której dochodzi do alokacji zasobów uwagowych na bodźce zagrażające oraz wzmożonej czujności uwagowej (ang. *hypervigilance*; Bar – Haim i in., 2007). Występowanie tych zjawisk jest istotne z perspektywy wpływu lęku na przebieg procesów poznawczych.

#### **1.3.1 Pojęcie tendencyjności uwagowej**

Tendencyjność uwagowa stanowi jeden z przejawów wysokiej wrażliwości systemu uwagowego. Jest obserwowana w największym zakresie w populacjach cierpiących na zaburzenia lękowe, ale odnotowano jej występowanie również wśród osób doświadczających wysokiego poziomu lęku zarówno w postaci przemijającego stanu, jak i względnie trwałej

dyspozycji (Bar – Haim i in., 2007; Egloff i Hock, 2001; Liu i in., 2019; Mathews i MacLeod, 1994). Na tendencyjność uwagową składają się dwa procesy umysłowe: (1) szybsze ukierunkowywanie uwagi oraz (2) wolniejsze jej odwracanie (Fox i in., 2001).

Pojęcie tendencyjności uwagi odnosi się wybiórczej alokacji zasobów poznawczych: jest ukierunkowywana na bodźce wzbudzających zagrożenie, a nie na bodźce neutralne (Bar – Haim i in., 2007; Beck i Clark, 1997; Cisler i Koster, 2009; Mansell i in., 2008; Richards i in., 2014). Bodźce zagrażające stają się atrakcyjne dla systemu uwagowego nawet w sytuacjach, gdy nie są one powiązane z zadaniem, które stoi przed człowiekiem (Yiend, 2010).

### **1.3.2 Mechanizm tendencyjności uwagowej**

Ogólnych podstaw tego mechanizmu należy dopatrywać się w ograniczonych możliwościach systemu uwagowego, którego ograniczona pojemność umożliwia przetwarzanie skończonej liczby informacji napływających do człowieka w danej chwili (Hutton, 2008; Mc Nally, 2019).

Przejawy tendencyjności uwagi są obserwowane w różnych stadiach procesów uwagowych: w pierwszych momentach zwrócenia się na bodziec, podtrzymywaniu uwagi, jak i odwróceniu jej od bodźca wzbudzającego zagrożenie (Gamble i Rapee, 2009; Heeren i in, 2015; O’Toole i Dennis i in., 2012). Początkowo proponowano mechanizm działania dwóch automatycznych układów zaangażowanych w przetwarzanie bodźców wzbudzających lęk (Mogg i Bradley, 1998). Pierwszy układ zajmuje się oceną walencji bodźca (ang. *valence evaluation system*, VES). Jeżeli bodziec zostaje rozpoznany jako zagrażający, dochodzi do aktywacji układu zaangażowania w cel polegającego na alokacji zasobów uwagowych oraz oceny aktualnych celów (ang. *goal engagement system*, GES). Wyższemu poziomowi lęku – cechy towarzyszy niższy próg oceny bodźca jako zagrażającego przez system VES. Ustalenia te zostały rozwinięte w hipotezie czujności – unikania (ang. *vigilance – avoidance hypothesis*; Mogg i in., 1987).

Początkowo dochodzi do priorytetyzacji przez uwagę bodźców zagrażających nad bodźcami neutralnymi i angażowania zasobów uwagowych w ich przetwarzanie, jednakże na późniejszych

etapach przetwarzania dochodzi do ich unikania i odwrócenia od nich uwagi. Teoria ta zyskała wsparcie w licznych badaniach, m. in. w obszarze neuronauki. Zaobserwowano, iż tendencyjność uwagowa pojawia się we wczesnych stadiach detekcji i przetwarzania źródła zagrożenia i towarzyszą jej typowe dla tych stadiów silne odpowiedzi ze strony ciała migdałowatego oraz układu endokrynologicznego korespondujące ze wczesnymi stadiami przetwarzania (Eldar i Bar-Haim, 2010; Mueller i in., 2009). Druga popularna w literaturze hipoteza dotyczy zjawiska opóźnionego wycofania (ang. *delayed disengagement hypothesis*). Jednostka początkowo nie kieruje uwagi na bodziec wzbudzający zagrożenie, jednakże po jego wystąpieniu ma trudność z odwróceniem uwagi od niego (Fox i in., 2001).

Istnieje też stanowisko, zdecydowanie mniej popularne wśród badaczy, mówiące o tym, iż osoby doświadczające lęku nie tyle cechują się uwagą tendencyjną, co wykazują większe zróżnicowanie w alokacji zasobów uwagowych w porównaniu z grupą kontrolną (Rodebaugh i in., 2016).

### **1.3.3 Kliniczne znaczenie tendencyjności uwagowej**

Poznawcze teorie lęku traktują stronniczość uwagową jako czynnik podtrzymujący i czynnik ryzyka rozwoju zaburzeń lękowych u dzieci, nastolatków i osób dorosłych (Beck i in., 1985; Koster i in., 2006; Brotman i in., 2007; Fox i in., 2001; Fox i in., 2002; Hakamata i in., 2010; Nelson i in., 2015). W wąskich próbach klinicznych tendencyjność uwagową obserwowano wśród pacjentów z PTSD (Buckley i in., 2000), fobią społeczną (Clark i McManus, 2002; Heinrichs i Hofman, 2001; Musa i Lepine, 2000), zaburzeniami obsesyjno - kompulsyjnymi (Summerfeldt i Endler, 1998), zespołem lęku uogólnionego (Mogg i Bradley, 2005), napadami lęku panicznego (McNally, 1999).

Pomimo, iż stronniczość uwagowa omawiana jest głównie w kontekście lęku, jest to zjawisko transdiagnostyczne występujące także na gruncie innych zaburzeń psychicznych (Rogers i in., 2020; Garland i Howard, 2014). Wskazuje się na obecność stronniczości uwagowej w depresji (Peckham i in., 2010), zaburzeniach jedzenia (Dobson i Dozois, 2004)

oraz uzależnieniach (Field i Cox, 2008). W badaniach prowadzonych przez Rogers i współpracowników (2020) wśród pacjentów cierpiących na depresję i pacjentów cierpiących na zaburzenia lękowe odnotowano różne wzorce stronniczości uwagowej. Okazało się, iż pacjenci z depresją częściej wykazywali wzorce typowe dla czujności – unikania, a pacjenci z zaburzeniami lękowymi częściej wykazywali wzorce charakterystyczne dla opóźnionego wycofania.

#### **1.4 Neurobiologiczne aspekty doświadczania lęku**

Doświadczanie lęku sytuacyjnego wiąże się z krótkotrwałym zakłóceniem homeostazy organizmu, które jest manifestowane nie tylko na poziomie behawioralnym, ale również z poziomu funkcjonowania centralnego i autonomicznego układu nerwowego. Odpowiedzi te są adaptacyjne i mają na celu przygotowanie człowieka do poradzenia sobie z postrzeganym zagrożeniem.

Na gruncie biologii ewolucyjnej wskazuje się, iż pierwsze reakcje na zagrożenie wiązały się z prymitywnym i nieświadomym odruchem zaskoczenia (ang. *startle reflex*) pochodzącym z monosynaptycznych neuronów wzgórza (Grillon i Baas, 2002). Z biegiem czasu w toku ewolucji rozwinęły się bardziej zaawansowane sposoby reagowania na zagrożenie, obejmujące różne sposoby gromadzenia informacji na temat bodźców zagrażających.

W konsekwencjach doprowadziło to do rozwoju procesów przewidywania zagrożenia, co dawało korzyści w postaci możliwości przygotowania się na zagrożenie, ale jednocześnie prowadziło do wzmożonej czujności w oczekiwaniu na wystąpienie bodźców zagrażających (Kim i Gorman, 2005).

##### **1.4.1 Obwód neuronalny ciało migdałowate – kora przedczołowa**

Badania opierające się na neuroobrazowaniu, przede wszystkim z użyciem funkcjonalnego rezonansu magnetycznego pozwoliły identyfikować obszary mózgowe istotne dla przeżywania lęku (Bishop, 2007, 2008, 2009; Baur, 2012; Blackmon i in., 2011; Daviu i in., 2019;

Freitas-Ferrari i in., 2010; Gawda i Szepietowska, 2016; Shang i in., 2014; Sladky i in., 2013; Spampinato i in., 2009; Takagi i in., 2009). Istotną rolę w przeżywaniu lęku pełni układ limbiczny, który jest filogenetycznie najstarszą częścią kory mózgowej (Grodd i in., 2020; Mac Lean, 1952). Znajduje się pod korą mózgu, stanowi rejon przodomózgowia i tworzy obrzeże dookoła pnia mózgu<sup>2</sup>. Składa się z kilku połączonych ze sobą struktur: opuszki węchowej, podwzgórza, hipokampa, ciała migdałowatego i zakrętu obręczy (Kalat, 2020).

Badacze najczęściej wskazują na odmienne funkcjonowanie w lęku obwodu neuronalnego obejmującego ciało migdałowate i korę przedczołową (ang. *amygdala – prefrontal neurocircuitry*). Tak jak w niezakłóconych lękiem warunkach procesy oddolnej i odgórnej uwagi pozostają w równowadze, a w lęku dochodzi do jej zachwiania, podobnie zachwiana jest równowaga w aktywności struktur neuronalnych wchodzących do obwodu (Bishop, 2007). Potwierdzają to badania prowadzone nad osobami cierpiącymi na zaburzenia lękowe, które wykazują podwyższoną aktywność w strukturze ciała migdałowatego z jednoczesną obniżoną aktywnością przedczołową (Siegle i in., 2007).

Najważniejszą strukturą limbiczną zaangażowaną w doświadczanie lęku i jednocześnie wchodzącą we wspomniany obwód jest ciało migdałowate (ang. *amygdala*; Le Doux, 2003; Phelps i Le Doux, 2005). Wzbudzony lęk zakłóca równowagę w obwodzie ciała migdałowate – kora przedczołowa, prowadząc do wzmożonej aktywności ciała migdałowatego

(Anderson i in., 2003; Vuilleumier i in., 2001). Ciało migdałowate odbiera informacje z układów sensorycznych i narządów wewnętrznych, natomiast oddziałuje na autonomiczny układ nerwowy oraz układ ruchowy (Janak i Tye, 2015; McDonald, 1998; Sadowski, 2009).

Struktura ta jest zaangażowana zarówno w natychmiastową detekcję bodźca na poziomie przeduwagowym, jak i bardziej złożone przetwarzanie informacji (Anderson i in., 2003; Armony i Le Doux, 2000; Bishop, 2007; Dolan i Vuilleumier, 2003; Le Doux, 2000). Jądra podstawne ciała migdałowatego (ang. *basolateral amygdala*) odpowiadają za dekodowanie

---

<sup>2</sup>Inaczej nazywany jest rąbkowym lub brzeżnym (Sadowski, 2009)

bodźców i przypisywanie im walencji pozytywnej lub negatywnej (Daviu i in., 2019). Jest ono połączone także z innymi obszarami mózgu zaangażowanymi w neurochemiczne procesy wzbudzone w odpowiedzi na bodźce zagrażające: podwzgórzem, miejscem sinawym i przednimi jądrami wzgórza (Kim i Gorman, 2005).

Pierwotnie ciało migdałowate opisywane było głównie w kontekście przetwarzania bodźców wywołujących strach i lęk, jednakże obecnie wiadomo, iż pełni ono ważną rolę nie tylko w przetwarzaniu innych negatywnych emocji (Paradiso i in., 1999), ale i pozytywnych (Bonnet i in., 2015; Cunningham i Kirkland, 2014; Janak i Tye, 2015).

Drugim elementem obwodu jest kora przedczołowa, która uznawana jest za obszar odpowiedzialny za ogólną kontrolę zachowania i organizację wyższych procesów umysłowych człowieka (Miller i Cohen, 2001). W niezakłóconych lękiem warunkach kora przedczołowa pozostaje w równowadze z ciałem migdałowatym. Lęk zakłóca równowagę w tym układzie, prowadząc do obniżenia aktywności przedczołowej wskutek wystąpienia bodźców zagrażających, które aktywują uwagę oddolną (Bishop, 2007).

Omawiając struktury neuronalne zaangażowane w lęk, badacze podkreślają rolę przedniego zakrętu obręczy (ang. *angular cingulate cortex*, ACC), który spornie jest przypisywany do struktur limbicznych lub kory przedczołowej. Przedni zakręt kory obręczy pobiera informacje z ciała migdałowatego oraz kory oczodołowo – czołowej (Fąfrowicz i Marek, 2008; Rolls, 2019). Przedni zakręt obręczy łączy się z obszarami, które pobudzają autonomiczny układ nerwowy: podwzgórzem, jądrami pnia mózgu i przednią wyspą (Critchley i Harrison, 2013; Vogt i Derbyshire, 2009). Grzbietowa część tej struktury (ang. *dorsal angular cingulate cortex*, *dorsal ACC*) jest zaangażowana w procesy kontroli poznawczej, a dziobowe okolice przedniego zakrętu kory obręczy (ang. *rostral angular cingulate cortex*, *rostral ACC*) są zaangażowane w procesy emocjonalne (Fąfrowicz i Marek, 2008; Bishop, 2009; Etkin i in., 2011).

## 1.4.2 Zmiany w wydzielaniu wewnętrznym

Fizjologiczne zmiany w wydzielaniu wewnętrznym wiążą się ze specyficzną odpowiedzią ze strony dwóch szlaków (Bitsika i in., 2014; Frankiensztajn i in., 2020; Kusek i in., 2019; Padgett i Glaser, 2003; Sapolsky, 2010; Jiang i in., 2004):

(a) osi współczulno – nadnerczowej i układu miejsc sinawe - noradrenalina

(b) osi podwzgórze – przysadka – nadnercza

W pierwszej kolejności dochodzi do krótkotrwałej aktywacji osi współczulno – nadnerczowej i układu miejsc sinawe - noradrenalina (ang. *sympatho – adrenal – medullary axis / locus coeruleus - norepinephrine system*, SAM / LC – NE), która zapewnia organizmowi szybką fizjologiczną adaptację do bodźca wzbudzającego zagrożenie i skutkuje mobilizacją systemu poznawczego (Joëls i Baram, 2009; de Kloet i in., 2005a; de Kloet i in., 2005b). Następnie dochodzi do aktywacji osi podwzgórze – przysadka – nadnercza (ang. *hypothalamus – pituitary – adrenal*, HPA), której odpowiedź jest opóźniona względem natychmiastowej odpowiedzi autonomicznej, jednakże trwa dłużej.

W przypadku osi SAM odpowiedź na bodziec zagrażający wiąże się z aktywnością szlaków noradrenergicznych wychodzących z miejsca sinawego (*locus coeruleus*, LC – NE), a w przypadku osi HPA z wydzielaniem hormonu uwalniającego kortykotropinę (*corticotropic releasing hormone*, CRH). Obydwa układy są ze sobą powiązane i wzajemnie się stymulują (Mello i in., 2003). Zostaną one szczegółowo opisane.

### 1.4.2.1 Oś SAM i układ LC - NE

Działanie osi SAM jest związane z autonomicznym (inaczej wegetatywnym) układem nerwowym (ang. *autonomic nervous system*), którego ośrodki znajdują się w rdzeniu kręgowym, pniu mózgu oraz rdzeniu nadnerczy. Autonomiczny układ nerwowy funkcjonuje niezależnie od woli człowieka i reguluje funkcje życiowe oraz procesy metaboliczne w tkankach. Układ ten dzieli się na dwie gałęzie:

- a) gałąź współczulna / sympatyczny układ nerwowy (ang. *sympathetic nervous system*, SNS)
- b) gałąź przywspółczulna / parasympatyczny układ nerwowy (ang. *parasympathetic nervous system*, PNS)

W autonomicznym układzie nerwowym zachodzi przekazywanie synaptyczne z udziałem acetylocholin i katecholamin: noradrenaliny i adrenaliny. Acetylocholina jest uwalniana na zakończeniach włókien przedzwojowych w zwojach współczulnych i przywspółczulnych, w rdzeniu nadnerczy oraz na zakończeniach przywspółczulnych włókien zazwojowych (Sadowski, 2009). Z kolei na zakończeniach współczulnych włókien zazwojowych dominuje uwalnianie noradrenaliny, a rdzeń nadnerczy wytwarza adrenalinę. Na podstawie wydzielanych neuroprzekaźników układ autonomiczny bywa dzielony na (1) adrenergiczny zamiast współczulnego oraz (2) cholinergiczny zamiast przywspółczulnego (Sadowski, 2009).

W odpowiedzi na zagrożenie dochodzi do natychmiastowej aktywacji współczulnego układu nerwowego i zahamowania układu przywspółczulnego (Berntson i in., 1991; Sapolsky i in., 2000). Ośrodki współczulnego układu nerwowego są umieszczone w słupach bocznych rdzenia kręgowego od segmentu szyjnego do segmentu krzyżowego (Sadowski, 2009). Gałąź współczulna odpowiada za reakcję „walki – zamrożenia – ucieczki”.

Drugim elementem osi SAM jest rdzeń nadnerczy (ang. *adrenal medulla*, AM) stymulowany przez podwzgórze (Bitsika, 2014). Komórki chromafinowe rdzenia nadnerczy wydzielają adrenalinę i w mniejszych ilościach noradrenalinę. Skutkuje to m. in. zwiększonym ciśnieniem krwi, zwiększonym tętnem i uwolnieniem katecholamin (Bitsika i in., 2014; Ouakinin, 2016). Oś SAM jest kontrolowana przez LC – NE (Berridge i Waterhouse, 2003).

Rozpoznanie bodźca jako zagrażającego obejmuje aktywuje miejsce sinawe (ang. *locus coeruleus*, LC). Jest to jądro pnia mózgu odpowiedzialne za syntezę i uwalnianie noradrenaliny (norepinefryny) do przodomózgowia, stąd system ten określa jako układ miejsce sinawe – norepinefryna (ang. *LC – NE system*).

Miejsce sinawe projektuje do obszarów mózgowych wykorzystujących ten neuroprzekaźnik: ciała migdałowate, hipokampa, rdzenia kręgowego, pnia mózgu, mózdzka, jąder wzgórza oraz kory nowej (Fink, 2016; Schwarz i in., 2015).

Układ ten bierze udział w regulacji funkcji fizjologicznych, pobudzenia oraz funkcji poznawczych (Ambrosini i in., 2013; Lovett-Barron i in., 2017; Szabadi, 2013). Działanie układu LC - NE pobudza organizm do odpowiedzi emocjonalnych i behawioralnych (Berridge i Waterhouse, 2003; Valentino i Van Bockstaele, 2008). Wydzielana noradrenalina pomaga organizmowi poradzić sobie z zagrożeniem przez usprawnienie jego funkcjonowania i mobilizację na poziomie wyższych funkcji psychicznych (m. in. kontroli poznawczej), przetwarzania informacji trafiających do kanałów sensorycznych i konsolidacji pamięci (Sara i Bouret, 2012). Układ ten na zasadzie sygnału alarmującego zmniejszając zaangażowanie w podstawowe czynności jak spanie czy jedzenie.

#### **1.4.2.2 Oś HPA**

Ciało migdałowate przekazuje informacje do neuronów podwzgórza wywołując odpowiedź osi HPA. Najwyższe piętro osi stanowią jądra przykomorowe podwzgórza (ang. *paraventricular nucleus of the hypothalamus*, PVN), które odbierają i integrują informacje dotyczące bodźca wzbudzającego zagrożenie (Denver, 2009; Sadowski, 2009).

Podwzgórze, podobnie jak ciało migdałowate jest zaliczane do struktur limbicznych i mieści się pomiędzy skrzyżowaniem nerwów wzrokowych a ciałami suteczkowatymi (Grodd i in., 2020; Sadowski, 2009; Traczyk, 2015). Podstawowe funkcje podwzgórza wiążą się z regulacją homeostazy wewnątrzustrojowej, kontrolą wydzielania wewnętrznego oraz sterowaniem mechanizmami popędowymi i emocjami (Sadowski, 2009). PVN kontrolują odpowiedź organizmu na stres w zakresie reakcji endokrynologicznych, behawioralnych i autonomicznych (Denver, 2009; Herman i in., 2003; Ulrich - Lai i Herman, 2009). PVN uwalniają aktywne biologicznie substancje, które pobudzają przysadkę do wydzielania hormonów (Frankiensztajn i in., 2020; Sadowski, 2009).

Drugim elementem osi jest przysadka mózgowa, gruczoł znajdujący się we wgłębieniu kostnym. Praca przysadki, związana z produkcją i uwalnianiem hormonów, jest kontrolowana przez podwzgórze na podstawie bodźców pochodzących z organizmu, jak i ze środowiska zewnętrznego. Ostatnim elementem osi HPA jest nadnercze, parzysty gruczoł składający się z dwóch części: rdzennej i korowej. Część rdzenna wytwarza adrenalinę, a część korowa glikokortykosteroidy (Sadowski, 2009).

W jądrach przykomorowych podwzgórza dochodzi do syntezy i wydzielania hormonu uwalniającego kortykotropinę (ang. *corticotropin releasing hormone*, CRH) przez komórki neurosekrecyjne do krążenia wrotnego przysadki mózgowej (Davies i in., 2019). Wydzielanie CRH prowadzi do uwalniania hormonu adrenokortykotropowego (ang. *adrenocorticotrophic hormone*; ACTH) z przysadki mózgowej (Mojs, 2010). ACTH przedostaje się do krwi i stymuluje nadnercza do produkcji glikokortykosteroidów, przy czym u ludzi jest to głównie kortyzol (Denver, 2009; Hinds i Sanchez, 2022; Sadowski, 2009). Łańcuch reakcji zachodzących w osi HPA, podobnie jak w osi SAM oraz jej powiązaniu z układem LC – NE ma znaczenie adaptacyjne, ponieważ przygotowuje organizm do poradzenia sobie z bodźcami wzbudzającymi zagrożenie.

## 1.5 Podsumowanie

Doświadczenie lęku jest zjawiskiem powszechnym i normatywnym. Obejmuje specyficzny sposób funkcjonowania uwagowego oraz powiązane z nim zmiany fizjologiczne związane z wewnętrznym wydzielaniem i aktywnością konkretnych struktur neuronalnych. Tematyka lęku jest chętnie podejmowana przez badaczy na całym świecie zarówno na gruncie zjawiska przejściowego lub względnie stałej cechy, jak i zaburzeń psychopatologicznych.

Popularnym zabiegiem jest badanie lęku w wąskim zakresie, odnoszącym się do wybiórczych sytuacji. Ostatnie dwa lata (od 2020 do 2022) publikacje na temat lęku zdominowała problematyka lęku przez zarażeniem się koronawirusem (ang. *covid – anxiety*). Innym współczesnym trendem badania lęku jest lęk dentystyczny (ang. *dental anxiety*),

lęk matematyczny (ang. *math anxiety*) i jego pochodne czy lęk przed sprawdzaniem wiedzy (ang. *test anxiety*). Istnieje również forma lęku związana bezpośrednio z funkcjonowaniem wyobraźni przestrzennej, czyli lęk przestrzenny (ang. *spatial anxiety*) i zostanie ona przybliżona w dalszej części pracy.

Doświadczenie lęku w dalszej części pracy będzie rozpatrywane z perspektywy jego wpływu na poznawcze funkcjonowanie człowieka, zwłaszcza na procesy wyobraźni przestrzennej.

## **Rozdział 2 Wyobraźnia jako proces poznawczy**

### **2.1 Wprowadzenie**

Drugim konstruktem omawianym w pracy jest wyobraźnia przestrzenna rozumiana jako odrębny proces poznawczy, który jest jakościowo różny od wyobraźni obiektowej.

W tej części pracy zostanie zaprezentowana konceptualizacja wyobraźni umysłowej wraz z jej neurobiologicznymi podstawami. Następnie, zostaną ukazane procesy wyobraźni przestrzennej z podziałem na transformacje egocentryczne i transformacje allocentryczne. W rozdziale zostaną także omówione różnice indywidualne w wyobraźni oraz jej znaczenie dla funkcjonowania człowieka, zwłaszcza w odniesieniu do osiągnięć szkolnych i akademickich.

### **2.2 Wyobraźnia przestrzenna jako odrębny proces poznawczy**

Kiedyś sądzono, iż wyobraźnia przestrzenna stanowi niezróżnicowany proces poznawczy polegający na wizualizacji obiektów w umyśle. Dzięki badaniom z obszaru psychologii poznawczej oraz neurobiologii wiadomo, iż proces ten nie tylko nie polega na samym „wyobrażaniu sobie” obiektów, ale jest zdecydowanie bardziej złożony.

#### **2.2.1 Wyobraźnia umysłowa**

Zgodnie z zasadą podwójnego kodowania (ang. *dual coding theory*) Alana Paivio (1971) człowiek dokonuje umysłowej reprezentacji rzeczywistości za pomocą dwóch kodów (inaczej nazywanych systemami): (1) werbalnego i (2) pozawerbalnego. Kody te są zróżnicowane w odniesieniu do struktury, hierarchicznej organizacji i sposobu działania, co oznacza, iż informacje napływające do człowieka są inaczej przetwarzane w kodzie werbalnym, a inaczej pozawerbalnym (Nęcka i in., 2020; Paivio, 2014; Sadowski i Paivio, 2004).

Kod werbalny reprezentuje kodowanie informacji w postaci symboli lingwistycznych, zazwyczaj powiązanych z językiem naturalnym. Reprezentacje werbalne na gruncie teorii podwójnego kodowania zostały określone jako logogeny oraz są przetwarzane w sposób powolny

i szeregowy, czyli typowy dla przetwarzania języka (Nęcka i in., 2020). Kod pozawerbalny reprezentuje kodowanie informacji w postaci obrazów umysłowych nazwanych na gruncie teorii podwójnego kodowania imagenami. Obrazy wizualne, w przeciwieństwie do logogenów, są przetwarzane w sposób szybki i równoległy (Nęcka i in., 2020).

W krótkim zarysie omawianego konstrukt, historia wyobraźni umysłowej sięga co najmniej początków psychologii. W tradycyjnym ujęciu Francis Galton (1883) wskazywał na zdolność człowieka do tworzenia wyobrażeń (ang. *imagery ability*) i odnoszono ją do różnic indywidualnych w deklarowanej tzw. plastyczności tych wyobrażeń (ang. *vividness*).

Tak pojmowana wyobraźnia była badana za pomocą zadania „*The Breakfast Table Questionnaire*”, które oceniało zdolności tworzenia wyobrażeń i ich plastyczność. Galton prosił badanych o wypełnienie kwestionariusza, a następnie o przypomnienie sobie stolika, na którym znajdowało się śniadanie i opisanie tej sceny w wymiarach: (1) jasności, (2) barw i (3) opisanie przywoływanych w wyobraźni umysłowej obiektów. Następnie oceniano wypełnione przez

uczestników kwestionariusze w sferze plastyczności wyobrażeń i porównywano z wyobrażanym stolikiem (Andrade i in., 2014). Współcześnie to badanie uznawane jest za wyjątkowe w dziejach psychologii – była to nie tylko pionierska próba zbadania zdolności generowania wyobrażeń, ale także jedno z pierwszych badanie psychologiczne oceniające różnice indywidualne.

### **2.2.2 Neurobiologia percepcji i wyobrażeń**

Pojęcie wyobraźni umysłowej (ang. *mental imagery*) współcześnie rozpatrywane jest z perspektywy procesów poznawczych zachodzących w umyśle człowieka i w szerokim ujęciu definiowane jako „symulacja lub odtworzenie doświadczeń percepcyjnych” (Kosslyn i in., 2001). Ma miejsce wtedy, gdy dostęp do informacji o charakterze percepcyjnym zapośredniczony jest przez procesy pamięciowe, co daje możliwość doświadczenia „widzenia okiem umysłu” i „słyszania uchem umysłu” (Kosslyn i in., 2001), czy po prostu „wewnętrznego

widzenia” (Francuz, 2007). Wyobraźnia ma status procesu odgórnego (ang. *top-down*), aktywowanego bez zewnętrznej stymulacji, który cechuje wysoki stopień podobieństwa do wrażeń zmysłowych, przez co nazywana jest także doświadczeniem quasi-percepcyjnym (Kosslyn, 1980). Mimo, iż pojęcie wyobraźni w szerokim znaczeniu odnosi się do przetwarzania multimodalnego, w literaturze dominują opracowania dotyczące wzrokowej wyobraźni umysłowej (Nanay, 2018; Pearson, 2019).

### **2.2.2.1 Mechanizm procesu oddolnego**

Dla porównania, oddolne procesy percepcji (ang. *bottom – up*) występują wtedy, gdy informacja jest rejestrowana bezpośrednio przez system receptorów zmysłowych odpowiednich dla danej modalności. Do percepcji wzrokowej dochodzi, gdy światło wpada do otworu w tęczówce oka – źrenicy i jest rzutowane na siatkówkę. Siatkówka zajmuje tylną powierzchnię gałki ocznej pokrytą receptorami wzrokowymi. Informacja biegnie od receptorów wzrokowych do komórek dwubiegunowych i horyzontalnych, a następnie do komórek amakrynowych i zwojowych. Komórki zwojowe są neuronami czuciowymi i powstają w nich impulsy nerwowe, które są przekazywane do ośrodkowego układu nerwowego (Sadowski, 2009). Aksony komórek zwojowych łączą się i budują nerw wzrokowy, który wychodzi poza gałkę oczną do mózgowia. Punkt wyjścia poza gałkę oczną nazywany jest „plamką ślepa”, gdyż jest pozbawiony receptorów. Aksony komórek zwojowych docierają do ciała kolankowego we wzgórzu, które przekazuje informacje do obszarów korowych (Pearson i Kosslyn, 2015). Pierwszym obszarem korowym przyjmującym informacje wzrokowe jest pierwszorzędowa korze wzrokowej. Jest ona zlokalizowana w obszarze płata potylicznego i pokrywa bruzdę ostrogową (Sadowski, 2009). Jest nazywana także korą prążkową lub polem V1<sup>3</sup> (Sadowski, 2009; Kalat, 2020).

Jednakże, percepcja nie jest jedynie procesem oddolnym. Istnieją dowody empiryczne na odgórność procesów percepcyjnych (Buschman i Miller 2007; Muckli, 2010; Muckli i Petro 2013). Zostało to udokumentowane w eksperymentalnych badaniach nad

---

<sup>3</sup> W przeszłości stosowano termin „pole 17 Brodmanna” (Sadowski, 2009)

neuronalnymi podstawami doświadczeń wzrokowych i wyobraźniowych. Odnotowano wzrost aktywności neuronalnej charakterystycznej dla przetwarzania odgórnego i oddolnego w przypadku percepcji wzrokowej w porównaniu, natomiast w przypadku wyobrażeń dochodziło jedynie do wzbudzenia mechanizmów odgórnych (Dentico i in., 2014; Dijkstra i in., 2017). Obecne stanowisko na temat statusu doświadczeń percepcyjnych opiera się na założeniu, iż jest to produkt zarówno procesów oddolnych, jak i odgórnych (Dijkstra i in., 2017).

#### **2.2.2.2 Mechanizm procesu odgórnego**

Procesy odgórne w wyobraźni opisywane są na zasadzie „odwróconego procesu widzenia” (ang. *reverse visual hierarchy*), którego dynamika przebiega odwrotnie niż w przypadku percepcji (Dentico i in., 2014; Dijkstra i in., 2017; Pearson, 2019). Proces ten jest wzbudzany w obszarach czołowych koordynujących pracę obszarów przestrzennych oraz czuciowych (Person 2019; Ranganath i D’Esposito, 2005).

Następnie, zgodnie z zasadą odwróconej hierarchii, informacje są przetwarzane przez struktury hipokampa odpowiedzialnego za nadawanie im złożonych i zróżnicowanych form oraz form przestrzennych (Bird i in., 2010).

Najwięcej informacji na temat funkcji hipokampa dostarczają badania z użyciem metod obrazowania mózgu podczas wykonywania zadań z obszaru nawigacji, orientacji przestrzennej oraz przestrzennej pamięci roboczej, co potwierdza silne zaangażowanie tej struktury w procesy kodowania informacji (Burgess i in., 2002; Fyhn i in., 2004; Lee i in., 2012; O’Keefe, 1976; Sargolini i in., 2006).

Podobne obserwacje pochodzą z badań nad osobami przechodzącymi treningi mające na celu usprawnić zdolności nawigacyjne (Kühn i Gallinat, 2014; Kühn i in., 2014; Lövdén i in., 2010). Danych na temat roli hipokampa w przetwarzaniu informacji przestrzennych dostarczają również badania prowadzone w modelach zwierzęcych, np. nad wędrującymi ptakami lub ptakami i ssakami gromadzącymi pokarm (Jacobs i Spencer, 1994; Krebs i in., 1989; Rehkämper i in., 1988; Sherry i in., 1989).

Również badania nad pacjentami z uszkodzonym hipokampem wskazały, iż osoby te miały trudności z wykonywaniem zadań angażujących przestrzenną pamięć roboczą (Aguirre i D'Esposito; 1999; Holdstock i in., 2000; Iaria i Barton, 2010).

Podsumowując, struktura hipokampa jest istotna dla przetwarzania informacji o charakterze wzrokowo – przestrzennym typowym dla czynności nawigacyjnych. Brakuje jednak badań na temat aktywności tej struktury w typowych procesach wyobraźniowych jak rotacje mentalne, a nie nawigacyjnych. Jedyne odnalezione badanie w tej problematyce potwierdza aktywność hipokampa podczas wykonywania zadań na rotacje mentalne (Wei i in., 2016).

W związku z powyższymi informacjami, rola tej struktury w typowych zadaniach angażujących wyobraźnię przestrzenną nie jest jednoznacznie ustalona, istnieją również dane przeczące aktywności hipokampa w tego typu operacjach umysłowych (Kreiman i in., 2010). Sugeruje to, aby traktować tę strukturę jako prawdopodobnie zaangażowaną w neuronalny mechanizm percepcji odgórnej (Pearson, 2019).

Zasada odwróconej hierarchii wskazuje, iż proces odgórny dobiega końca w polu V1 (Pearson i in., 2015; Pearson, 2019). Przez ostatnie dekady na gruncie psychologii i neuronauki prowadzono debatowano nad rolą kory wzrokowej w procesach wyobraźniowych. Przedmiotem dyskursu były sprzeczne obserwacje, gdyż pewna część badań podkreślała brak udziału kory wzrokowej w procesach wyobraźniowych i równie duża część badań wskazywała na jej ważną rolę w tych odgórnych procesach. Rozbieżności te wyjaśniane są zróżnicowaną metodologią badawczą oraz różnicami indywidualnymi w zakresie możliwości wyobrażeń (Pearson i in., 2015; Pearson, 2019). Współcześnie badacze stoją na stanowisku, iż kora wzrokowa bierze udział w procesie wyobraźni (Kosslyn i Thompson, 2003; Pearson, 2019; Stokes i in., 2009).

### 2.2.2.3 Neuropsychologiczne zróżnicowanie wyobraźni umysłowej

Funkcjonowanie wyobraźni umysłowej jest opisywane na gruncie neuronauki na podstawie dwóch autonomicznych mechanizmów nerwowych: strumienia brzuszno (ang. *ventral stream*) i strumienia grzbietowego (ang. *dorsal stream*). Strumień brzuszny wychodzi z kory wzrokowej i biegnie do dolnej części kory skroniowej. Odpowiada za postrzeganie i wizualizację właściwości obiektów (Pearson, 2019). Strumień grzbietowy wychodzi z kory wzrokowej i biegnie do tylnej części kory ciemieniowej. Odpowiada za lokalizację, wyobrażanie sobie ich lokalizacji i transformacji w przestrzeni (Pearson, 2019; Zacks, 2008). Badania wskazują, iż podczas operacji przestrzennych w umyśle aktywne są oba systemy (Hyun i Luck, 2007).

### 2.3 Zróżnicowanie wyobraźni umysłowej

Zgodnie z koncepcją Alana Paivio, kod pozawerbalny odnoszący się do wyobrażania sobie przetwarzanych danych traktowano jako konstrukt jednorodny, nie rozróżniając jego wyspecjalizowanych funkcji. Identyfikacja ewentualnych różnic indywidualnych w jej zakresie sprowadzała się do klasyfikacji na jednostki o bardziej *versus* mniej sprawnej wyobraźni umysłowej (Hollenberg, 1970; Paivio, 1983; Richardson, 1977). Mimo, iż podejście to nadal ma swoich zwolenników (Höffler i in., 2017), jednolitość wyobraźni umysłowej została podważona. Wskazano na dwa odrębne aspekty wyobraźni zróżnicowane w odniesieniu do kodowania i przetwarzania informacji (Blajenkova i in., 2006; Farah i in., 1988; Kosslyn i in., 1992; Kozhevnikov i in., 2005; Kozhevnikov i Blazhenkova, 2013; Levine i in., 1985).

Zaobserwowano, iż pacjenci z lezjami w obszarze kory skroniowej mieli trudności z wykonywaniem zadań wymagających wizualizacji obiektów oraz ich właściwości, natomiast wykonywanie zadań przestrzennych nie sprawiało im trudności (Farah i in., 1998; Levine i in., 1985). Odwrotne tendencje obserwowano u pacjentów z uszkodzeniami w obrębie tylnej kory ciemieniowej.

### **2.3.1 Wyobraźnia obiektowa**

Charakterystyka wyobraźni obiektowej w bezpośredni sposób odwołuje się do klasycznego, galtonowskiego rozumienia wyobraźni, w którym nie tyle istotne były relacje przestrzenne między wyobrażanymi obiektami, a ich szczegółowość i plastyczność. Wyobraźnia obiektowa odnosi się do reprezentacji umysłowych cech fizycznych obiektu: jego precyzyjnej formy, rozmiaru, kształtu, formy czy jaskrawości. Osoby preferujące korzystanie z wyobraźni obiektowej (ang. *object imagers*,) mają tendencję do tworzenia obrazów umysłowych pełnych kolorów i bogatych w detale. Podstawową charakterystyką tej wyobraźni jest jej plastyczność (ang. *vividness*). Plastyczność odnosi się do jakościowych aspektów obrazów umysłowych: przejrzystości, treściwości, realności i stopnia podobieństwa do faktycznego doświadczenia percepcyjnego (Richardson, 1994). Jak wykazały badania kwestionariuszowe i badania z obszaru neuroobrazowania, ludzie różnią się między sobą zdolnością formowania obrazów umysłowych, co przekłada się na różnice w funkcjonowaniu wizualnej wyobraźni umysłowej.

Wyobraźnia obiektowa wiąże się z twórczością plastyczną i sztuką (Blazhenkova i Kozhevnikov, 2010; Kozhevnikov i Blazhenkova, 2013; Kozhevnikov i in., 2013; Pérez-Fabello i in., 2016; Rosenberg, 1987). Z badań nad różnicami płciowymi nie udało się ustalić jednoznacznych wniosków. Część badań wskazuje, iż kobiety osiągają wyższe wyniki w zadaniach wymagających wyobraźni obiektowej (Blajenkova i in., 2006; Blazhenkova i Kozhevnikov, 2009, 2010; Blazhenkova i in, 2011; Campos, 2014; Cho, 2017; Pazzaglia i Moè, 2013), a część badań wykazała brak różnic pomiędzy kobietami a mężczyznami w tego typu zadaniach (Ashton i White, 1980; Campos i Pérez, 1988; Campos i Pérez-Fabello, 2005; Campos, 2014; McConkey i Nogrady, 1986).

### **2.3.2 Wyobraźnia przestrzenna**

Drugim aspektem wyobraźni umysłowej, a zarazem przedmiotem tej pracy, są procesy wyobraźni przestrzennej. Procesy te odnoszą się do umysłowej reprezentacji przestrzennej lokalizacji obiektów, relacji między nimi, ich składowymi i zmianą ich położenia

(Hueur i in., 1986; Farah i in., 1988; Kosslyn i in., 2001; Kosslyn i Thompson, 2003; Kozhevnikov i in., 2005; Mazard i in., 2004; Vannucci i in., 2020).

Dalsza eksploracja konstruktów wyobraźni przestrzennej doprowadziła do uznania dwóch jego aspektów: transformacji egocentrycznych oraz transformacji allocentrycznych (Bryant i Tversky, 1999; Easton i Sholl, 1995; Klatzky, 1998; Zacks i in., 1999). Pojęcie transformacji allo- i egocentrycznych jest dobrze udokumentowane na gruncie teorii poznania przestrzennego i percepcji głębi (ang. *spatial cognition*). Wskazuje się, iż człowiek korzysta z dwóch rodzajów ram odniesienia: wewnętrznych, gdy własne położenie jest punktem wyjścia do oceny przestrzennej lokalizacji obiektów (ang. *body – centered*) i odpowiada to transformacjom egocentrycznym oraz zewnętrznych, gdy opuszcza wewnętrzne ramy odniesienia i przenosi się na wymiar zewnętrzny (ang. *world – centered*; Arleo i Rondi-Reig, 2007; Burgess, 2006, 2008; Chen i Crawford, 2020; Easton i Sholl, 1995; Galati i in., 2000).

Obydwie zdolności uznawane są za skorelowane, ale odrębne miary zdolności przestrzennych. Oznacza to, iż do pewnego stopnia angażują te same zasoby poznawcze, ale pewna ich część pozostaje unikatowa dla każdej z wyróżnionych zdolności (Kozhevnikov i in., 2006).

Informacji na temat odrębności wyobraźni obiektowej i wyobraźni przestrzennej częściowo dostarczają także badania nad afantazją (ang. *aphantasia*), zjawiskiem opisanym po raz pierwszy przeszło sto lat temu, jednakże dopiero od dwóch dekad jest intensywnie badany (Jacobs i in., 2018). Osoby dotknięte afantazją nie generują obrazów umysłowych (Zeman i in., 2016, 2020). Doświadczenie afantazji wiąże się z rzadszym występowaniem snów oraz uboższą pamięcią autobiograficzną oraz epizodyczną (Dawes i in., 2020). Jednocześnie, badania nad wyobraźnią przestrzenną u osób dotkniętych afantazją wykazały brak istotnych statystycznie różnic między tą grupą a grupą kontrolną (Dawes i in., 2020). Warto zwrócić jednak uwagę, iż wyobraźnia przestrzenna w tym badaniu była mierzona za pomocą narzędzia samoopisowego, w którym badani subiektywnie oceniali swoje możliwości wyobrażeniowe w odniesieniu do dwóch typów wyobraźni.

### 2.3.2.1 Transformacje egocentryczne

Pojęcie transformacji egocentrycznych reprezentuje kodowanie informacji dotyczących lokalizacji obiektu oraz jego części w odniesieniu do obserwatora, w których zmienia się jego pozycja, natomiast obiekty w przestrzeni pozostają nieruchome (McGee, 1979). Człowiek pozostaje na wewnętrznych ramach odniesienia, które stają się punktem wyjścia do oceny przestrzennej lokalizacji obiektów. Dochodzi do procesów kodowania informacji na temat lokalizacji obiektów i ich części w odniesieniu do osi ciała obserwatora (prawo – lewo, przód – tył, góra – dół; Kozhevnikov i in., 2013). Inaczej proces ten jest określany jako orientacja przestrzenna. Przykładowo, człowiek ustala lokalizację mebli w pokoju w odniesieniu do ich kąta oraz odległości względem swojego ciała, a nie innych obiektów.

Transformacje egocentryczne są rozpatrywane także na gruncie teorii poznania ucieleśnionego (ang. *embodied cognition*). Wskazuje się, iż są one „bardziej” ucieleśnione niż transformacje allocentryczne, ponieważ wiążą się z przyjmowaniem perspektywy pierwszoosobowej (Gallese, 2005). Perspektywa ta stymuluje aktywność lewopółkulową, m. in. w strukturach związanych z ośrodkami ruchu (Lorey i in., 2009; Thakkar i in., 2009). Wiąże się to ze wzbudzeniem reprezentacji kinestetycznych oraz symulacją ruchu w wyobraźni (Kaltner i Jansen, 2014).

Transformacje egocentryczne badane są zadaniem w paradygmacie rotacji mentalnych, ale w zmodyfikowanej wersji zakładającej obecność bodźców z wizerunkiem ciała lub jego części (Kaltner i Jansen, 2014). Istnieją również inne, mniej popularne narzędzia do badania transformacji egocentrycznych, w których uczestnika prosi się o wyobrażanie sobie obiektu z różnych perspektyw. Takim zadaniem jest Test Orientacji Przestrzennej lub Test Przyjmowania Perspektywy (Hegarty i in., 2008) oraz jest poprzednia wersja w postaci Testu Wyobrażania Obiektów (Kozhevnikov i Hegarty, 2001).

Przeprowadzanie transformacji egocentrycznych i allocentrycznych wiąże się z odmienną, specyficzną aktywnością neuronalną (Hegarty i Waller, 2004; Wraga i in., 2005; Zacks i in., 2003). Transformacje egocentryczne wywołują aktywność lewopółkulową, zwłaszcza

we wzrokowo – ruchowych ośrodkach tylnej kory ciemieniowej w strumieniu grzbietowym, który jest z kolei połączony z korą czołową (Zacks i in., 2003).

### 2.3.2.2 Transformacje allocentryczne

Pojęcie transformacji allocentrycznych reprezentuje kodowanie informacji dotyczących lokalizacji obiektu oraz jego części w odniesieniu do lokalizacji innych obiektów (Kozhevnikov i in., 2013). Przykładowo, człowiek wyobraża sobie ustawienie biurka w pokoju poprzez określanie kąta jego położenia względem łóżka czy szafy. Inaczej proces ten jest określany jako wizualizacja przestrzenna (ang. *spatial visualisation*) lub transformacje umysłowe bazujące na pozycji obiektów (ang. *object-based*) w których element lub grupy elementów zmieniają swoje położenie względem obserwatora, ale nie zmienia się położenie obserwatora (Frick, 2019; Kozhevnikov i in., 2013; Wolbers i Hegarty, 2010; Zacks i in., 1999). Inaczej mówiąc, wiąże się ona z aktywacją wyobrażeń dotyczących ułożenia i/lub ruchu obiektów w przestrzeni. Proces transformacji allocentrycznych wymaga opuszczenia wewnętrznych ram odniesienia i przejścia na ramy zewnętrzne (Galati i in., 2000; Hegarty i in., 2008; Nori i in., 2018).

Typowymi sposobami pomiaru przestrzennej wizualizacji są testy z zakresu: (1) rotacji mentalnych, (2) *paperfolding test* polegających na „składaniu” i „rozkładaniu” w wyobraźni narysowanych na kartce kawałków papieru w celu dopasowania ich do wzorca oraz (3) *form board test* składających się z pięciu figur, z których jedna zostaje wyświetlona będąc rozbitą na części. Zadaniem osoby badanej jest podjęcie decyzji, która z figur wzorcowych przedstawia figurę rozbitą na części.

Najczęściej proces transformacji allocentrycznych badany jest w paradygmacie rotacji mentalnych, które jednocześnie uchodzą za flagowe narzędzie służące badaniu wyobraźni przestrzennej. Paradygmat ten pochodzi od badań nad wyobraźnią prowadzonych przez Rogera Sheparda i Jacqueline Metzler (1971). W klasycznym badaniu uczestnicy byli proszeni o obserwowanie par dwuwymiarowych rysunków prezentujących trójwymiarowe kształty geometryczne. Kształty były obracane (rotowane) w przedziale 0-180° na płaszczyźnie dwu- lub

trójwymiarowej. Badani obserwowali również tzw. kształty dystrakcyjne, które nie stanowiły rotacji pierwotnych bodźców. Zadaniem uczestników badania było określenie, czy obraz był rotacją pierwotnego kształtu.

Transformacje allocentryczne wzbudzają aktywność prawopółkulową, zwłaszcza w dolnej korze ciemieniowej i górnej korze skroniowej w strumieniu brzuszny (Chen i Crawford, 2020; Sirigu i Duhamel, 2001). Wykazano również, iż zadania na rotacje mentalne angażują jądra podstawne, części potyliczne i ciemieniowe (Berneiser i in., 2016; Thompson i Kosslyn, 2000).

### **2.3.3 Pozaprzestrzenne operacje umysłowe zaangażowane w procesy wyobrażeniowe**

Procesy wyobraźni przestrzennej są procesami odgórnymi, które są aktywowane wolicjonalnie i w sposób kontrolowany. Wymagają one nakładu zasobów uwagowych, gdyż stanowią składają się z licznych drobniejszych procesów umysłowych, których prawidłowy przebieg jest kluczowy dla transformacji przestrzennej obiektu w wyobraźni (Città i in., 2019; Johnson, 1990; Karadi i in., 2001; Kosslyn i in., 1998; Wexler i in., 1998; Wohlschlager i Wohlschlager, 1998).

Procesy wyobraźni przestrzennej, na przykładzie rotacji mentalnych, składają się z następujących etapów: (1) percepcji prezentowanego bodźca i jego zakodowania, (2) odniesienia się do umysłowej reprezentacji bodźca; (3) umysłowej transformacji bodźca w wyobraźni w odniesieniu do innych obiektów; (4) podjęcia decyzji i udzielenia odpowiedzi (Cooper i Shepard, 1973; Wright i in., 2008; Xue i in., 2017). Kroki te wymagają równoległej aktywacji innych procesów poznawczych, determinujących właściwy przebieg transformacji obiektów w umyśle. U podłoża wyobraźni przestrzennej leżą zatem procesy uwagi, percepcji, pamięci roboczej, a także procesy priopercepcyjne i motoryczne związane z poczuciem położenia własnego ciała (Berneiser i in., 2018; Kozhevnikov i in., 2005; Smith, 2005).

## 2.4 Funkcjonalne znaczenie wyobraźni przestrzennej

Procesy wyobraźni przestrzennej są nieodłączną częścią codziennego funkcjonowania człowieka poruszającego się w przestrzeni trójwymiarowej. Jednocześnie stanowią one integralną część wyższych procesów poznawczych związanych z rozumowaniem i poznawaniem świata, co czyni je jednymi z najczęściej badanych procesów umysłowych (Kell i in., 2013; Newcombe i Frick, 2010, Pazzaglia i Moè, 2013). Procesy wyobraźni przestrzennej podlegają treningom mającym na celu ich usprawnienie oraz rozwój (Baenninger i Newcombe, 1989; Kail i Park, 1990; Kaushall i Parsons, 1981; Uttal i in., 2013).

Sprawność wyobraźni przestrzennej jest predyktorem osiągnięć na etapie edukacji szkolnej, akademickiej i zawodowej w dziedzinach wymagających rozumowania naukowego (Campos-Juanatey i in., 2018; Kell i in., 2013; Moè, 2018; Wai i in., 2010). Najwięcej badań nad związkami wyobraźni przestrzennej i sukcesem w dziedzinach nauk przyrodniczych przeprowadzono z użyciem zadań w paradygmacie rotacji mentalnych (Cheng i Mix, 2014; Lauer i Lourenco, 2016; Lubinski, 2010; Newcombe i in., 2015; Pazzaglia i Moè, 2013).

Znaczenie wyobraźni przestrzennej jest podkreślane zwłaszcza na gruncie dyscyplin i subdyscyplin STEM (Buckley i in., 2018; Höffler 2010; Lubinski 2010; McGrew i Evans, 2004; Mulligan i in., 2018; Uttal i Cohen, 2012; Wai i in., 2009). W Tabeli 2.1 wskazano najważniejsze obszary badane w kontekście wyobraźni przestrzennej wraz z odniesieniem do autorów pracy.

**Tabela 2.1***Obszary wykorzystania wyobraźni przestrzennej*

<b>Obszar</b>	<b>Obserwacja</b>	<b>Praca naukowa</b>
<b>NAUKI ŚCISLE I PRZYRODNICZE</b>		
Matematyka	Zdolności wzrokowo – przestrzenne korelują z wykonaniem zadań arytmetycznych oraz geometrycznych.	Kyttälä i Lehto, 2008
Matematyka	Wyobraźnia przestrzenna wiąże się z płynnością, oryginalnością oraz elastycznością wykonywania zadań matematycznych.	Pitta-Pantazi i in., 2013;
Matematyka	Wizualizacja i orientacja przestrzenna, a także ujmowanie relacji przestrzennych są predyktorem rozumowania przestrzennego w geometrii trójwymiarowej.	Pittalis i Christou 2010
Matematyka	Umiejętność rotacji mentalnych dodatnio koreluje z tworzeniem reprezentacji numerycznych.	Thompson i in., 2013
Matematyka	Wyobraźnia przestrzenna koreluje z mnogością strategii rozwiązywania zadań arytmetycznych u dziewczynek w wieku szkolnym.	Laski i in., 2013
Matematyka	Wyobraźnia przestrzenna jest predyktorem sukcesu w matematyce w nauce przedszkolnej i szkolnej.	Mix i in., 2016
Matematyka	Umiejętności wzrokowo – przestrzenne korelują dodatnio z wykonaniem testu matematycznego.	Reuhkala, 2001
Matematyka	Trening rotacji mentalnych wpływa korzystnie na wykonanie zadań matematycznych u dzieci w wieku wczesno – szkolnym.	Cheng i Mix 2014
Fizyka	Umiejętność wizualizacji przestrzennej wiąże się z prawidłowym wykonaniem zadań z wieloma parametrami przestrzennymi.	Kozhevnikov i in., 2007; Hodgkiss i in., 2018
Biologia	Trening wyobraźni przestrzennej podczas lekcji biologii przekłada się na lepsze oceny z tego przedmiotu	Lord, 1990
Biologia	Umiejętności wizualizacji przestrzennej są predyktorem osiągnięć w biologii.	Hodgkiss i in., 2018
Geologia	Studiowanie geologii rozwija zdolności wzrokowo – przestrzenne, po roku studenci manifestowali wyższy poziom tych umiejętności w porównaniu z pomiarem początkowym.	Orion i in., 1997
Programowanie	Poprawne wykonywanie zadań na rotacje mentalne wiąże się z myśleniem obliczeniowym i umiejętnością programowania.	Città i in., 2018; Jones i Burnett, 2008
<b>NAUKI MEDYCZNE I NAUKI O ZDROWIU</b>		
Chirurgia	Umiejętność rotacji mentalnych ma znaczenie dla nabywania wiedzy praktycznej z chirurgii.	Vajsbaher i in., 2018
Endoskopia	Umiejętność rotacji mentalnych ma znaczenie dla wykonania endoskopii.	Rogister i in., 2022
Stomatologia	Przestrzenna wizualizacja i rotacja obiektów jest predyktorem poprawnego przeprowadzania leczenia zachowawczego.	Hegarty i in., 2008
Radiologia	Umiejętność rotacji mentalnych wiąże się z poprawną analizą zdjęć rentgenowskich.	Nilsson i in., 2007
<b>SZTUKA I SPORT</b>		
Architektura	Umiejętności rotacji mentalnych u absolwentów architektury są na wyższym poziomie niż u absolwentów innych kierunków studiów.	Campos i in., 2018
Muzyka	Umiejętności przestrzenne osób należących do orkiestry są na wyższym poziomie niżeli osób spoza orkiestry.	Sluming i in., 2007
Muzyka	Studenci akademii muzycznych osiągają wyższe wyniki w zadaniu na rotacje mentalne niżeli studenci pedagogiki.	Pietsch i Jansen, 2012
Sport	Studenci wychowania fizycznego osiągają wyższe wyniki w zadaniu na rotacje mentalne niżeli studenci pedagogiki.	Pietsch i Jansen, 2012
Sport	Uczniowie aktywni fizycznie lepiej wykonują zadania na rotacje mentalne.	Jansen i Pietsch, 2010

## 2.5 Różnice płciowe w wyobraźni przestrzennej

Problematyka różnic płciowych obserwowanych w wykonywaniu zadań poznawczych jest wciąż aktualnym przedmiotem dyskusji w badaniach psychologicznych z pogranicza psychologii różnic indywidualnych i psychologii poznawczej (Hyde, 2016; Laurer i in., 2019; Levine i in., 2016; Voyer i in., 2017). Obserwacje nad różnicami płciowymi pochodzące zarówno z pojedynczych badań, jak i metaanaliz doprowadziły do konkluzji, iż największe efekty statystyczne są obserwowane w zadaniach poznawczych dotyczących właśnie wyobraźni przestrzennej<sup>4</sup>, podczas gdy badania nad różnicami płciowymi w innych zadaniach poznawczych wykazywały niewielki efekt lub jego brak (Hyde i Linn, 1988; Halpern, 2000; Kimura, 2000; Lindberg i in., 2010).

Analizy konsekwentnie wykazują, iż mężczyźni lepiej wypadają w zadaniach angażujących wyobraźnię przestrzenną aniżeli kobiety (Auyeung i in., 2012; Blazhenkova i Kozhevnikov, 2010; Campos i in., 2004; Campos, 2014; Castelli i in., 2008; Campos-Juanatey i in., 2018; Collucia-Louse, 2004; Cutmore i in., 2000; Driscoll i in., 2005; Hyde, 2016; Iachini i in., 2005; Levine i in., 2016; Linn i Peterson, 1985; Martens i Antonenko, 2012; Masters i Sanders, 1993; Pazzaglia i Moe, 2013; Perez-Fabello i in., 2018; Picucci i in., 2011; Voyer i in., 1995; Voyer, 2011; Zapf i in., 2015).

Przeprowadzone pojedyncze badania oraz metaanalizy wykazały, iż różnice te wyłaniają się w dzieciństwie (Ralph i in., 2021; Verdine i in., 2014) oraz szczególnie dostrzegalne są w adolescencji (Laurer i in., 2019).

Istniejące różnice płciowe w funkcjonowaniu wyobraźni przestrzennej wzbudzają zainteresowanie badaczy nie tylko ze względu na skalę efektów statystycznych, ale także możliwe ich konsekwencje w zwiększaniu dysproporcji udziału kobiet i mężczyzn (ang. *gender gap*) w dyscyplinach i subdyscyplinach STEM (Laurer i in., 2019; Ralph i in., 2021). Jednakże, zróżnicowanie to nie jest ani jedyną, ani bezpośrednią przyczyną zdominowania obszaru STEM przez mężczyzn, gdyż wpływają na to także inne czynniki, takie jak czynniki kulturowe, zmienne osobowościowe powiązane z poczuciem kompetencji, doświadczenia socjalizacyjne i edukacyjne związane z wczesnym dostępem do technologii (Cheryan i in., 2016; Miller i Halpern, 2014).

---

<sup>4</sup> Prezentowana wielkość różnic jest inna w poszczególnych badaniach: od  $d$  Cohena = 0,73 (Linn, Petersen, 1985),  $d$  Cohena = 0,56 (Voyer i in., 1995) do 1 SD (Geiser i in., 2008)

Badacze poszukując czynników determinujących obserwowane różnice w funkcjonowaniu wyobraźni przestrzennej, zwracają uwagę na dwa prominentne źródła różnic: (1) czynniki biologiczne i (2) czynniki socjalizacyjne.

### **2.5.1 Czynniki biologiczne**

Spośród czynników biologicznych determinujących różnice płciowe wskazuje się na istotną rolę androgenów, zwłaszcza testosteronu. Szybszy czas reakcji oraz niższy procent błędów wiążą się z aktualnym podwyższonym poziomem testosteronu (Hooven i in., 2004; Liben i in., 2002). Inne badania wskazują, iż to nie aktualny poziom testosteronu, a ekspozycja na ten hormon w okresie prenatalnym ma wpływ na wyobraźnię przestrzenną (Grimshaw i in., 1995; Kempel i in., 2005; Vuoksimaa i in., 2010). Hipoteza ekspozycji została potwierdzona w badaniach nad parami bliźniąt jedнопłciowych oraz dwupłciowych. Wykazano, iż kobiety mające brata bliźniaka, w związku z czym były eksponowane na wyższy poziom testosteronu w okresie prenatalnym osiągały lepsze wyniki w Teście Rotacji Mentalnych niż kobiety posiadające siostrę – bliźniaczkę lub niewiele starszego brata (Heil i in., 2011). Obserwowane różnice dotyczą też odmiennej aktywności neuronalnej podczas wykonywania rotacji mentalnych: u mężczyzn dochodzi głównie do aktywności ciemieniowej w prawej półkuli, podczas gdy u kobiet do aktywności czołowej (Hugdahl i in., 2006; Thomsen i in., 2000).

### **2.5.2 Czynniki socjalizacyjne**

Czynniki socjalizacyjne stanowią drugie źródło różnic płciowych w funkcjonowaniu wyobraźni przestrzennej i odnoszą się do wpływu najbliższego środowiska rozwoju na wyobraźnię przestrzenną od wczesnego dzieciństwa. Obserwowane są także efekty interakcyjne czynników socjalizacyjnych z czynnikami biologicznymi (Casey, 1996; Ralph i in., 2021).

Badacze wskazują, iż istotną kwestię socjalizacyjną stanowią oczekiwania rodzicielskie odnośnie społecznych ról płciowych, które są wyrażane w odmiennym sposobie komunikacji z chłopcami i dziewczynkami (Ralph i in., 2021). Dziewczynki częściej odbierają komunikaty nacechowane emocjonalnie (Johnson i in., 2014), a chłopcy częściej odbierają komunikaty odnoszące się do związków

przyczynowo – skutkowych oraz relacji pomiędzy zjawiskami czy obiektami wspierające rozumowanie naukowe (Crowley i in., 2001; Mascaro i in., 2017). Zaobserwowano, iż używanie przez rodziców języka nacechowanego „przestrzenie” korelowało dodatnio z wynikami uzyskiwanymi w Teście Rotacji Mentalnych (Pruden i in., 2011). Inne badania wprost wykażą, iż rodzice używają istotnie częściej pojęcia związane z przestrzenią w rozmowie z chłopcami niż z dziewczynkami (Pruden i Levine, 2017).

Kolejnym istotnym czynnikiem mającym wpływ na funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej jest zróżnicowana preferencja dzieci odnośnie wyboru zabaw czy gier sportowych (Heppe i in., 2016). Zaangażowanie w zabawy przestrzenne na wczesnych etapach rozwoju, jak np. układanie puzzli, zabawa klockami, rozwiązywanie labiryntów czy gry planszowe wspierają rozwój wyobraźni przestrzennej poprzez trening umysłowej manipulacji rozłożeniem elementów w przestrzeni i rozważaniem ich ułożenia z różnych perspektyw (Jirout i Newcombe, 2015). W porównaniu z dziewczynkami, chłopcy częściej wybierają zabawy angażujące wyobraźnię przestrzenną (Levine i in., 2016; Todd i in., 2017).

## **2.6 Podsumowanie**

Procesy wyobraźni przestrzennej zapewniają człowiekowi sprawną realizację swoich celów w świecie ludzi i obiektów. Zgodnie z obecnym stanem wiedzy, procesy te są zróżnicowane pod kątem funkcjonalnym i neurobiologicznym. Sprawność wyobraźni przestrzennej stanowi predyktor osiągnięć szkolnych, akademickich i zawodowych w wielu dziedzinach powiązanych z naukami przyrodniczymi.

W dalszej części pracy podjęty zostanie problem podatności wyobraźni przestrzennej na oddziaływanie lęku.

## **Rozdział 3 Wpływ lęku na wyobraźnię przestrzenną**

### **3.1 Wprowadzenie**

W poprzednich częściach pracy ukazano teoretyczne zaplecze konstruktów lęku sytuacyjnego oraz wyobraźni przestrzennej. W tej części pracy zostaną ukazane przesłanki teoretyczne wpływu lęku sytuacyjnego na wyobraźnię przestrzenną.

### **3.2 Mechanizmy wpływu lęku na procesy poznawcze**

Przeważająca część badań podkreśla negatywne oddziaływanie lęku na przebieg procesów poznawczych, jednakże istnieją również prace naukowe, w których zaprzecza się takiemu oddziaływaniu tej emocji na wybrane procesy poznawcze.

Aby wyjaśnić, dlaczego lęk wpływa na procesy poznawcze i w jakich warunkach wpływ ten zachodzi, należy zwrócić uwagę na podstawowe mechanizmy wpływu lęku na procesy uwagowe i kontrolne. Osłabienie tych procesów może w konsekwencji doprowadzić do słabszego wykonania zadania poznawczego.

Mechanizmy te opisywane są w odniesieniu do dwóch korespondujących ze sobą zjawisk: (1) oddziaływania na procesy umysłowe związane z zarządzaniem uwagą (Culot i in., 2021; Eysenck i Calvo, 1992; Pourtois i in., 2013; Siman-Tov i in., 2009) oraz (2) interferencji poznawczej i walki o zasoby poznawcze (Sarason, 1988, Sarason i in., 1990).

#### **3.2.1 Wpływ lęku na procesy uwagowo – kontrolne**

Podstawową funkcją uwagi jest selekcyjonowanie informacji do kolejnych etapów przetwarzania i jednoczesne hamowanie tych danych, które nie są użyteczne z perspektywy celu stojącego przed człowiekiem (Posner, 1990). Perspektywa ewolucyjna wskazuje, iż uwaga rozwinęła się u ludzi wskutek dwóch poznawczo różnych czynności: (1) poszukiwania pożywienia i (2) unikania zagrożenia, których pomyślna realizacja umożliwia przetrwanie (Öhman i in., 2001). Procesy uwagowe są niezbędne dla przebiegu innych operacji umysłowych i umożliwiają człowiekowi sprawne funkcjonowanie w świecie.

### **3.2.1.1 Oddolne i odgórne procesy uwagowe**

Istnieją dwa systemy uwagowe, które w neutralnych, nie zakłóconych lekkiem warunkach współpracują ze sobą (Corbetta i Shulman, 2002; Pashler i in., 2001). Pierwszy z nich, procesy uwagowe odgórne (*top – down*) wiąże się z ukierunkowaniem na realizację celu, który stoi przed człowiekiem (Bowling i in., 2020; Hopfinger, 2000). Drugi, procesy uwagowe oddolne (*bottom – up*), wiąże się z niewolicjonalnym i automatycznym kierowaniem uwagi na pojawiające się bodźce (Bishop, 2008; Bowling i in., 2020; Hopfinger, 2000; Hermans i in., 2014; Le Doux, 1995). Procesy odgórne są reprezentowane przez grzbietowo – boczną korę przedczołową, podczas gdy procesy oddolne są reprezentowane przez obszary podkorowe (Bishop, 2008; Fani i in., 2012).

Adaptacja człowieka do środowiska w codziennym funkcjonowaniu wiąże się ze sprawną kontrolą uwagową (Shomstein, 2012). Zakłada ona elastyczne balansowanie pomiędzy realizacją działań ukierunkowanych na cel a przekierowywaniem uwagi na pojawiające się bodźce, zwłaszcza te potencjalnie zagrażające. Jest to tzw. reakcja reorientacyjna (ang. *reorienting response*) związana z adaptacją systemu uwagowego do potrzeb sytuacyjnych, np. nowych elementów w otoczeniu wymagających uwagi (Corbetta i in., 2008; Diamond, 2013).

### **3.2.1.2 Facylitacja przetwarzania treści związanych z zagrożeniem**

Funkcją emocji jest informowanie, iż dzieje się coś ważnego i wymaga to natychmiastowej reakcji i określonego zachowania ze strony człowieka, przez co dochodzi do zakłócenia równowagi pomiędzy dwoma systemami uwagowymi. Przykładowo, człowiek idąc do pracy może w myślach planować, co będzie robił w ciągu dnia, co będzie wspierane przez procesy odgórne. Jednakże, gdy tylko usłyszy hałas, przerwie natychmiast tę czynność, aby zlokalizować źródło dźwięku, co będzie reprezentowało aktywację procesów oddolnych. Zatem, podczas doświadczania emocji związanych z realnym lub potencjalnym zagrożeniem dochodzi do aktywacji procesów oddolnych i zahamowania procesów odgórnych (Cisler i Koster, 2010; Öhman i in., 2001). Bodźce powiązane z zagrożeniem stają się atrakcyjne dla systemu poznawczego i przyciągają uwagę człowieka. Dochodzi do priorytetyzacji ich przetwarzania w stosunku do pozostałych informacji (Sussman i in., 2016).

W badaniach nad ekspozycją na bodźce zagrażające obserwowane jest zjawisko facylitacji ich przetwarzania: gdy u uczestników badań wzbudza się strach poprzez ukazywanie bodźców reprezentujących pająki, węże lub twarze wyrażające wrogość i złość, są one przetwarzane szybciej niż inne bodźce, co wskazuje na natychmiastową i automatyczną aktywację oddolnych procesów uwagowych (Bannerman i in., 2009; Bradley i in., 1997; Brosch i in., 2010; Carlson i Reinke, 2008; Holmes i in., 2005; Mammarella, 2011; Öhman i in., 2001). Podobne zjawisko występuje podczas percepcji bodźców nacechowanych pozytywnie, jednakże obserwowane efekty są znacznie słabsze (Mammarella, 2011; Sussman i in., 2016).

Podobnie jak strach, lęk facylituje przetwarzanie bodźców powiązanych z zagrożeniem, ale niekorzystnie wpływa na przetwarzanie pozostałych informacji. Zjawisko polegające na priorytetyzacji przetwarzania treści związanych z zagrożeniem zostało ukazane także we wcześniejszym rozdziale pracy poświęconym lękowi w kontekście tendencyjności uwagowej (ang. *attentional bias*).

Na poziomie neurobiologicznym, dzieje do się tak w wyniku wyrzutu katecholamin których obszarów przedczołowych, w następstwie dochodzi do aktywacji sieci w układzie limbicznym (Bishop, 2008; Hermans i in., 2014).

Zjawisko aktywacji procesów oddolnych i facylitacji przetwarzania bodźców związanych z zagrożeniem jest uzasadnione ewolucyjnie, gdyż szybkie zwrócenie uwagi na źródło zagrożenia jest kluczowe dla przetrwania organizmu (Anderson i Phelps, 2001; Le Doux, 1995; Iordan i in., 2013; Paradiso, 1998).

### **3.2.1.3 Proaktywna i retroaktywna kontrola poznawcza**

Opracowano także paralelną do koncepcji dwóch systemów uwagowych teorię dwojakiego mechanizmu kontroli (ang. *dual mechanisms of control*; Braver, 2012). Na gruncie tej teorii wskazano dwa odrębne systemy: kontrolę proaktywną (ang. *proactive control*) i kontrolę reaktywną (ang. *retroactive control*). System proaktywny wiąże się z zachowaniem ukierunkowanym na cel, dlatego inaczej nazywany jest systemem ukierunkowanego działania (ang. *goal – driven*). Pozwala na

podtrzymywanie i przetwarzanie informacji związanych z zadaniem stojącym przed człowiekiem poprzez ukierunkowanie procesów uwagi i percepcji. Z kolei system reaktywny jest związany z przetwarzaniem bodźców pojawiających się w otoczeniu, dlatego inaczej nazywany jest systemem ukierunkowania na bodźce (ang. *stimulus – driven*). W sytuacji doświadczania lęku dochodzi do wzmożonej aktywności kontroli reaktywnej oraz obniżonej aktywności kontroli proaktywnej (Braver, 2012; Yang i in., 2018).

### **3.2.2 Mechanizm interferencji poznawczej**

Mechanizm wpływu lęku na procesy poznawcze opisano także w kontekście walki o zasoby poznawcze. Walkę tę „wygrywa” przetwarzanie informacji związanych z zagrożeniem (Sarason i in., 1990; Szymura i in., 2003), które jest reprezentowane przez opisany powyżej system uwagi oddolnej.

#### **3.2.2.1 Niepokój i obawy jako treściowe aspekty lęku**

Ponieważ lęk ma charakter antycypacyjny, jego przedmiotem nie jest realny obiekt a myśli dotyczące potencjalnego zagrożenia. Wiąże się to z występowaniem niepokoju i obaw (ang. *worry, worrisome thoughts*). Pojęcia te odnoszą się do niekontrolowanego łańcucha negatywnych myśli i oczekiwań rezultatów własnych działań, antycypacji porażki, powątpiewania we własne możliwości i z troskani a o swoje wyniki w sytuacjach stresujących (Borkovec, 1994; Eysenck i Calvo, 1992; Mathews, 1990; Morris i in., 1981, Sibrava i Borkovec, 2006). Doświadczanie niepokoju i obaw w największym stopniu angażuje procesy werbalne i subwerbalne i prowadzi do mowy wewnętrznej na temat antycypowanych negatywnych wydarzeń (Borkovec i in., 1998). Obawy i niepokój przyjmują także formę reprezentacji w postaci obrazów umysłowych (Mathews, 1990; Metzger i in., 1990; Sibrava i Borkovec, 2006). Negatywne myśli automatycznie generują nagle powstawanie tak samo nacechowanych obrazów umysłowych dotyczących rzeczy, które mogą się wydarzyć.

Z perspektywy funkcjonalnej niepokój i obawy przygotowują człowieka na zagrożenie (Mathews, 1990). W takim ujęciu rozpatrywane są jako adaptacyjny system, który umożliwia antycypację potencjalnego zagrożenia. Pozwalają człowiekowi<sup>5</sup> tworzyć modele umysłowe przyszłych wydarzeń, przez co może wydawać się pokrewnym procesem poznawczym do rozwiązywania problemów. To, co odróżnia oba procesy to końcowy rezultat przetwarzania informacji: niepokój i obawy opierają się na powtarzaniu negatywnych sformułowań dotyczących konsekwencji działań, ale nie prowadzą do poradzenia sobie z zagrożeniem, podczas gdy rozwiązywanie problemów przynosi pozytywne konsekwencje w postaci poradzenia sobie z trudnością (Mathews, 1990). Rozbieżność między tymi procesami wykazano także w badaniach nad nasileniem lęku a zdolnością rozwiązywania problemów u weteranów wojennych ze zdiagnozowanym zespołem stresu pourazowego (Nezu i Carnevale, 1987), osób z agorafobią (Broadbeck i Michelson, 1987), a także wśród populacji ogólnej u osób o wysokim natężeniu lęku sytuacyjnego (Tallis i in., 1991).

Pomimo tego, iż doświadczanie lęku, a co za tym idzie – obaw i niepokoju jest w pewnym stopniu funkcjonalne, to z perspektywy wykonywanego zadania poznawczego treści te zakłócają normalny przebieg procesów poznawczych i są nieistotne z perspektywy wykonywanych działań (ang. *task-irrelevant thoughts*) czy wręcz intruzywne. Gdy dostępne zasoby są przetwarzane na monitorowanie stanu emocjonalnego oraz przetwarzanie treści związanych z zagrożeniem zostaje ich mniej na realizację zadania stojącego przed człowiekiem, co doprowadza do słabszego wykonania (Szymura, 2003, Sarason, 1988, Sarason i in., 1990).

### **3.2.3 Teoria Kontroli Uwagowej**

Omówione powyżej prawidłowości ukazują mechanizmy wpływu lęku na procesy poznawcze z perspektywy zakłócenia równowagi pomiędzy dwoma systemami oraz interferencji poznawczej wynikającej z walki o zasoby poznawcze pomiędzy dwoma konkurencyjnymi zadaniami. Informacje te zostały zintegrowane na gruncie dwóch teorii dotyczących wpływu lęku na procesy poznawcze:

---

<sup>5</sup> Literatura wskazuje, iż zmartwienie jest doświadczeniem unikatowym, dostępnym jedynie człowiekowi spośród wszystkich gatunków. W przeciwieństwie do zwierząt, człowiek jest w stanie generować reprezentacje umysłowe przyszłych wydarzeń (Mathews, 1990).

Teorii Efektywności Przetwarzania (Eysenck, 1979; Eysenck i Calvo, 1992) i jej zmodyfikowanej wersji w postaci Teorii Kontroli Uwagowej (Eysenck i in., 2007).

Główne założenia tych teorii skupiają się wokół wpływu lęku na procesy kontroli uwagowej, które leżą u podłoża licznych czynności umysłowych (Eysenck i Derakshan, 2011). Pojęcie kontroli uwagowej (ang. *attentional control*) odnosi się do możliwości elastycznego ukierunkowywania uwagi w zależności od aktualnego celu i bodźców pojawiających się w otoczeniu (Astle i Scerif, 2009; Muris i in., 2008). Można zatem powiedzieć, iż kontrola uwagowa steruje pracą procesów uwagowych oddolnych i odgórnych tak, aby człowiek mógł dostosowywać swoje zachowanie do aktualnych sytuacji.

Na gruncie Teorii Efektywności Przetwarzania (ang. *Processing Efficiency Theory*) ujęto wpływ lęku procesy poznawcze w odniesieniu do jego oddziaływania na pamięć roboczą. Wskazano, iż negatywne efekty wpływu lęku dotyczą głównie funkcjonowania centralnego systemu zarządczego (ang. *central executive*)<sup>6</sup>. Podkreślano wtedy, iż efekty lęku na dwa pozostałe moduły pamięci roboczej: notes wzrokowo – przestrzenny oraz pętlę fonologiczną są znacznie słabsze lub wcale nie występują (Christopher i MacDonald, 2005; Eysenck i in., 2005). Konsekwentnie obserwowany wpływ lęku na centralny system zarządczy zaczęto utożsamiać z wpływem lęku na powiązane z konstruktem pamięci roboczej funkcje wykonawcze lub kontrolę poznawczą. Teorię Efektywności Przetwarzania przekształcono w Teorię Kontroli Uwagowej. Wskazano, iż doświadczanie lęku obniża kontrolę uwagową, gdyż dochodzi do wzrostu aktywności procesów oddolnych, które przyciągają uwagę do bodźców powiązanych z zagrożeniem oraz zahamowania pracy odgórnego systemu uwagowego odpowiedzialnego za realizację celu.

---

<sup>6</sup> Centralny system zarządczy stanowi główny komponent koordynujący procesy pamięci roboczej w strukturalnej koncepcji pamięci roboczej Alana Baddelya (1986). Zostanie on omówiony w dalszej części pracy.

### 3.2.3.1 Efektywność i skuteczność

Na gruncie Teorii Efektywności Przetwarzania zaproponowano także dwojaki sposób ujmowania wykonywania zadań poznawczych: skuteczności wykonania (ang. *performance effectiveness*) i efektywności przetwarzania (ang. *processing efficiency*). Pojęcie skuteczności<sup>7</sup> wykonania zadania odnosi się do jakości wykonanego zadania i jest operacjonalizowana jako liczba lub procent poprawnych odpowiedzi na podstawie miar behawioralnych. Z kolei efektywność odnosi się do proporcji pomiędzy skutecznością a wysiłkiem poznawczym włożonym w wykonywane zadanie operacjonalizowanym jako czas reakcji (Eysenck, 1979; Eysenck i Calvo, 1992). Efektywność wykonywanego zadania poznawczego jest wysoka, gdy skuteczność jest wysoka, a czas reakcji krótki. Przeciwnie, efektywność wykonywanego zadania poznawczego jest niska, gdy skuteczność jest niska a czas reakcji wysoki. Poza czasem reakcji na bodźce testowe do oceny wysiłku poznawczego wykorzystywane są dane pochodzące z okulografii, w których bierze się pod uwagę czas fiksacji i ruchów sakkadowych gałki ocznej lub dane pochodzące z metod samoopisowych dotyczących subiektywnie wkładanego wysiłku w zadanie (Williams i in., 2002).

Na gruncie teorii założono, iż negatywne efekty lęku będą silniejsze w przypadku efektywności niż skuteczności (Eysenck i Derakhan, 2011). Możliwa jest zatem sytuacja, w której osoba doświadczająca lęku wykonuje zadanie poprawnie, czyli skuteczność wykonania pozostaje na satysfakcjonującym poziomie, jednakże wykonanie zadania w sytuacji doświadczania lęku niesie za sobą konsekwencje będące pochodną drenowania zasobów poznawczych: może wykonywać zadanie wolniej i czuć większe obciążenie umysłowe aniżeli w sytuacji, gdy lęku nie doświadcza. Takie ujęcie wskazuje podkreśla problem kosztów psychologicznych, jakie ponoszą osoby doświadczające lęku podczas wykonywania zadań (Gawda i Szepietowska, 2016).

### 3.2.3.2 Komponenty kontroli uwagowej

Teorię Kontroli Uwagowej rozwijano w nawiązaniu do trzech podstawowych, niezależnych funkcji kontrolnych wyłonionych w analizach czynnikowych (Miyake i in., 2000). Przyglądano się wpływowi

---

<sup>7</sup> W pracy terminy „skuteczność” i „trafność” używane są zamiennie

lęku na następujące funkcje: (1) hamowania, (2) giętkości poznawczej oraz (3) aktualizacji danych w pamięci roboczej. Dalsze założenia czynione na gruncie Teorii Kontroli Uwagowej wskazywały na istotny wpływ lęku na funkcje giętkości i hamowania (Eysenck i Derakshan, 2011). Obserwacja ta została potwierdzona w metaanalizie uwzględniającej 58 badań, w których łącznie wzięło udział 8292 uczestników (Shi i in., 2019). Współczynnik wielkości efektu  $g$  Hedgesa dla wpływu lęku na procesy kontroli uwagowej wyniósł  $-0,58$ , co wskazuje na umiarkowany efekt. Dodatkowo, w metaanalizie potwierdzono silniejszy wpływ lęku na efektywność wykonywanych zadań aniżeli ich skuteczność.

### **3.2.4 Obraz badań nad wpływem lęku na procesy poznawcze**

Ogólną konkluzją z opisanych teorii oraz weryfikacji empirycznych jest uznanie, iż lęk osłabia procesy kontroli poznawczej i pochłania zasoby poznawcze, niezbędne dla prawidłowego przebiegu operacji umysłowych. Złożone zadania poznawcze, które mają w sobie wyższy ładunek poznawczy (ang. *cognitive load*) będą bardziej podatne na oddziaływanie lęku aniżeli zadania proste, nie wymagające dużego nakładu zasobów poznawczych. Założenie to pozwala zrozumieć, dlaczego lęk będzie osłabiał niektóre procesy poznawcze, a na inne nie będzie oddziaływał.

Badania ukazują, iż lęk wpływa przede wszystkim na złożone procesy umysłowe. Dotyczy to zarówno lęku rozumianego w kategoriach cechy oraz lęku rozumianego jako przemijający stan. Odnotowano negatywny wpływ lęku na funkcje wykonawcze w odniesieniu do hamowania i giętkości poznawczej (Ansari i Derakshan, 2010; Eysenck i in., 2007; Wood i in., 2001; Visu – Petra i in., 2013), podejmowania decyzji (Hartley i Phelps, 2012; Miu i in., 2008; Nichols-Hoppe i Beach, 1990); pamięci twarzy (Attwood i in., 2013); używania języka obcego (Gregersen, 2014), rozumowania (Leon i Revelle, 1985; Modi i in., 2018; Tohill i Holyoak, 2011).

### **3.3 Wpływ lęku na wyobraźnię przestrzenną**

Przedmiotem pracy jest wrażliwość procesów wyobraźni przestrzennej na oddziaływanie wzbudzonego w warunkach eksperymentalnych lęku. Integracji konstruktów lęku sytuacyjnego z procesami wyobraźni przestrzennej można dokonać poprzez odwołanie się do trzech grup danych

zgromadzonych na podstawie dotychczas przeprowadzonych badań: (1) przesłanek poznawczych, (2) przesłanek neurobiologicznych, (3) przesłanek klinicznych i subklinicznych.

### **3.3.1 Przesłanki poznawcze**

W poprzednim rozdziale ukazano, iż procesy wyobraźni przestrzennej angażują liczne procesy poznawcze, które determinują ich właściwy przebieg. Operacje te wymagają nakładu zasobów poznawczych i sprawnej kontroli poznawczej. Jak opisano we wcześniejszej części pracy, doświadczanie lęku obniża kontrolę poznawczą prowadząc do aktywacji procesów oddolnych związanych z facylitacją przetwarzania bodźców o potencjalnie zagrażającej naturze oraz myśli powiązanych z niepokojem i obawami. Przetwarzanie bodźców zagrażających absorbuje dostępne mu zasoby poznawcze, wskutek czego pozostaje ich mniej na realizację zadania poznawczego. Im większy stopień złożoności zadania, tym większe ryzyko, iż lęk wpłynie negatywnie na jego wykonanie. Procesy wyobraźni przestrzennej ujmowane jako procesy złożone, wydają się być szczególnie podatne na negatywne oddziaływanie lęku.

Argumentów za wpływem lęku sytuacyjnego na procesy wyobraźni przestrzennej dostarczają też teorie wyjaśniające wpływ lęku na procesy poznawcze ukazane we wcześniejszej części pracy. W pracach naukowych na temat efektów lęku na wyobraźnię przestrzenną autorzy powołują się w największym stopniu na Teorię Efektywności Przetwarzania i Teorię Kontroli Uwagowej.

Podsumowując, poznawcze wyjaśnienie wpływu lęku na wyobraźnię przestrzenną można rozumieć z dwóch perspektyw:

- (1) specyfiki lęku jako procesu zakłócającego kontrolę poznawczą oraz równowagę pomiędzy odgórnym i oddolnym systemem uwagowym;
- (2) specyfiki procesów wyobraźni przestrzennej jako szczególnie wrażliwych na lęk ze względu na swoją złożoność, mnogość wykorzystywanych zasobów poznawczych oraz powiązanie z innymi procesami poznawczymi.

### 3.3.2 Przesłanki neurobiologiczne

Przesłanki neurobiologiczne na temat wpływu lęku na wyobraźnię przestrzenną pochodzą przede wszystkim z eksperymentów, w których indukowano lęk sytuacyjny poprzez ekspozycję na nacechowane negatywnie bodźce. Z laboratoryjnych badań psychofizycznych nad percepcją bodźców zagrażających i neutralnych wiadomo, iż ekspozycja na bodźce zagrażające prowadzi do aktywacji strumienia brzuszego: zwiększonej wrażliwości na kontrast w porównaniu z reakcjami na bodźce neutralne (Phelps i in., 2006) oraz silniejszej aktywacji pierwszorzędowej kory wzrokowej (Lang i in., 1998).

Wpływ lęku wzbudzanego sytuacyjnie na strumień grzbietowy jest mniej poznany (Kaltner i Jansen, 2014). Zależności poszukuje się przede wszystkim na drodze aktywacji ciała migdałowatego, czyli podkorowej struktury zaangażowanej w przetwarzanie bodźców nacechowanych emocjonalnie (Phelps, 2006). Struktura ta została dokładniej opisana w części pracy poświęconej lękowi.

Ciało migdałowe łączy się z obszarami ciemieniowymi, odpowiedzialnych za przetwarzanie informacji o charakterze wzrokowo – przestrzennym i będących neuronalną bazą procesów zaangażowanych w wykonywanie rotacji mentalnych (Borst i in., 2012; Farah, 1989; Harris i Miniussi, 2003; Zacks, 2008). Dzieje się tak z pomocą takich struktur jak poduszka wzgórza (ang. *pulvinar*) oraz wzgórków górnych należących do śródmózgowia (Tamietto i de Gelder, 2010). W związku z tym, aktywacja ciała migdałowatego wskutek prezentacji bodźców nacechowanych emocjonalnie w sposób pośredni wpływa na wykonywanie zadań przestrzennych, zwłaszcza rotacji mentalnych, ze względu na swoje połączenia z obszarami ciemieniowymi (Borst i in., 2012; Borst, 2013; Dietrich i in., 2001, Tagaris i in., 1996, Unterrainer i in., 2000). Połączenia te były omawiane głównie w kontekście facylitującego wpływu lęku na wyobraźnię przestrzenną (Kaltner i Jansen, 2014).

Wpływ lęku sytuacyjnego na wyobraźnię można wyjaśnić także poprzez mechanizm wpływu lęku na okolice kory przedczołowej (ang. *prefrontal cortex*). Jak zostało wspomniane we wcześniejszej części pracy, obszar ten jest neuronalnym korelatem kontroli uwagi i odgórnych procesów uwagowych. Podczas doświadczania lęku obserwowany jest spadek aktywności w okolicach przedczołowych w przeciwieństwie do wzrostu aktywności w ciele migdałowatym

(Christopoulos i in., 2009; Fecteau i in., 2007; Knoch i in., 2006; Park i Moghaddam, 2017). Procesy wyobraźni przestrzennej wymagają sprawnej kontroli uwagowej, a także, jak wspomniano we wcześniejszej części pracy, angażują obszary kory przedczołowej (Dietrich i in, 2001, Tagaris i in., 1996, Unterrainer i in., 2000). W związku z tym, obniżona aktywność tego obszaru wskutek doświadczanego lęku, manifestowana przez obniżoną kontrolę uwagową, może przyczynić się do słabszego wykonywania złożonych zadań poznawczych wymagających nakładów zasobów poznawczych.

### **3.3.3 Przesłanki kliniczne i subkliniczne**

Danych w tym obszarze dostarczają także badania w obszarze zaburzeń lękowych, które wskazują na dwukierunkową relację pomiędzy lękiem a wyobraźnią. Czynnikiem podtrzymującym zaburzenia są generowane obrazy umysłowe przedstawiające negatywną wizję siebie w różnych sytuacjach, np. społecznych w przypadku fobii społecznych (Hofmann, 2007; Rapee i Heimberg, 1997). Obserwacje te niosą za sobą implikacje praktyczne i wiele technik psychoterapeutycznych zakłada pracę z wyobraźnią u osób doświadczających zaburzeń lękowych (McEvoy i Saulsman, 2014; McEvoy i in., 2015; Nilsson i in., 2012; Reimer i Moscovitch, 2015).

Badania nad wpływem lęku rozumianego w kategoriach klinicznych na wyobraźnię przestrzenną ukazują jego zróżnicowane oddziaływanie na wyobraźnię. Okazuje się, iż osoby doświadczające fobii społecznych lepiej wypadają w zadaniach angażujących wyobraźnię obiektową, a słabiej w zadaniach angażujących wyobraźnię przestrzenną (Moriya, 2018). Prawdopodobnym wyjaśnieniem obserwowanych prawidłowości jest tendencja do podtrzymywania barwnych, negatywnie nacechowanych obrazów umysłowych w fobii społecznej, co przekłada się na sprawne wykonywanie zadań wymagających wyobraźni obiektowej. Z kolei zadania przestrzenne polegają na aktywnej manipulacji obrazem w umyśle, co wymaga sprawnej kontroli uwagowej. Kontrola ta jest osłabiona w fobiach społecznych, co przekłada się na obniżone wykonanie zadań wymagających wyobraźni przestrzennej (Moriya i Tanno, 2008).

Doświadczenie lęku sytuacyjnego jest w literaturze opisywane w postaci swoistych form związanych z pewnym obszarem funkcjonowania człowieka (ang. *domain – specific*). Wspólnym mianownikiem konstruktów lęku i wyobraźni przestrzennej i zaraz przykładem specyficznego typu lęku jest zjawisko lęku przestrzennego (ang. *spatial anxiety*), związanego z obawami i napięciem pojawiającymi się podczas sytuacji wymagających przetwarzania informacji o charakterze przestrzennym (Lawton, 1994; Lyons i in., 2018; Ramirez i in., 2013). Wysoki poziom lęku przestrzennego wiąże się ze słabszym funkcjonowaniem wyobraźni przestrzennej a także innym specyficznym typem lęku – lękiem matematycznym (Gunderson i in., 2013; Ferguson i in., 2015; Lawton, 1994; Kremmyda i in., 2016; Ramirez i in., 2012).

### **3.4 Obraz badań nad wpływem lęku na wyobraźnię przestrzenną**

Problematyka wpływu lęku na wyobraźnię przestrzenną jest stosunkowo rzadko podejmowana w pracach badawczych. W większości badań brano pod uwagę lęk rozumiany w kategoriach cechy, w związku z czym zaplecze empiryczne wpływu wzbudzanego w warunkach laboratoryjnych lęku sytuacyjnego na procesy wyobrazeniowe jest skromne. Częstym zabiegiem w badaniach poświęconych relacjom między lękiem a wyobraźnią przestrzenną jest uwzględnianie specyficznej formy lęku: lęku przestrzennego (ang. *spatial anxiety*), lęku związanego z oceną wiedzy (ang. *test anxiety*) lub lęku matematycznego (ang. *math anxiety*).

Mimo przesłanek płynących zarówno z ogólnych prawidłowości dotyczących wpływu lęku na procesy poznawcze, jak i przesłanek związanych ze specyfiką procesów wyobraźni przestrzennej, dotychczas przeprowadzone badania nie pozwoliły na wypracowanie jednoznacznego stanowiska odnośnie wpływu lęku na wyobraźnię przestrzenną.

Obecny obraz wiedzy na temat wpływu lęku sytuacyjnego na procesy wyobraźni przestrzennej jest niespójny: istnieją dane przemawiające za facylitującym wpływem lęku, jak i negatywnym na procesy wyobraźni przestrzennej. Zostaną one zaprezentowane w następującej części pracy a także podsumowane z uwzględnieniem badań prowadzonych wokół lęku – cechy i lęku – stanu w Tabeli 3.1.

### **3.4.1 Przesłanki empiryczne dotyczące negatywnego wpływu lęku na wyobraźnię przestrzenną**

Najwięcej wniosków dotyczących dezorganizującego oddziaływania lęku na wyobraźnię przestrzenną zebrano na podstawie badań ujmujących lęk w kategoriach względnie trwałej dyspozycji. Osoby o wyższym poziomie lęku – cechy i niższych umiejętnościach wykonywania rotacji mentalnych słabiej nawigują w przestrzeni, orientują się w przestrzeni, odrysowują mapy z pamięci (Burles i in., 2014; Thoresen i in., 2016; Viaud – Delmon i in., 2012). W pokrewnych badaniach zaobserwowano, iż lęk matematyczny wiąże się zarówno z podwyższonym lękiem – cechą, jak i obniżonym funkcjonowaniem wyobraźni przestrzennej (Ferguson i in., 2015; Maloney i in., 2012; Núñez-Peña i in., 2019). W badaniach uwzględniających różnice płciowe odnotowano, iż wysokie natężenie lęku wiąże się z obniżoną poprawnością wykonywania rotacji mentalnych, ale efekt wystąpił jedynie w grupie kobiet (Oshiyama i in., 2018).

W badaniach nad lękiem wzbudzonym sytuacyjnie poprzez ekspozycję na nacechowane ujemnie bodźce z bazy IAPS (ang. *International Affective Picture System*) odnotowano negatywne jego oddziaływanie na rotacje mentalne badane w klasyczny sposób (Kaltner i Jansen, 2014). Jednocześnie, w tym samym badaniu zaobserwowano, iż tak wzbudzony lęk przyspieszał wykonanie zadania na rotacje mentalne zmodyfikowanego do transformacji egocentrycznych. W badaniu nad lękiem wzbudzonym poprzez ekspozycję na obciążające zadanie poznawcze okazało się, iż wpływa on negatywnie na nawigację w wirtualnej rzeczywistości oraz przyjmowanie różnych perspektyw w odniesieniu do ułożenia elementów na mapie (Richardson i Tomasulo, 2011). W badaniach z użyciem manipulacji eksperymentalnej związanej z przygotowaniem wystąpienia ukazano, iż wzbudzany lęk sytuacyjny wpływa niekorzystnie na nawigowanie, ale jedynie wśród kobiet (Thomas i in., 2010). Do podobnych wniosków doszli badacze na drodze manipulacji eksperymentalnej polegającej na zastosowaniu bodźca fizycznego w połączeniu z bodźcem związanym z ewaluacją społeczną (Guenzel i in., 2014).

### **3.4.2 Przesłanki empiryczne dotyczące pozytywnego wpływu lęku na wyobraźnię przestrzenną**

Równolegle, istnieją badania wskazujące na facylitujący wpływ lęku na wyobraźnię przestrzenną. Badacze wykazali, iż wzbudzony w warunkach eksperymentalnych lęk wpływa na przebieg rotacji umysłowych w zakresie krótszego czasu reakcji. Uczestnicy po ekspozycji na bodźce przedstawiające twarze wyrażające wrogość, strach lub złość szybciej rotowali trójwymiarowe figury niż uczestnicy, którym prezentowano neutralne bodźce (Borst i in., 2012; Borst, 2013; Mammarella, 2011). Podobną prawidłowość zaobserwowano po prezentacji nacechowanych negatywnie bodźców z systemu IAPS, ale jedynie w odniesieniu do jednego typu operacji przestrzennych: transformacji egocentrycznych (Kaltner i Jansen, 2014). Inne badania wykazały, iż wprowadzenie manipulacji eksperymentalnej w paradygmacie przygotowania wystąpienia połączonej z zadaniem arytmetycznym wpływa korzystnie na poprawność rotacji mentalnych, ale efekt występował jedynie wśród mężczyzn (Cohen i in., 2020). Z kolei w korespondujących badaniach nad wpływem nagłego stresu na zdolności nawigacyjne wykazano, iż usprawnia on zdolności nawigacyjne.

**Tabela 3.1***Zestawienie wybranych badań nad wpływem lęku na wyobraźnię przestrzenną*

Praca naukowa	Wpływ pozytywny	Wpływ negatywny	Lęk stan	Lęk cecha
Borst i in., 2012	✓		✓	
Borst, 2013	✓		✓	
Burles i in., 2014		✓		✓
Cohen i in., 2020	✓		✓	
Duncko i in., 2022	✓		✓	
Ferguson i in., 2015		✓		✓
Guenzeli i in., 2014		✓	✓	
Kaltner, Jansen, 2014	✓	✓	✓	
Maloney i in., 2012		✓		✓
Mammarella, 2011	✓		✓	
Núñez-Peña i in., 2019		✓		✓
Oshiyama i in., 2018		✓		✓
Richardson i Tomasulo, 2011		✓	✓	
Thomas i in., 2010		✓	✓	
Thoresen i in., 2016		✓		✓
Viaud-Delmon i in., 2002		✓		✓

### **3.5 Typy wyobrażeń a lęk**

Najczęściej eksplorowaną w badaniach nad wpływem lęku formą wyobraźni przestrzennej są rotacje mentalne. Zgodnie z najlepszą wiedzą autorki pracy, istnieje tylko jedna praca naukowa podejmująca rozróżnienie na dwa typy wyobrażeń przestrzennych: transformacje allocentryczne oraz transformacje egocentryczne (Kaltner i Jansen, 2014). W badaniach tych również posługiwano się zadaniem na rotacje mentalne: do zbadania transformacji allocentrycznych wykorzystano wersję z klasycznymi bodźcami, a do zbadania transformacji egocentrycznych wersję z bodźcami w postaci zdjęć przedstawiających ciało człowieka lub części ciała (nogi, ręce) ułożone pod różnym kątem. Jak wspomniano w poprzednim podrozdziale, w badaniach tych okazało się, iż wzbudzony lęk sytuacyjny facylitował transformacje egocentryczne, a negatywnie wpływał na allocentryczne.

Pozostaje zatem otwartym pytaniem, jak lęk wpływa na poszczególne typy transformacji. Nie odnaleziono żadnych innych badań uwzględniających porównywanie wpływu lęku na transformacje allocentryczne i egocentryczne. Bazując na przesłankach pochodzących z modeli teoretycznych, wyżej wspomnianego badania i badań pokrewnych, można wstępnie założyć, iż wpływ lęku na transformacje egocentryczny i allocentryczne będzie odmienny.

#### **3.5.1 Wpływ lęku sytuacyjnego na transformacje allocentryczne**

Jak ukazano w poprzedniej części pracy, wyniki badań nad wzbudzonym lękiem sytuacyjnym i transformacjami allocentrycznymi nie jest konkluzywne: istnieją dane ukazujące jego pozytywne działanie, jak i negatywne.

Transformacje te wymagają przechodzenia na zewnętrzne ramy odniesienia i operacji kodowania wzajemnych relacji pomiędzy elementami w przestrzeni, ich pozycją, ruchem, a także w przypadku nawigacji położeniu celu. Procesy celowego opuszczania wymiaru wewnętrznego i przyjmowania różnych perspektyw wymagają nakładu zasobów poznawczych i kontroli uwagi, co czyni je bardziej złożonymi procesami niż pozostawanie na wewnętrznych ramach odniesienia. Lęk, osłabiając procesy kontrolno – uwagi negatywnie oddziałuje na procesy

opuszczania własnej perspektywy i przechodzenia na wymiar obiektywny, gdyż jest to operacja wymagająca nakładu zasobów poznawczych. Badania nad przyjmowaniem perspektywy podczas doświadczania lęku wykazały, iż wyższym poziomom lęku towarzyszy preferencja do korzystania ze strategii egocentrycznych (Todd i in., 2015).

### **3.5.2 Wpływ lęku sytuacyjnego na transformacje egocentryczne**

Transformacje egocentryczne zakładają poleganie na wewnętrznych ramach odniesienia i wiążą się przyjmowaniem perspektywy pierwszoosobowej (Kaltner i Jansen, 2014). Transformacje egocentryczne związane z przyjmowaniem perspektywy pierwszoosobowej są „bardziej” ucieleśnione niż transformacje allocentryczne, ponieważ w wyższym stopniu angażują reprezentacje kinestetyczne i układ motoryczny (Lorey i in., 2009).

Doświadczanie lęku osłabia procesy kontrolno – uwagowe, które sprzyjają przechodzeniu na wymiar zewnętrzny (Fizke i in., 2014; Lin i in., 2010). Wobec tego, osobom doświadczającym lęku łatwiej jest pozostać na wewnętrznych ramach odniesienia.

W badaniach nad wpływem lęku na procesy przyjmowania perspektywy wskazano, iż to niepewność przyczynia się do pozostawania na wewnętrznych ramach odniesienia (Todd i in., 2015).

Na podstawie tych informacji można założyć, iż doświadczanie lęku będzie sprzyjało aktywacji transformacji egocentrycznych, związanych z pozostawaniem na wewnętrznych ramach odniesienia. Doświadczanie lęku aktywuje procesy motoryczne związane z reakcją walki lub ucieczki. Transformacje egocentryczne angażują układ motoryczny, w związku z czym będzie dochodziło do ich sprawniejszego wykonywania pod wpływem lęku.

### **3.6 Podsumowanie**

Wpływ wzbudzanego w warunkach laboratoryjnych lęku sytuacyjnego na wyobrażenie przestrzenną nie został do tej pory jednoznacznie określony przez badaczy. Spójnych informacji dostarczają jedynie badania skupione wokół badania wpływu lęku – cechy na procesy

wyobrażeniowe. Wynika z nich, iż lęk osłabia funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej w obrębie mierzonych podczas eksperymentów aspektów takich, jak np. nawigowanie, rysowanie mapy, rotowanie obiektów w umyśle, czy lokalizacja uprzednio prezentowanych obiektów na mapie.

Mimo licznych przesłanek poznawczych, neurobiologicznych, klinicznych i subklinicznych dotyczących negatywnego wpływu lęku na procesy wyobraźni przestrzennej, istnieją także dane przemawiające za facylitującym wpływem. Brakuje jednak badań uwzględniających dwa typy wyobraźni: transformacje allocentryczne i transformacje egocentryczne. Do tej pory przeprowadzono tylko jedno badanie uwzględniające dwa aspekty funkcjonowania wyobraźni przestrzennej i ukazano zróżnicowany wpływ lęku na dwa typy wyobrażeń.

## Rozdział 4. Rola pamięci roboczej

### 4.1 Wprowadzenie

W poprzednich rozdziałach omówiono konstrukty lęku sytuacyjnego oraz wyobraźni przestrzennej. Następnie, ukazano podstawy mechanizmu wpływu lęku na procesy wyobraźni przestrzennej. Mimo wielu przesłanek wskazujących na to, iż lęk osłabia funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej, wyniki badań są niekonkluzywne. Inspiruje to do poszukiwania czynników, które mogą tłumaczyć uzyskiwane w badaniach rozbieżności. Zgodnie z wiedzą pochodzącą z omówionych teorii, czynnikiem tym może być pojemność pamięci roboczej, stanowiąca o możliwościach adaptacji uwagi do warunków, w jakich znajduje się człowiek.

W rozdziale zostanie omówiony konstrukt pamięci roboczej oraz jej podstawowe modele teoretyczne, a następnie istota roli pojemności pamięci roboczej w eksplorowanej relacji lęk – wyobraźnia przestrzenna.

### 4.2 Organizacja i funkcje pamięci roboczej

Pomimo, iż badacze są zgodni co do aktywnej i dynamicznej natury pamięci roboczej, istnieje na gruncie literatury z tematyki psychologii poznawczej kilka jej konceptualizacji. W tej części pracy zostaną ukazane perspektywy ujmowania pamięci roboczej zgodnie z chronologią powstawania kolejnych propozycji teoretycznych.

#### 4.2.1 Konceptualizacja pamięci roboczej

Pojęcie pamięci roboczej<sup>8</sup> (ang. *working memory*) odnosi się do grupy procesów wyspecjalizowanych w podtrzymywaniu i aktywnym przetwarzaniu reprezentacji umysłowych niezbędnych dla przebiegu operacji umysłowych (Miyake i Shah, 1999; Baddeley, 2000; Baddeley i Hitch, 1974; Postle, 2006; Baddeley, 2010; Jasielska i in., 2015; Oberauer i in., 2016;

---

<sup>8</sup> Pamięć robocza jest także nazywana pamięcią operacyjną lub pracującą

Oberauer i in., 2018; Unsworth i Robison, 2019). Konstrukcja pamięci roboczej wywodzi się z rodziny procesów pamięci krótkotrwałej (ang. *short – term memory*), których zadaniem jest przede wszystkim podtrzymywanie informacji w umyśle. Pamięć krótkotrwała jest jednym z trzech magazynów w blokowej koncepcji funkcjonowania umysłu i pośredniczy pomiędzy pamięcią ultrakrótkotrwałą a długotrwałą (Atkinson, Shiffrin, 1968). Model ten został zmodyfikowany poprzez nadanie pamięci krótkotrwałej dynamicznego i regulacyjnego charakteru.

Zarówno pamięć krótkotrwałą, jak i pamięć roboczą cechuje limitowana pojemność i czas trwania, które wyznaczają możliwości przebiegu wyższych procesów poznawczych u człowieka (Miller i in., 1960; Baddeley i Hitch, 1974; Halford i in., 2007; Oberauer, 2009; Oberauer, 2016).

#### **4.2.2 Modele teoretyczne pamięci roboczej**

Od momentu wprowadzenia na grunt psychologii poznawczej terminu „pamięć robocza” opracowano kilka jej teoretycznych modeli. Najważniejsze to: wielokomponentowy model Baddeleya i Hitcha (1974), model aktywacyjny Nelsona Cowana (1995) oraz jego poszerzona wersja autorstwa Klausa Oberauera (1999).

##### **4.2.2.1 Wielokomponentowy model Alana Baddeleya**

Zgodnie z propozycją Baddeleya i Hitcha, pamięć robocza funkcjonuje na zasadzie hierarchicznie zorganizowanych i zróżnicowanych komponentów, z których każdy pełni oddzielną funkcję dla krótkotrwałego przechowywania informacji w umyśle (Baddeley i Hitch, 1974; Baddeley, 1986; Baddeley, Loggie, 1999).

Najważniejszą rolę przypisano centralnemu systemowi wykonawczemu (ang. *central executive*), który zajmuje nadrzędne miejsce w hierarchii systemów pamięci roboczej (Baddeley, Loggie, 1999). Do zadań centralnego systemu wykonawczego należą:

(1) koordynacja i kontrola pozostałych modułów pamięci roboczej, (2) alokacja, czyli

rozdzielanie zasobów uwagowych pozostałym modułom, (3) selekcjonowanie napływających informacji, (4) aktywacja danych z poziomu trwałego magazynu pamięciowego (Baddeley, 1996; Wierzchoń, 2009).

Centralny system wykonawczy jest jednym z najważniejszych konstruktów obecnych w Teorii Efektywności Przetwarzania i Teorii Kontroli Uwagowej, ponieważ wpływ lęku na procesy poznawcze na gruncie tych opracowań tłumaczony jest poprzez wpływ lęku na ten właśnie komponent. Zostanie to szczegółowo opisane w dalszej części pracy. Centralnemu systemowi wykonawczemu podlegają tzw. systemy służebne (ang. *slave systems*), które są charakterystyczne dla formy przetwarzanych reprezentacji.

Pierwszy z nich, pętla fonologiczna (ang. *phonological loop*) odpowiada za przechowywanie i manipulację informacjami o charakterze akustycznym. Drugi komponent, notes wzrokowo – przestrzenny (ang. *visual – spatial sketchpad*<sup>9</sup>) odpowiada za przechowywanie i wykonywanie operacji na danych o charakterze wzrokowo – przestrzennym. System ten jest zaangażowany w pracę wyobraźni przestrzennej i często za miarę jego funkcjonowania uznaje się wykonanie testu na rotacje mentalne. Dane przetwarzane w dwóch podsystemach integruje bufor epizodyczny (ang. *episodic buffer*), który pracuje w trybie polimodalnym (Baddeley, 2000).

#### **4.2.2.2 Model aktywacyjny Cowana**

Alternatywne spojrzenie na procesy pamięci roboczej zaproponował Nelson Cowan w modelu aktywacyjnym (Cowan, 1988; Cowan, 1995). Zgodnie z tym ujęciem, pamięć robocza stanowi zaktywowaną i uświadamianą część pamięci trwałej. Jest procesem odpowiedzialnym za podtrzymanie informacji niezbędnych do bieżących operacji umysłowych (Nęcka i in., 2020). Najistotniejsze informacje znajdują się w tzw. ognisku uwagi (ang. *focus of attention*), którego pojemność jest limitowana i szacowana na  $\pm 4$  jednostki informacji (Cowan, 1988; Cowan, 1995; Cowan, 1999, Cowan, 2001; Cowan, 2005). Do modelu aktywacyjnego także wprowadzono konstrukt centralnego systemu wykonawczego

---

<sup>9</sup>Ten komponent jest inaczej nazywany notesem wizualno – przestrzennym (Jagodzińska, 2008)

(ang. *central executive*). Odpowiada on za wolicjonalne ukierunkowywanie uwagi na potrzebne informacje, pochodzące pamięci trwałej lub wejść percepcyjnych. Aktywowane informacje są przenoszone do ogniska uwagi i tam podtrzymywane przez ograniczony czas (Cowan, 1988; Ricker i in., 2010).

#### 4.2.2.3 Model aktywacyjny Oberauera

Aktywacyjny model Cowana został rozszerzony w ujęciu Klausa Oberauera (2002). Zgodnie z ujęciem Oberauera, pamięć robocza funkcjonuje w oparciu o trzy elementy pozostające na różnym poziomie aktywacji. W modelu tym również występuje ognisko uwagi, ale jego pojemność nie jest szacowana na  $\pm 4$  jednostki informacji. Oberauer na podstawie swoich badań doszedł do wniosku, iż ognisko uwagi jest w stanie pomieścić zaledwie jedną reprezentację (Oberauer, 2002). Zgodnie z ujęciem badacza, pozostałe informacje znajdują się w tzw. obszarze bezpośredniego dostępu (ang. *direct access region*) mogącego pomieścić maksymalnie cztery porcje informacji. Podobnie jak w modelu Cowana, w propozycji tej występuje również pamięć trwała, która jest zaktywowana na podstawie wolicjonalnie kierowanej uwagi lub danych trafiających z zewnątrz (Oberauer, 2002; Piotrowski i in., 2009).

Oberauer wyróżnił trzy podstawowe funkcje pamięci roboczej: (1) tymczasowe przechowywanie i przetwarzanie (ang. *storage and processing*), (2) relacyjna integracja (ang. *relational integration*), (3) nadzór (ang. *supervision*; Oberauer i in., 2003; Oberauer i in., 2008). Pierwsza funkcja, przechowywanie i przetwarzanie obejmuje podtrzymywanie informacji niezbędnych do kolejnych operacji umysłowych oraz ich transformacje. Funkcja nadzoru na gruncie koncepcji Oberauera jest nazywana także procesem wykonawczym i wiąże się z procesami monitorowania i kontroli przebiegu procesów poznawczych, wybiórczą aktywacją istotnych reprezentacji oraz hamowaniem nieistotnych z perspektywy zadania informacji. Jest to odpowiednik centralnego systemu wykonawczego w wielokomponentowym modelu Alana Baddeleya (1986). Trzecia funkcja, relacyjna integracja, odnosi się do procesów tworzenia nowych reprezentacji umysłowych poprzez integrację różnych

elementów pochodzących z pamięci trwałej, jak i wejść percepcyjnych (Oberauer i in., 2008; Waltz i in., 1999).

### **4.3 Moderująca rola pojemności pamięci roboczej w relacji lęk – wyobraźnia przestrzenna**

Włączenie pojemności pamięci roboczej do modelu badawczego wymaga omówienia jej związków z doświadczaniem lęku oraz procesami uwagowymi. W modelu badawczym pojemność pamięci roboczej jest traktowana w kategoriach moderatora relacji między wzbudzonym lękiem a funkcjonowaniem wyobraźni przestrzennej.

#### **4.3.1 Pojemność pamięci roboczej jako zdolność kontroli uwagi**

Pojęcie pojemności pamięci roboczej (ang. *working memory capacity*) jest przywoływane przez badaczy podczas pomiaru ograniczonych w odniesieniu do czasu i pojemności możliwości podtrzymywania dostępu do informacji niezbędnych dla przebiegu operacji umysłowych (Baddeley i Hitch, 1974; Baddeley, 1998; Cowan, 1998; Jasielska i in., 2015; Miyake i Shah, 1999; Oberauer, 2009; Oberauer i Kliegl, 2006; Sari i in., 2017). Możliwości te są indywidualnie zróżnicowane, gdyż ludzie różnią się między sobą pojemnością pamięci roboczej oraz intraindywidualnie zróżnicowane, gdyż pojemność pamięci roboczej zmienia się w toku ontogenezy (Cowan, 2005; Cowan, 2010).

Pojęcie pojemności pamięci roboczej jest ściśle powiązane z procesami uwagowymi, które pozwalają wydobywać informacje z nieaktywnej części systemu pamięciowego i podtrzymywać je w ognisku uwagi (Kane i in., 2007). Procesy te wyrażają zdolność kontroli uwagi, czyli adaptacji oddolnych i odgórnych procesów uwagowych do wymogów sytuacji (Kane i in., 2007).

Osoby o wyższej pojemności pamięci roboczej lepiej znoszą warunki dystrakcji podczas złożonych zadań poznawczych i realizują je, hamując dostęp występujących bodźców rozpraszających uwagę (Kane i in., 2007; Wright i Seers, 2014). Zostało to ukazane

m. in. w badaniach z użyciem zadania antysakkadowego. Uczestnicy o wysokiej pojemności pamięci roboczej w większym stopniu potrafili się oprzeć rozproszeniom w przeciwieństwie do uczestników o niskiej pojemności pamięci roboczej (Kane i in., 2001; Unsworth i in., 2004; Unsworth, 2004; Wright i Sears, 2014).

#### **4.3.2 Pojemność pamięci roboczej a lęk**

Jak ukazano we wcześniejszej części pracy, doświadczanie lęku zakłóca równowagę pomiędzy oddolnymi i odgórnymi procesami uwagowymi (Eysenck i Calvo, 1992; Eysenck i in., 2007; Eysenck i Derakhan, 2011) lub kontrolą proaktywną i kontrolą retroaktywną (Braver, 2012). Myśli pojawiające się w lęku: obawy i niepokój jako elementy powiązane z zagrożeniem stają się atrakcyjne dla systemu poznawczego i przyciągają uwagę oraz absorbują zasoby poznawcze, co jest m. in. reprezentowane poprzez zjawisko tendencyjności uwagowej. Wskutek tego, dochodzi do osłabienia odgórnych, ukierunkowanych na cel procesów uwagowych i aktywacji procesów oddolnych ukierunkowanych na przetwarzanie bodźców powiązanych z lękiem. Procesy te ilustrowane są także w Teorii Interferencji Poznawczej z perspektywy walki o zasoby poznawcze pomiędzy zadaniem, jakie stoi przed człowiekiem, a obawami i niepokojem występującymi w lęku, które absorbują zasoby poznawcze niezbędne dla prawidłowego przetwarzania informacji (Sarason, 1996).

W takiej sytuacji, aby z powodzeniem zrealizować zadanie wymagające złożonych operacji umysłowych, niezbędne są zdolności kontroli uwagowej i hamowania myśli niepowiązanych z zadaniem, aby móc skupić się na docelowej czynności poznawczej i realizować ją mimo występujących bodźców odciągających uwagę. Wysoka pojemność pamięci roboczej rozumiana jako możliwość zarządzania uwagą może w takiej sytuacji chronić człowieka przed negatywnym oddziaływaniem lęku na przebieg jego procesów umysłowych. Z drugiej strony, niska pojemność pamięci roboczej może predysponować do obniżonego wykonania zadania podczas doświadczania lęku.

W badaniach nad wpływem lęku na wykonanie Testu Ravena oraz innych zadań poznawczych wykazano moderującą rolę pamięci roboczej, której pojemność wchodzi w interakcję z poziomem lęku (Owens i in., 2014). Uczestnicy o niższej pojemności pamięci roboczej i wyższym poziomie lęku wypadali słabiej aniżeli uczestnicy o wyższej pojemności pamięci roboczej i wyższym poziomie lęku. W badaniach tych uwzględniono lęk rozumiany w kategoriach cechy. W innych badaniach odnotowano, iż wysoki poziom pamięci roboczej chronił przed negatywnym wpływem lęku – cechy na wykonanie zadania obciążającego pętlę fonologiczną (Johnson i Gronlund, 2009).

#### **4.3.3 Znaczenie pojemności pamięci roboczej dla wpływu lęku na przebieg procesów wyobraźni przestrzennej**

Pojemność pamięci roboczej może tłumaczyć uzyskiwane w badaniach rozbieżności dotyczące wpływu lęku na procesy poznawcze, w tym procesy wyobraźni przestrzennej. W takim ujęciu staje się ona moderatorem, który oddziałuje na wpływ lęku na wyobraźnię przestrzenną w zależności od przyjmowanych przez niego wartości. W pracach naukowych poświęconych tej problematyce na etapie dyskusji wyników pojawiają się postulaty, by szukać wyjaśnień dla uzyskiwanych rozbieżności pod kątem pojemności pamięci roboczej, jednakże, zgodnie z najlepszą wiedzą autorki pracy, nie są one realizowane. Rzadko pojemność pamięci roboczej jest uwzględniana jako czynnik wyjaśniający mechanizm (moderator lub mediator) wpływu lęku na inny proces poznawczy. W większości badań eksplorowana jest podstawowa relacja pomiędzy lękiem a funkcjonowaniem pamięci roboczej w odniesieniu do centralnego systemu wykonawczego, notosu wzrokowo – przestrzennego lub pętli fonologicznej (np. Eysenck i in., 2005).

Jak wspomniano we wcześniejszej części pracy, procesy wyobraźni przestrzennej należą do odgórnych intencjonalnych procesów umysłowych, wymagających kontroli uwagowej. Do ich przebiegu niezbędny jest szereg operacji uwagowych oraz pamięciowych, a także procesy wnioskowania i podejmowania decyzji (Karadi i in., 2001; Citta i in., 2019). Czyni je to procesami

złożonymi i wymagającymi nakładu zasobów poznawczych, co z kolei sprawia, iż stają się podatne na oddziaływanie lęku.

Wzbudzony lęk sytuacyjny wywołuje zjawisko dystrakcji związane z występowaniem myśli niepowiązanych z aktualnym zadaniem. W takiej sytuacji, człowiek utrzymuje na poziomie umysłowym materiał przestrzenny, na którym dokonuje transformacji przestrzennych oraz równolegle przetwarza myśli wywołane lękiem, obawy i niepokój. Myśli te odciągają jego uwagę od wykonywanego zadania. Osoba o wysokiej pojemności pamięci roboczej będzie potrafiła sprawniej zarządzać uwagą tak, aby występujące obawy i niepokój nie oddziaływały negatywnie na wykonywane zadanie poprzez hamowanie ich i utrzymywanie uwagi na zadaniu. W takiej sytuacji lęk może oddziaływać motywująco i zachęcać do mobilizacji zasobów poznawczych, aby dobrze wypaść w zadaniu.

Z kolei osoba o niskiej pojemności pamięci roboczej może mieć trudności aby oprzeć się dystrakcji i hamować myśli niepowiązane z zadaniem. W związku z tym, będzie przetwarzać obawy i niepokój zamiast skupiać uwagę na wykonywanym zadaniu. W efekcie może doprowadzić to do sytuacji, w której osoba badana będzie wkładała więcej wysiłku w wykonywane zadanie, czego obrazem będzie wydłużony czas pracy lub pojawiające się błędne odpowiedzi. Doświadczenie lęku wśród osób o niskiej pojemności pamięci roboczej może prowadzić do wyższych kosztów psychologicznych, jakie ponoszą realizując złożone zadania poznawcze.

#### **4.4 Podsumowanie**

W części poświęconej teoretycznym podstawom badania ukazano najważniejsze przesłanki do podjęcia problemów badawczych skoncentrowanych wokół wpływu lęku sytuacyjnego i wyobraźni przestrzennej oraz roli pojemności pamięci roboczej w tym wpływie. Mimo bogatego zaplecza teoretycznego dotyczącego wpływu lęku na procesy poznawcze, tematyka ta jest nie jest często podejmowana przez badaczy, przez co nie jest do końca poznana.

Zgodnie z najlepszą wiedzą autorki pracy, nie odnotowano żadnych dotychczas przeprowadzonych badań ujmujących wpływ lęku wzbudzanego w warunkach laboratoryjnych na procesy wyobraźni przestrzennej w zakresie transformacji ego- i allocentrycznych z uwzględnieniem roli pamięci roboczej jako moderatora. Badanie to stanowi pierwszą próbę kompleksowego ujęcia tej problematyki w modelu eksperymentalnym.

## **Rozdział 5. Metodologiczne podstawy badania**

### **5.1 Wprowadzenie**

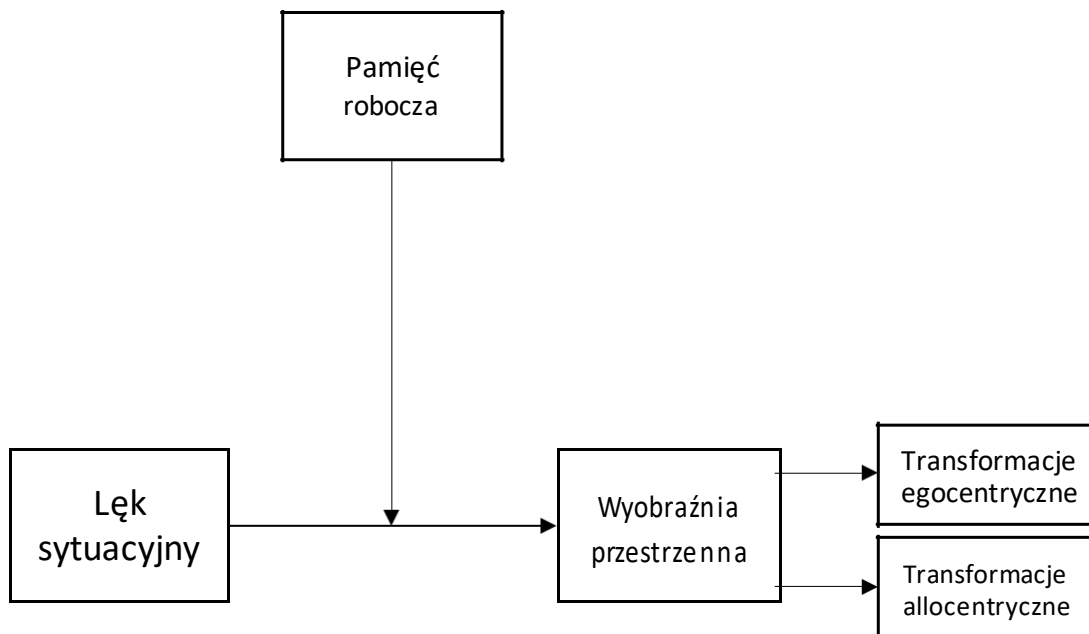
W tym rozdziale zostaną ukazane metodologiczne podstawy przeprowadzonego eksperymentu. W pierwszej kolejności zostanie zaprezentowany schemat badanych zmiennych wraz ze stawianymi pytaniami i hipotezami badawczymi. Następnie, zostanie omówiona operacjonalizacja zmiennych wraz z zastosowanym instrumentarium badawczym. W dalszej kolejności zostanie opisany dobór próby badawczej oraz jej charakterystyka oraz etapy organizacji badań i przebieg eksperymentu. Rozdział zakończy opis kwestii etycznych oraz realizacji badania podczas epidemii COVID 19.

### **5.2 Pytania i hipotezy badawcze**

Nadrzędnym celem badania jest ustalenie relacji pomiędzy wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a funkcjonowaniem wyobraźni przestrzennej w odniesieniu do transformacji egocentrycznych i transformacji allocentrycznych w odniesieniu do trafności i efektywności wykonywanych zadań. Drugim celem badania jest uwzględnienie roli pamięci roboczej w badanej relacji. Pamięć robocza traktowana jest jako moderator, który oddziałuje na wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na wyobraźnię przestrzenną wchodząc z nim w interakcję.

Schemat relacji pomiędzy badanymi zmiennymi przedstawiono na Rysunku 5.1.

**Rysunek 5.1**  
*Model statystyczny badania*



Sformułowano podstawowe pytania badawcze wraz z hipotezami:

1. Czy wzbudzony lęk sytuacyjny wpływa na funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej?

Hipoteza 1: Lęk sytuacyjny wpływa na funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej, a w szczególności:

1.1 Osoby doświadczające wzbudzonego lęku sytuacyjnego uzyskują wyższe wyniki w zakresie trafności i efektywności transformacji egocentrycznych.

1.2 Osoby doświadczające wzbudzonego lęku sytuacyjnego uzyskują niższe wyniki w zakresie trafności i efektywności transformacji allocentrycznych.

2. Czy pamięć robocza jest moderatorem relacji pomiędzy wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a funkcjonowaniem wyobraźni przestrzennej?

Hipoteza 2: Pamięć robocza jest moderatorem relacji wzbudzony lęk sytuacyjny – wyobraźnia przestrzenna, a w szczególności:

- 2.1 Osoby ze wzbudzonym lękiem sytuacyjnym i o większej pojemności pamięci roboczej uzyskują wyższe wyniki w zakresie transformacji egocentrycznych w zakresie trafności i efektywności niż osoby o mniejszej pojemności pamięci roboczej.
- 2.2 Osoby ze wzbudzonym lękiem sytuacyjnym i o większej pojemności pamięci roboczej uzyskują wyższe wyniki w zakresie transformacji allocentrycznych w zakresie trafności i efektywności niż osoby o mniejszej pojemności pamięci roboczej.

### **5.3 Zmienne i narzędzia pomiarowe**

Do modelu badawczego wprowadzono następujące zmienne: lęk sytuacyjny (X1), pamięć roboczą (X2), wyobraźnię przestrzenną (Y) ujmowaną w kategoriach transformacji egocentrycznych (Y1) i transformacji allocentrycznych (Y2). Zostaną poniżej omówione wraz z instrumentarium badawczym wykorzystanym w celu ich pomiaru.

#### **5.3.1 Lęk sytuacyjny**

Lęk sytuacyjny (ang. *transient anxiety; state anxiety*) reprezentuje reakcję na percypowane zagrożenie i wiąże się z motywacją unikową (Eysenck i in., 2007; Spielberger, 1977). Zwyczajowo odróżnia się go od lęku dyspozycyjnego, rozumianego w kategoriach względnie trwałych cech należących do psychologicznego uposażenia człowieka oraz lęku ujmowanego w kategoriach zaburzeń klinicznych (Spielberger, 1966, 1972, Spielberger i in., 1983; Sylvers i in., 2011).

Zmiany fizjologiczne towarzyszące lękowi sytuacyjnemu wiążą się aktywacją współczulnej gałęzi autonomicznego układu nerwowego manifestowanej między innymi poprzez zwiększoną częstotliwość skurczów serca, podwyższone ciśnienie krwi i potliwość oraz odpowiedź neuroendokrynologiczną związaną z wydzielaniem epinefryny, norepinefryny, kortylozu, hormonu wzrostu i prolaktyny (Hoehn – Saric i McLeod, 2000). Zmiany poznawcze odnoszą się

do ruminacji, niepokoju, zmartwienia i tendencyjności uwagi (Grupe i Nitschke, 2013, Pacheco – Ungueti i in., 2009, Spielberg, 1977, 1983, Richards i in., 2014).

### **5.3.1.1 Pomiar wzbudzonego lęku**

Wzbudzony lęk zbadano na drodze pomiaru wskaźników psychofizjologicznych. Zastosowanie takiej metody pomiarowej pozwala na uzyskanie obiektywnych danych. Dane uzyskiwane na podstawie samoopisu mogą być podatne na zniekształcenia ze względu na chęć autoprezentacji ze strony uczestników, co skutkuje nieadekwatnym obrazem rzeczywistego stanu osoby badanej. Stosowanie pomiaru psychofizjologicznego pozwala na pomiar wskaźników, które pozostają poza kontrolą uczestnika badania. Tego typu pomiar uchodzi za satysfakcjonujący w badaniu stanów poznawczych (Lohani i in., 2019), jak i emocjonalnych (Blaskovitch i in., 2000).

Wzbudzony lęk sytuacyjny podlegał pomiarowi psychofizjologicznemu za pomocą narzędzia wykorzystującego metody kardiografii impedancyjnej (ICG, ang. *impedance cardiography*) z użyciem narzędzia VU-AMS (*The Vrije University Ambulatory Monitoring Systems*). Metoda ta została rozwinięta w latach 60 – tych XX wieku (Kubicek i in., 1966) i obecnie w badaniach psychologicznych ma status rzetelnego narzędzia do pomiaru reakcji psychofizjologicznych. Jest ona szczególnie przydatna w badaniach, gdzie prezentowane są bodźce wywołujące pobudzenie poznawcze lub emocjonalne. Narzędzie to pozwala na ciągłe i nieinwazyjne pobieranie parametrów aktywności sercowo – naczyniowej podczas gdy uczestnicy badania równolegle wykonują zadania komputerowe. Metoda kardiografii impedancyjnej (inaczej kardioimpedancji) bazuje na zmianach w oporności elektrycznej w klatce piersiowej (ang. *thorax impedance*). Zmiany te są powodowane fluktuacją objętości i prędkości przepływu krwi w aorcie wstępującej w czasie jednego cyklu pracy serca. Ponieważ krew cechuje się wyższym poziomem przewodnictwa elektrycznego niż inne tkanki, podczas skurczu dochodzi do zmniejszenia oporu, a podczas rozkurczu do zwiększenia oporu.

W pierwszej kolejności przygotowywano powierzchnię skóry do przyklejenia elektrody poprzez jej odtłuszczenie i oczyszczenie nasączonym spirytem wacikiem. Następnie, na powierzchnię skóry szyi, klatki piersiowej oraz pleców uczestnika badania przytwierdzano elektrody punktowe AgCl H98SG (Kendall) o średnicy 60 mm. Do elektrod podłączano sensory przekazujące biosygnale. Pomiar psychofizjologiczny rozpoczynano przed pojawieniem się procedury eksperymentalnej na ekranie komputera. Badany otrzymywał w pierwszej kolejności informację o pomiarze spoczynkowym:

*“Witaj w badaniu. Usiądź wygodnie. Badanie potrwa maksymalnie 60 minut. Składa się z kilku zadań poznawczych (na wyobraźnię przestrzenną, pamięć semantyczną oraz pamięć roboczą) oraz kwestionariuszowych. W trakcie badania rejestrowane są sygnały fizjologiczne, które są podatne na zakłócenia. Z tego powodu chcielibyśmy Pana/Panią prosić, by w miarę możliwości wykonywał/a Pani/Pan jak najmniej ruchów. Proszę zatem poruszać się tylko wtedy, kiedy jest Panu/Pani niewygodnie. Jest dla nas ważne, aby w trakcie badania czuła/czuł się Pani/Pan komfortowo. Proszę patrzeć przed siebie w stronę monitora. Dłonie proszę trzymać na biurku. Proszę nacisnąć SPACJĘ, aby przejść dalej.”*

W pomiarze psychofizjologicznym uwzględniono dwa wskaźniki reprezentujące funkcjonowanie autonomicznego układu nerwowego:

1. Częstotliwość skurczów serca podawanej w liczbie uderzeń na minutę (ang. *heart – rate*, HR)
2. Okres przedwyrzutowy lewej komory serca podawany w milisekundach (ang. *pre – ejection period*, PEP).

Częstotliwość skurczów serca (HR) stanowi jeden z najczęściej wykorzystywanych wskaźników autonomicznego układu nerwowego w odniesieniu do aktywności sercowo –

naczyniowej (Berntson i in., 2007). W sytuacji wzbudzonego lęku dochodzi do wzrostu częstotliwości skurczów serca.

Okres przedwyrzutowy lewej komory serca (PEP) odnosi się do czasu pomiędzy depolaryzacją lewej komory a otwarciem zastawki aortalnej PEP (Berntson i in., 1994). reprezentuje „czystą” miarę aktywacji gałęzi sympatycznej, ponieważ jest obliczany w czasie skurczu podlegającego wpływom współczulnym (West i in., 2017). W sytuacji wzbudzonego lęku dochodzi do skrócenia okresu przedwyrzutowego.

Przykładowe dane pochodzące z pomiaru biosygnarów ukazano w Załączniku 7 i Załączniku 8.

### **5.3.2 Pamięć robocza**

Pojęcie pamięci roboczej (ang. *working memory*) odnosi się do systemu podtrzymującego dostępne do przetwarzania reprezentacje umysłowe (Oberauer i in., 2016). Jej limitowana pojemność stanowi czynnik ograniczający złożoność procesów myślowych (Halford i in., 2007; Oberauer, 2009). Nawiązując do ujęcia Alana Baddeleya, jest to kontrolowany uwagowo system tymczasowego przechowywania informacji, który wspomaga zdolność człowieka do realizacji złożonych zadań poznawczych (2007). Pojemność pamięci roboczej odzwierciedla także różnice indywidualne w zdolności kontroli uwagowej (Unsworth i Engle, 2007).

Do zbadania pojemności pamięci roboczej wykorzystano komputerową wersję zadania Ospan (ang. *automated Operated Span Task*, Turner i Engle, 1989; Unsworth i in., 2005). Zadanie to należy do kategorii zadań mierzących pojemność pamięci roboczej, tzw. *span tasks*. Są to takie zadania, które służą określeniu pojemności pamięci roboczej poprzez ustalanie maksymalnego możliwego jej obciążenia (Conway i in., 2005). Skorzystano z eksperymentu przeznaczonego do użytku w oprogramowaniu E-Prime 3.0. Badani wykonywali zadanie za pomocą myszy i trwało ono do 25 min. Ponieważ oryginalna wersja zadania została opublikowana w języku angielskim, wszystkie komunikaty dla uczestnika badania przetłumaczono na język polski.

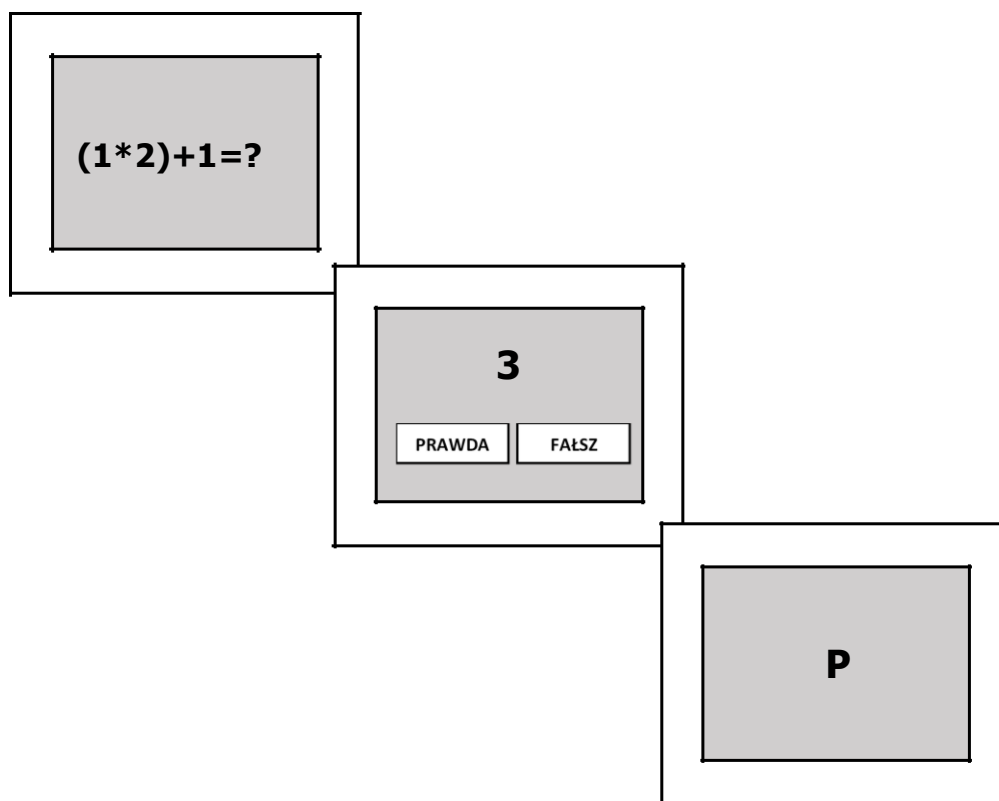
Komputerowe zadanie składa się z trzech faz treningowych oraz zadania właściwego. Najpierw następuje trening dla każdej z części zadania a następnie trening wykonywania obu zadań naprzemiennie zgodnie z kolejnością przyjętą w zadaniu właściwym, po czym osoba badana przechodzi do zadania właściwego. Najpierw uczestnik badania zapamiętuje ciąg składowy składający się z dwóch liter: na ekranie prezentowane są dwie litery jedna po drugiej, a następnie pojawia się matryca z 12 literami (rozłożonymi w układzie 3 x 4), spośród których trzeba wybrać te, które przed chwilą pojawiały się na ekranie. Litery muszą zostać zaznaczone w takiej kolejności, w jakiej były prezentowane. Następnie, w drugiej fazie treningu, osoba badana wykonuje operacje arytmetyczne: na ekranie prezentowane jest działanie, np.  $(4 \times 2) + 6 = ?$ , a następnie wyświetlana jest wartość liczbową. Zadaniem osoby badanej jest podjęcie decyzji, czy wartość odpowiada wynikowi działania matematycznego za pomocą wskazania przycisku *prawda* lub *falsz*. Za każdym razem pojawia się informacja zwrotna dotycząca poprawności oraz mierzony jest średni czas rozwiązywania zadania matematycznego. Ostatnią częścią treningu jest naprzemiennie wykonywanie zadań w kolejności: równanie arytmetyczne, zapamiętanie litery, równanie arytmetyczne, zapamiętanie litery, odtworzenie zapamiętanych liter. Po odtworzeniu zapamiętanych liter pojawia się informacja zwrotna komunikująca liczbę poprawnie odtworzonych liter oraz poprawność wykonania równania matematycznego. Zadanie właściwe polega na naprzemiennym wykonywaniu operacji arytmetycznych i zapamiętywaniu liter w takiej kolejności, jak podczas ostatniej fazy treningu. O ile w przypadku części treningowej zadaniem osoby badanej było zapamiętywanie dwóch liter, w części właściwej wymagane jest przechowywanie w pamięci ciągu składającego się z 3 - 7 liter. W zadaniu właściwym narzucony jest limit czasowy bazujący na średnich uzyskanych wynikach + 2,5 SD uzyskanych podczas części treningowej. Jeżeli osoba badana wykonuje zadanie w czasie przekraczającym tę wartość, program automatycznie uznaje to za błąd. Presja czasowa narzucona jest w celu zapobiegnięcia stosowaniu powtórek pojawiających się na ekranie liter zamiast wykonywania operacji matematycznych.

Analizując wyniki uzyskane w tym zadaniu, zgodnie z zaleceniami autorów zadania należy odrzucać te, w których poprawność zadań arytmetycznych jest niższa niż 85%. Pozwala to na 82

kontrolę sytuacji, w której osoba badana mogłaby przyjąć strategię zapamiętywania liter z pominięciem wykonywania zadań arytmetycznych. Schemat zadania Ospan został zaprezentowany na Rysunku 5.2. Zrzuty ekranu ukazujące przykładowe momenty zadania podczas procedury badawczej ukazano w Załącznikach 9 i 10.

### Rysunek 5.2

#### Schemat zadania Ospan



Źródło: Unsworth i in., 2005; Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA).

Zadanie Ospan pozwala na ujęcie 5 wskaźników wykonania zadania (Unsworth i in., 2005):

1. wynik Ospan (ang. *Ospan score*) odnoszący się do wszystkich poprawnie odtworzonych ciągów liter z uwzględnieniem dokładności odtworzenia i kolejności,

2. całkowity wynik Ospan (ang. *Ospan total*) odnoszący się do wszystkich liter odtworzonych w poprawnej kolejności, nawet jeżeli nie udało się osobie badanej odtworzyć poprawnie całego ciągu liter,
3. błędy związane z poprawnością (ang. *Ospan accuracy error*) uwzględniające liczbę niepoprawnie rozwiązanych zadań arytmetycznych,
4. błędy związane z szybkością wykonywanego zadania (ang. *Ospan speed error*) odnoszące się do sytuacji, w których osoba badana przekroczyła czas potrzebny na wykonanie zadania arytmetycznego,
5. wszystkie błędy w zadaniach matematycznych (ang. *Ospan mathematical error*), czyli sumę błędów matematycznych i błędów szybkości.

Najczęściej brany pod uwagę wskaźnikiem w badaniach dotyczących pojemności pamięci roboczej jest „wynik Ospan” i tym wskaźnikiem posłużono się w niniejszym badaniu.

### **5.3.3 Wyobrażenia przestrzenne: transformacje egocentryczne**

Zmienną zależną w modelu badawczym jest wyobrażenia przestrzenne (Y). Pojęcie to odnosi się do zdolności generowania i transformacji umysłowej reprezentacji obiektów i siebie, a także relacji między obiektami, ich częściami, lokalizacją oraz ich przemieszczaniem w przestrzeni (Kosslyn, 1995, Hegarty i Waller, 2005, Jola i Mast, 2005, de Simone i in., 2013).

Wyróżnia się dwa typy wyobraźni przestrzennej: transformacje egocentryczne i transformacje allocentryczne (Bryant i Tversky, 1999; Easton i Sholl, 1995; Rieser, 1989; Wraga i in., 2000; Zacks i in., 1999, Kozhevnikov i Blazhenkova 2013). W pierwszej kolejności zostaną omówione transformacje egocentryczne (Y1), a następnie transformacje allocentryczne (Y2).

Pojęcie transformacji egocentrycznych (ang. *egocentric transformations*) reprezentuje przestrzenne procesy umysłowe bazujące na odniesieniu obserwatora, w których zmienia się jego pozycja, natomiast obiekty w przestrzeni pozostają nieruchome (McGee, 1979). Pojęcie to funkcjonuje również pod nazwą „orientacji przestrzennej” lub „transformacji opartych na ciele”,

zwłaszcza na gruncie literatury z tematyki poznania ucieleśnionego (Thurstone, 1950; Hegarty i Waller, 2004; Kaltner i Jansen, 2014). Aktywacja procesów transformacji egocentrycznych oznacza pozostanie na wewnętrznych ramach odniesienia i wyobrażanie sobie rotowanie własnego ciała (Devlin i Wilson, 2010).

Aby zbadać transformacje egocentryczne użyto Testu Przyjmowania Perspektywy (ang. *Perspective Taking Test*, PTT; Hegarty i in., 2008).

Oryginalne zadanie przeprowadzone jest w formie papier – ołówek. Uczestnikowi prezentowane są za każdym razem dwa obrazki: jeden w formie mapki z rozmieszczonymi obiektami oraz drugi w formie okręgu, na którym uczestnik zaznacza swoją odpowiedź. Na mapce znajdują się następujące obiekty: samochód, znak stop, kot, kwiat, drzewo, dom, sygnalizacja. Za każdym razem uczestnik otrzymuje komunikat, iż ma sobie wyobrazić położenie swojego ciała przy jednym z obiektów, gdy patrzy na drugi obiekt, np. przy drzewie, gdy patrzy na sygnalizację. Następnie, otrzymuje komunikat, iż ma wskazać, gdzie w takiej sytuacji znajduje się trzeci obiekt, np. dom. Zadanie wymaga zatem w pierwszej kolejności wyobrażenia sobie zmiany położenia swojego ciała, a następnie zrotowanie mapy względem tego położenia.

W zadaniu oryginalnym badani rozwiązywali 12 zadań w ciągu 5 minut. Treść oryginalnego polecenia w wersji papierowej brzmiała następująco:

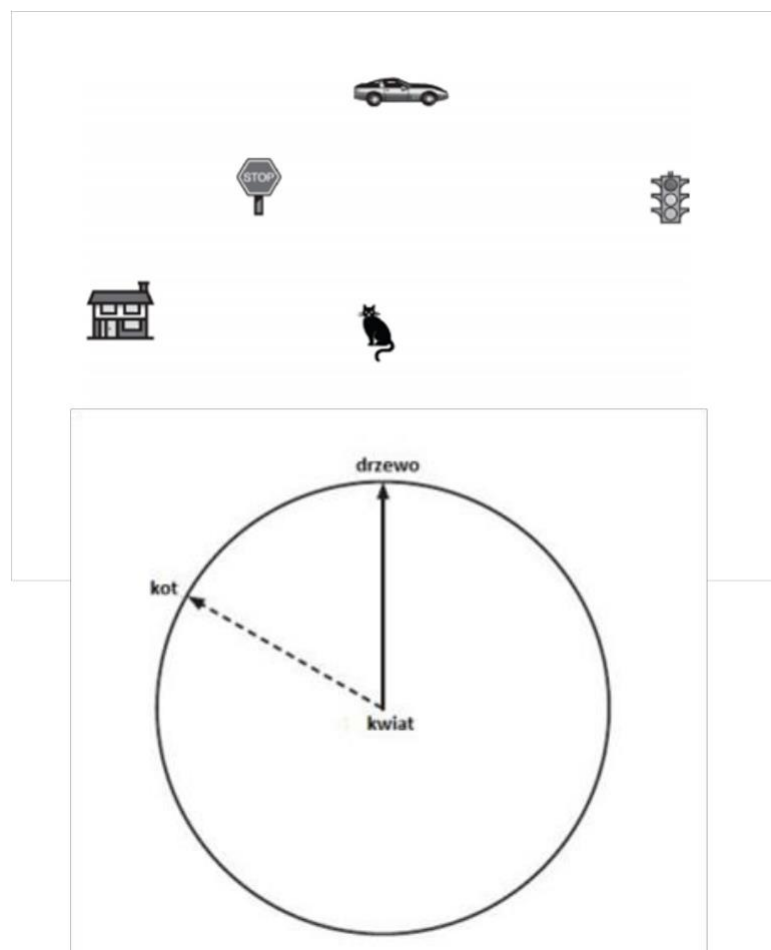
*Przed Tobą znajduje się test badający umiejętność przyjmowania perspektywy oraz orientacji w przestrzeni. Na każdej z 12 stron zobaczysz rysunek przedstawiający różne obiekty oraz okrąg ze strzałką. Pomiędzy rysunkiem a okręgiem znajduje się pytanie dotyczące kierunku w jakim znajdują się obiekty. W każdym zadaniu zostaniesz poproszony o wyobrażanie sobie, iż stoisz przy jednym z obiektów (zostanie on wskazany także w środku okręgu) i przed Tobą znajduje się inny obiekt (zostanie on wskazany przy górnej zewnętrznej krawędzi okręgu). Twoim zadaniem będzie narysowanie strzałki wychodzącej ze środka okręgu w kierunku obiektu wskazanego w pytaniu, z perspektywy którą przyjmujesz patrząc na obiekt. Na pierwszej stronie znajdziesz przykład ilustrujący, jak należy wykonać zadanie. Masz 5 minut na rozwiązanie 12 zadań. Powodzenia!*

Następnie osoba badana przyglądała się przykładowemu zadaniu, które prezentuje Rysunek 5.3.

*Przykład: popatrz na obrazek poniżej. Zostaniesz poproszony o wyobrażenie sobie, że stoisz przy kwiecie (który został wpisany w środek okręgu) i spoglądasz w kierunku drzewa (został wpisany w zewnętrzną krawędź okręgu). Twoim zadaniem jest narysowanie strzałki wskazującej kierunek, w którym znajduje się kot.*

### Rysunek 5.3

Przykładowa próba z Testu Przyjmowania Perspektywy



Źródło: Hegarty i in., 2008

W zmodyfikowanej wersji komputerowej badani rozwiązywali 24 zadania zamiast 12 w ciągu 10 minut, a na wykonanie każdej próby przypadało 25 sekund. Każdą próbę badawczą poprzedzał punkt fiksacji trwający 1 sekundę. W wersji komputerowej uczestnicy badania nie rysowali samodzielnie strzałek w okręgu, a wybierali jedną prawidłową odpowiedź spośród trzech propozycji przedstawionych poniżej rysunku z obiektami. Wybór odpowiedzi odbywał się poprzez wciśnięcie jednego z trzech klawiszy na klawiaturze numerycznej 1-2-3.

Polecenie w zaadaptowanej wersji komputerowej brzmiało następująco:

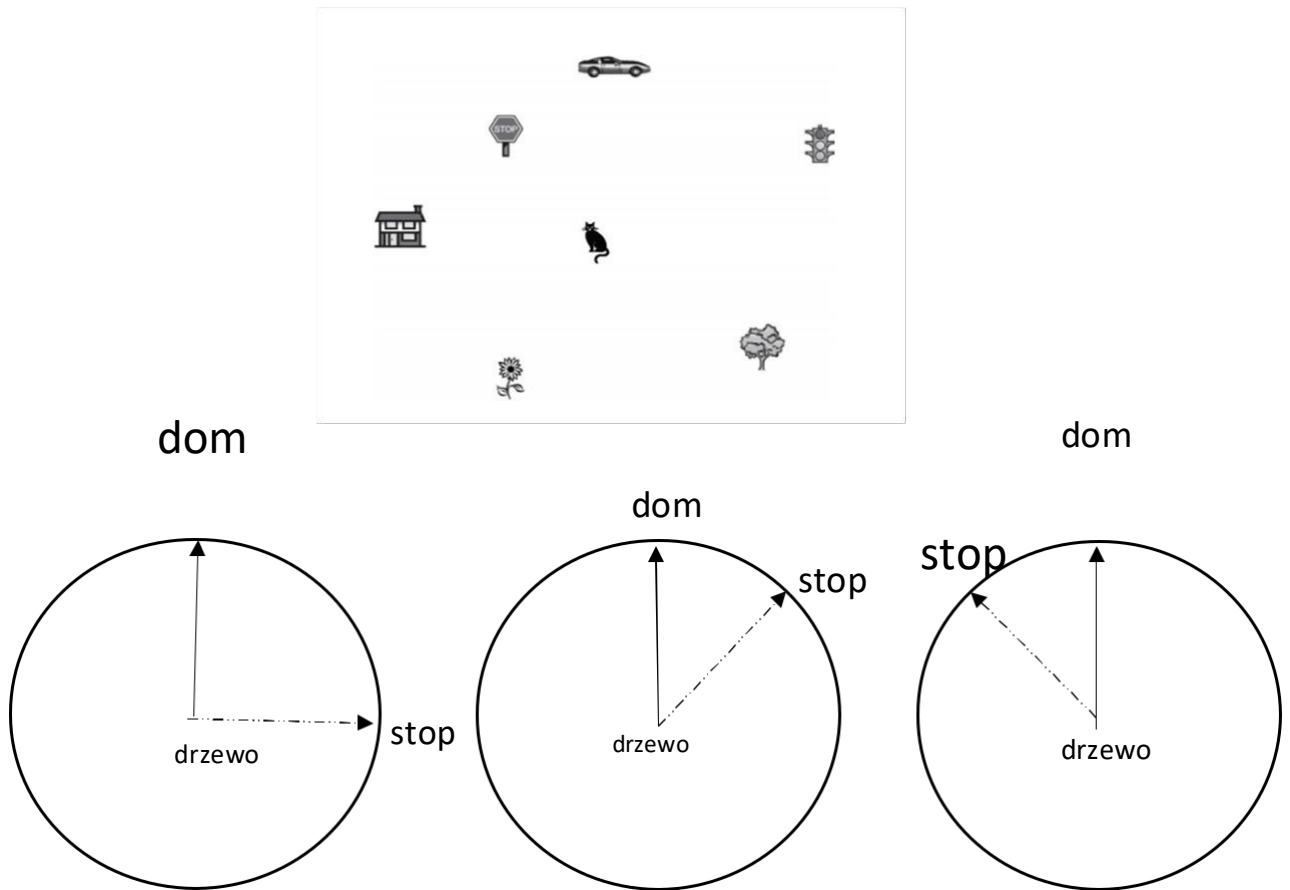
*Przed Tobą Test Przyjmowania Perspektywy. Bada on umiejętność przyjmowania perspektywy oraz orientacji w przestrzeni. Na każdym slajdzie zobaczysz rysunek przedstawiający różne obiekty oraz okrąg ze strzałką. Pomiędzy rysunkiem a okręgiem znajduje się pytanie dotyczące kierunku w jakim znajdują się obiekty. W każdym zadaniu zostaniesz poproszony o wyobrażanie sobie, iż stoisz przy jednym z obiektów (zostanie on wskazany także w środku okręgu) i przed Tobą znajduje się inny obiekt (zostanie on wskazany przy górnej zewnętrznej krawędzi okręgu). Twoim zadaniem będzie wybranie właściwej odpowiedzi dotyczącej położenia strzałki wychodzącej ze środka okręgu w kierunku obiektu wskazanego w pytaniu, z perspektywy którą przyjmujesz patrząc na obiekt. Na następnym slajdzie będzie wyświetlony przykład, następnie odbędzie się część treningowa oraz właściwa. Naciśnij SPACJĘ, aby kontynuować.*

Uczestnikom badania prezentowano przykład, który został umieszczony powyżej. Po zapoznaniu się z instrukcją, przechodzili do części treningowej, w której wykonywali kilka prób. Bezpośrednio po każdej wykonanej próbie, na ekranie ukazywała się informacja dotycząca poprawności wykonania. Rezultaty zadań wykonanych w części treningowej nie podlegały analizie wyników całego badania. Następnie uczestnicy byli informowani o zakończeniu próby treningowej i przejściu do zadania właściwego składającego się z 24 zadań. Na Rysunku 5.4 zaprezentowano przykład ze zmodyfikowanej wersji Testu Przyjmowania Perspektywy. Z kolei w Załącznikach

11 i 12 ukazano przykładowe zrzuty ekranu z programu E-Prime pochodzące procedury badawczej.

**Rysunek 5.4**

*Zmodyfikowana wersja Testu Przyjmowania Perspektywy*



Źródło: Hegarty i in., 2008

W badaniu przyjęto dwa wskaźniki wykonania zadania: trafność rozumianą jako procent poprawnie udzielonych odpowiedzi oraz efektywność rozumianą jako proporcja trafności do czasu reakcji, przedstawianą za pomocą następującego wzoru:

$$\acute{e} = \frac{\acute{e}}{\text{czas}}$$

### **5.3.4 Wyobrażenia przestrzenne: transformacje allocentryczne**

Pojęcie transformacji allocentrycznych (inaczej: bazujących na obiekcie) reprezentuje mentalne transformacje przestrzenne opierające się na zmianie pozycji obiektów znajdujących się w przestrzeni, natomiast nie ulega zmianie pozycja obserwatora (Zacks i in., 1999; Wolbers i Hegarty, 2010; Kozhevnikov i Blazhenkova, 2013; Frick, 2019). Pojęcie to funkcjonuje również pod nazwą „wizualizacji przestrzennej” lub „rotacji mentalnych” (Kozhevnikov, 2006; Kaltner i Jansen, 2014). Aktywacja procesów transformacji allocentrycznych polega na przechodzeniu na zewnętrzne ramy odniesienia i wyobrażaniu sobie przekształceń obiektów w przestrzeni umysłowej (Galati i in., 2000; Hegarty i in., 2008; Nori i in., 2018).

Transformacje allocentryczne zostały włączone do modelu badawczego jako zmienna zależna. Pomiaru transformacji allocentrycznych dokonano za pomocą dwóch zadań w paradygmacie rotacji mentalnych: Teście Rotacji Mentalnych w wersji z dwuwymiarowymi literami oraz Teście Rotacji Mentalnych z trójwymiarowymi figurami.

#### **5.3.4.1 Test Rotacji Mentalnych w wersji literowej**

Test Rotacji Mentalnych w wersji literowej (ang. *Rotation of Mental Images, Psychology Software Tools, Inc., E-Prime*) nawiązuje do klasycznego zadania w paradygmacie rotacji mentalnych (Cooper i Shepard, 1973). Uczestnikom prezentowane są na ekranie dwuwymiarowe litery. Zadanie polega na udzieleniu odpowiedzi czy litera został a zaprezentowana w normalnej pozycji (nie będącej odbiciem lustrzanym) czy w postaci odbicia lustrzanego. Uczestnik udziela odpowiedzi poprzez wciśnięcia klawisza 1 - TAK lub 2 – NIE. W oryginalnym zadaniu jest 120 prób składających się z następujących liter: P, N, R, F, G, L, Q. Ponieważ litera Q nie występuje w alfabecie języka polskiej, zrezygnowano z prezentacji bodźców z tym znakiem. W efekcie dało to 100 prób zamiast 120. Litery przyjmowały następujące formy: (1) normalną - niezrotowaną, (2) normalną – zrotowaną, (3) lustrzaną – niezrotowaną, (4) lustrzaną – zrotowaną. Każda próba jest poprzedzona

prezentacją punktem fiksacji trwającą 1 sekundę. Na wykonanie jednej próby uczestnik ma 5 sekund. Oryginalne zadanie przeznaczone do użytku w programie E – Prime zostało napisane w języku angielskim, wobec czego wszystkie komunikaty zostały przetłumaczone na język polski. Przykład ukazano na Rysunku 5.5. Zrzut ekranu prezentujący moment instrukcji oraz zadania ukazano w Załącznikach 13 i 14.

Instrukcja dla osoby badanej brzmiała następująco:

*W tym zadaniu będą prezentowane litery. Niektóre z nich będą lekko obrócone. Inne będą w odbiciu lustrzanym lub w odwróconym położeniu. Twoje zadanie polega na podjęciu decyzji, czy litera jest prezentowana w lustrzanym odbiciu czy nie. Poniżej znajduje się przykład ilustrujący różnicę pomiędzy normalnym położeniem litery a jej odbiciem lustrzanym. Jeżeli widzisz literę zaprezentowaną w jej normalnym położeniu, naciśnij „1”. Jeżeli widzisz literę w odbiciu lustrzanym, naciśnij „2”. Naciśnij SPACJĘ, aby to przećwiczyć.*

### **Rysunek 5.5**

*Test Rotacji Mentalnych w wersji literowej*



Źródło: Shepard i Metzler, 1971; Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA

Część treningowa składała się z dziesięciu prób. Bezpośrednio po każdej próbie pojawiał się komunikat dotyczący poprawności wykonanej próbie. Następnie uczestnik przechodził do części właściwej, w której nie otrzymywał komunikatów zwrotnych dotyczących

poprawności. Po ostatniej próbie badawczej uczestnik otrzymywał informację o ukończonym zadaniu.

#### **5.3.4.2 Test Rotacji Mentalnych w wersji figurowej**

Pierwotną wersją tego narzędzia jest Test Rotacji Mentalnych Vandenberg'a i Kuse'a (1978) bazujący na klasycznym paradygmacie rotacji mentalnych Sheparda i Metzlera (1971). Zadanie składa się z 24 prób badawczych, w których uczestnikowi prezentowane są dwuwymiarowe rysunki reprezentujące trójwymiarowe figury. W oryginalnym zadaniu w każdej próbie badawczej uczestnikowi prezentowany jest szereg figur, w których jedna jest wzorcem znajdującym się po lewej stronie, po którym następują kolejne cztery figury. Dwie spośród czterech figur stanowią zrotowaną wersję figury wzorcowej. Zadaniem uczestnika jest rozpoznać te figury. Zadanie to jest używane m. in. w badaniach nad zdolnościami przestrzennymi w lotnictwie (Krüger i Suchan, 2016), laryngologii (Rogister i in., 2022), czy chirurgii (Vajsbaher i in., 2018).

W oryginalnej wersji zadania treść instrukcji brzmiała następująco:

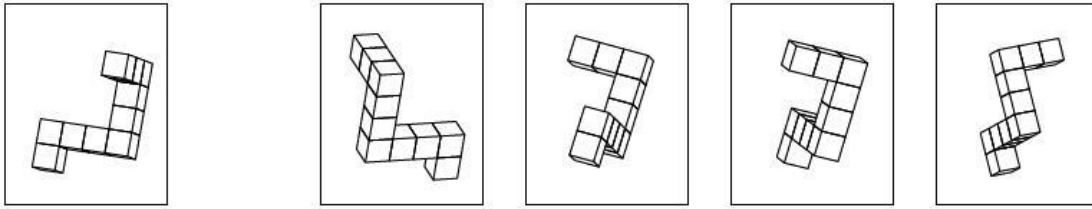
*Teraz spójrz na ten obiekt. Dwa z tych czterech rysunków przedstawiają ten sam obiekt.*

*Możesz znaleźć te dwa rysunki? Zaznacz na nich duży znak „X”.*

Przykład z Testu Rotacji Mentalnych w wersji oryginalnej ukazuje Rysunek 5.6. W Załącznikach 15 i 16 znajdują się zrzuty ekranu prezentujące przykładowe momenty procedury badawczej.

### Rysunek 5.6

Test Rotacji Mentalnych w wersji figurowej



Źródło: Vandenberg i Kuse, 1978

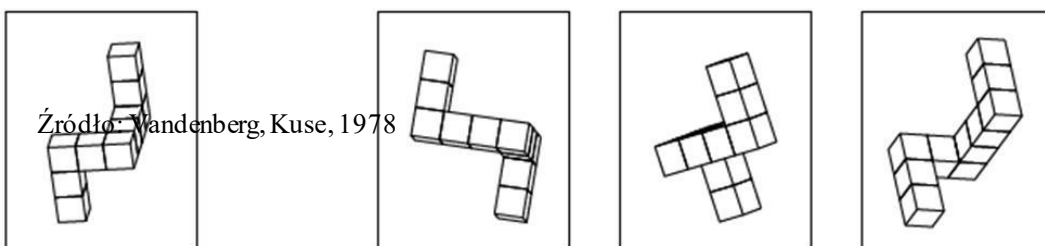
Ze względu na pomiar czasu reakcji udzielanych odpowiedzi, zadanie to zostało przygotowane w wersji komputerowej w programie służącym budowie eksperymentów psychologicznych E – Studio. Wersja ta składała się z instrukcji, części treningowej oraz części właściwej. Skorzystano z 24 prób badawczych, jednak uczestnik badania wybierał jedną odpowiedź spośród trzech, a nie dwie odpowiedzi spośród czterech. W zadaniu wykorzystano figury z zadania Vandenberg’a i Kuse’a. Każdą próbę badawczą poprzedzał punkt fiksacji trwający 1 sekundę. Na wykonanie każdej próby uczestnik miał 10 sekund. Po ostatniej próbie badawczej na ekranie ukazywał się komunikat dotyczący końca zadania. Przykład Testu Rotacji Mentalnych w wersji figurowej po modyfikacji ukazano na Rysunku 5.7.

Instrukcja w komputerowej wersji brzmiała następująco:

*Spójrz na obiekty poniżej. Czy potrafisz odnaleźć figurę będącą obroconym odpowiednikiem wzorca po lewej stronie? Wciśnij przycisk odpowiadający wybranej przez Ciebie figurze 1, 2 lub 3.*

### Rysunek 5.7

Zmodyfikowany Test Rotacji Mentalnych w wersji figurowej



Źródło: Vandenberg, Kuse, 1978

Źródło: Vandenberg i Kuse, 1978

Uczestnik udzielał odpowiedzi poprzez wciśnięcie klawisza 1 – 2 – 3, a następnie otrzymywał komunikat odnośnie poprawności wykonanego zadania.

*Jeżeli zaznaczyłaś / zaznaczyłeś figurę nr 1, to dokonałaś / dokonałeś prawidłowego wyboru. Za każdym razem wybieraj jedną figurę, która jest obróconym odpowiednikiem wzorca po lewej stronie wciskając klawisz 1-2-3. Teraz nastąpi część treningowa. Naciśnij SPACJĘ aby kontynuować.*

Po przejściu części treningowej uczestnik był informowany o następującej części właściwej, która podlegała ocenie. Po ostatniej próbie badawczej na ekranie ukazywał się komunikat dotyczący końca zadania.

W obydwóch zadaniach przyjęto następujące wskaźniki wykonania zadania: trafność rozumianą jako procent poprawnie udzielonych odpowiedzi oraz efektywność rozumianą jako proporcja trafności do czasu reakcji, przedstawianą za pomocą następującego wzoru:

$$\text{ś} = \frac{\text{ś}}{\text{ś}}$$

#### **5.4 Uczestnicy badania**

Na etapie projektowania badania zakładano włączenie do badania około 300 osób, jednakże ze względu na epidemię SARS – COV 2, przeprowadzono badanie na mniejszej próbie. Kolejno zostanie przedstawiony dobór uczestników badania, a następnie charakterystyka próby badanej z podziałem na grupę kontrolną, w której nie wzbudzano lęku sytuacyjnego oraz grupę eksperymentalną, w której wzbudzano lęk sytuacyjny.

### **5.4.1 Dobór uczestników**

W badaniu zastosowano dobór ochotniczy, a uczestników pozyskiwano dwutorowo: poprzez rozesłanie wiadomości e-mail do studentów poznańskich uczelni z informacją o możliwości wzięcia udziału w badaniu naukowym i poprzez informacje zamieszczane w *social mediach* Laboratorium Psychofizjologii Zdrowia UAM (Załącznik 1). W treści ogłoszenia znajdowały się podstawowe informacje na temat tematu badania i sposobu jego przeprowadzania oraz link do elektronicznego kwestionariusza, w którym ochotnicy zaznaczali swoją dyspozycyjność oraz pozostawiali dane kontaktowe umożliwiające ustalenie spotkania: nr telefonu lub e-mail.

Ze względu na wprowadzaną manipulację eksperymentalną w procesie rekrutacji zastosowano kryterium wyłączenia osób z doświadczeniem zaburzeń lękowych lub afektywnych. Z badanymi kontaktowano się również dzień przed planowanym badaniem w celu potwierdzenia przyścia. Podczas rozmowy telefonicznej pytano ich o stan zdrowia w związku z sytuacją epidemiczną oraz przypomniano o warunkach udziału w badaniu związanych z przestrzeganiem zasad sanitarnych.

### **5.4.2 Charakterystyka uczestników**

W procesie badawczym uzyskano wyniki od 149 osób, jednakże część z nich odrzucono ze względu na czynniki zakłócające, niedyspozycyjność osób badanych lub skrajnie niskie wyniki uzyskane w testach, które uniemożliwiłyby prowadzenie dalszych analiz statystycznych. Finalnie, próbę badaną podlegającą analizom statystycznym utworzyło 129 osób dorosłych, jednakże w przypadku niektórych wskaźników otrzymanomniej obserwacji ze względu na braki danych.

Uczestnicy badania byli przydzielani do grupy kontrolnej i eksperymentalnej zgodnie z zasadą randomizacji (Brzeziński, 2021). W grupie 129 osób znalazło się 77 kobiet (59%) i 52 mężczyzn (40,3%) w wieku od 18 do 38 lat ( $M = 23,62$ ;  $SD = 3,72$ ). W większości byli to studenci różnych kierunków poznańskich uczelni. Spośród badanych 118 osób było praworęcznych (91,5%), natomiast u 11 osób (8,5%) dominowała ręka lewa. Podczas badania kontrolowano również wskaźnik masy ciała (BMI) uczestniczek i uczestników i wynosił on od 16,41 do 39,00

( $M = 23,28$ ;  $SD = 4,58$ ). Ustalanie BMI było niezbędne dla prawidłowego pomiaru psychofizjologicznego.

W grupie eksperymentalnej znalazły się 63 osoby, co stanowiło 48,8 % badanej próby.

W grupie tej znalazło się 40 kobiet oraz 23 mężczyzn w wieku od 18 do 38 lat ( $M = 23,00$ ;  $SD = 3,83$ ). W grupie kontrolnej znalazło się 66 osób, co stanowiło 51,2 % uczestników badania.

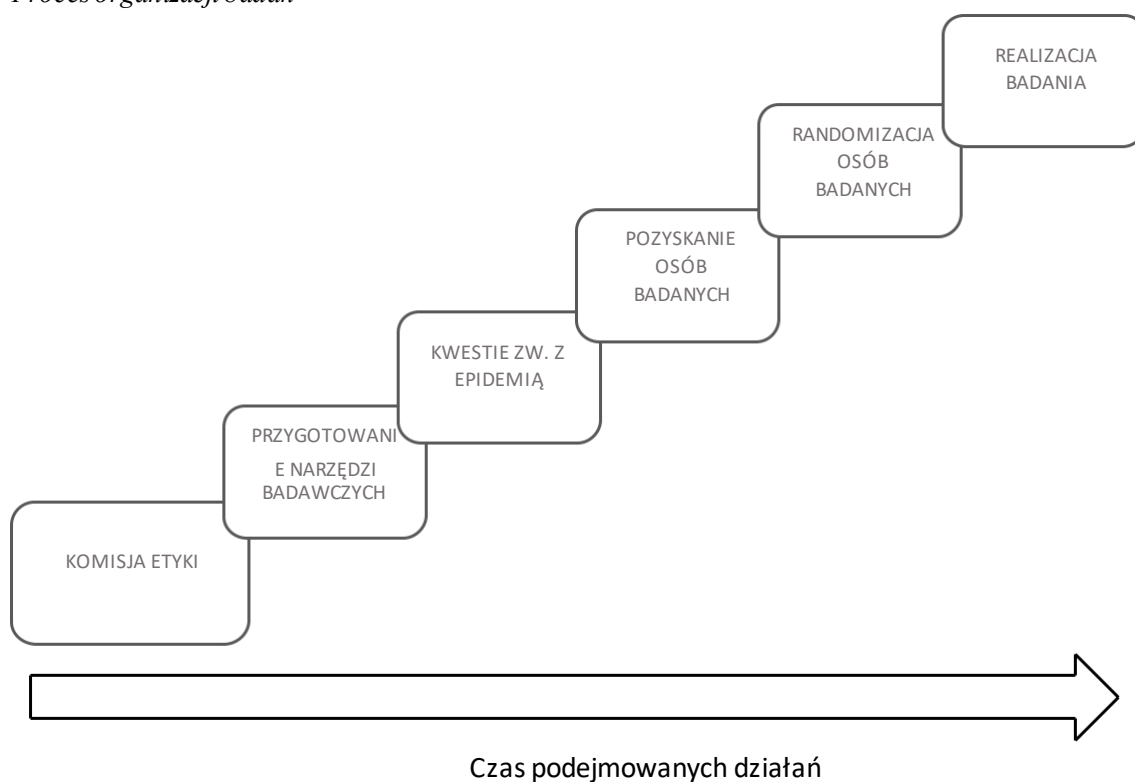
W tej grupie znalazło się 37 kobiet i 29 mężczyzn w wieku od 18 do 34 lat ( $M = 24,20$ ;  $SD = 3,52$ ).

## **5.5 Organizacja i przebieg badania**

Prace nad projektem badawczym przebiegały wieloetapowo. Projekt badawczy został pozytywnie rozpatrzony w konkursie o dofinansowanie projektów badawczych dla młodych naukowców w ówczesnym Instytucie Psychologii na Wydziale Nauk Społecznych UAM (obecnie Wydziale Psychologii i Kognitywistyki UAM). Na przestrzeni roku akademickiego 2019/2020 roku projekt opiniowany był przez Komisję Etyki Projektów Badawczych Wydziału Psychologii i Kognitywistyki UAM. Badania prowadzono na terenie Laboratorium Psychofizjologii Zdrowia UAM na Wydziale Psychologii i Kognitywistyki UAM w Poznaniu.

Schemat organizacji badań przedstawia Rysunek 5.8.

**Rysunek 5.8**  
*Proces organizacji badań*



### 5.5.1 Badanie pilotażowe

W czasie od marca do maja 2020 roku odbywało badanie pilotażowe mające dwa cele:

(1) weryfikację różnic w wykonywaniu zadań przestrzennych przez osoby o różnym poziomie lęku sytuacyjnego i (2) określenie roli pamięci roboczej w badanej relacji.

W badaniu pilotażowym wzięły udział 44 osoby. Na tym etapie nie wprowadzano manipulacji eksperymentalnej, a jedynie bazowano na pobudzeniu lękowo - napięciowym deklarowanym przez uczestników badania w kwestionariuszu Przymiotnikowej Listy Thayera. Część zadań poznawczych była wykonywana przez uczestników w formie papier - ołówek, co ograniczyło możliwość poznania czasu reakcji na bodźce testowe i wykluczało eksplorację tej zmiennej w analizach statystycznych. Po przeprowadzonym pilotażu podjęto decyzję o modyfikacji badania. Wymagało to m. in. przełożenia na formę elektroniczną dwóch zadań, które do tej pory używane były w wersji papierowej: Testu Rotacji Mentalnych w wersji figurowej oraz Testu Przyjmowania Perspektywy. Podjęto także ostateczną decyzję o konieczności wprowadzenia

manipulacji eksperymentalnej oraz zastosowania pomiaru psychofizjologicznego celem zyskania informacji płynących z obiektywnego pomiaru poziomu lęku.

### **5.5.2 Badanie właściwe**

Badanie właściwe trwało od maja do listopada 2021 r. Z uczestnikami spotykano się jednokrotnie w Laboratorium Psychofizjologii Zdrowia WPiK. Przed przyjściem na spotkanie otrzymywali szczegółowe informacje dotyczące udziału w badaniu, które przekazywano ponownie w formie ustnej podczas spotkania w Laboratorium (Załącznik 2). Czas jednego spotkania wynosił około 50 minut. Badanie odbywało się w wyciszonym pomieszczeniu o stałym poziomie temperatury i naświetlenia. Pokój wietrzono po każdej przeprowadzonej sesji badawczej. Badanie prowadzono komputerowo wykorzystano ekran o przekątnej 24 cali. W większości zadań uczestnicy posługiwali się klawiaturą numeryczną oraz myszą. Poszczególne zadania podczas eksperymentu były prezentowane za pomocą oprogramowania E-Prime 3.0 Professional Edition (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA).

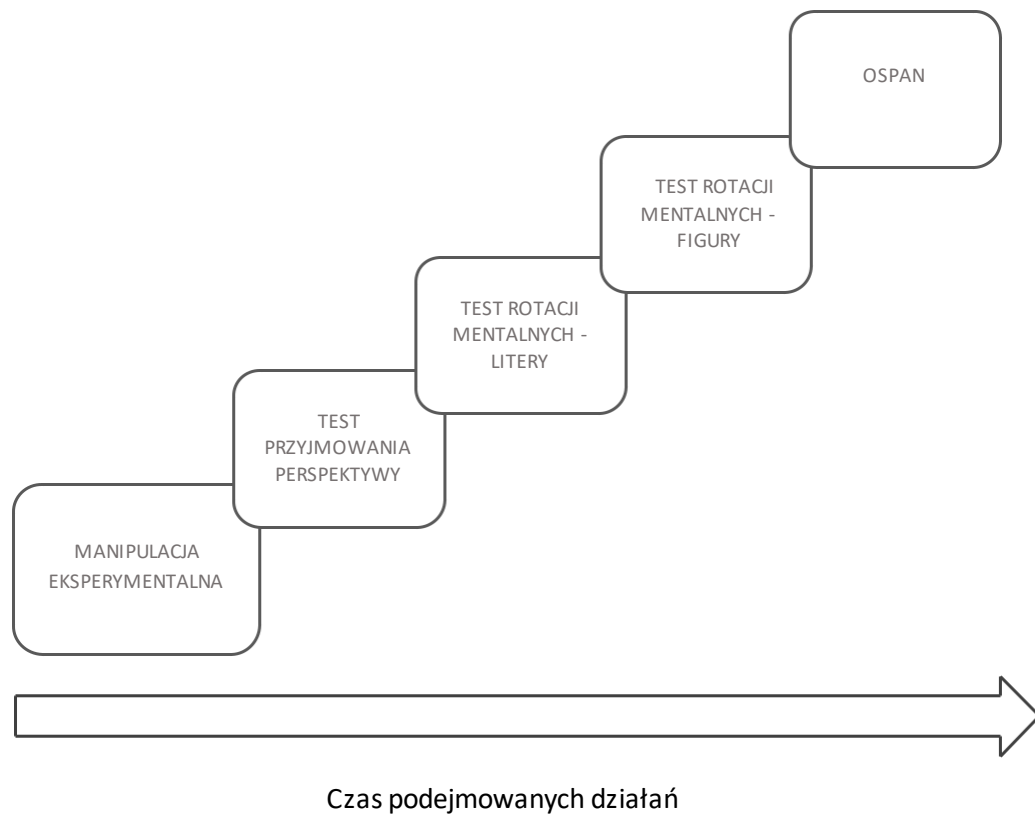
Na etapie projektowania badania zaplanowano, iż eksperyment będzie prowadzony przez pomocników – studentów i studentki IV i V roku psychologii udzielających się w Kole Naukowym Poznawczo Aktywni, posiadających doświadczenie badawcze, zdobyte m. in. w wyniku badań realizowanych w Laboratorium Psychofizjologii Zdrowia UAM. Ze względu na wprowadzone nauczanie zdalne w roku akademickim 2020/2021 spowodowane pandemią SARS-COV 2, okazało się, że nie ma możliwości skorzystania ze wsparcia pomocników, którzy w tym czasie byli niedostępni. Eksperyment w miesiącach maj-sierpień był prowadzony przez autorkę pracy, natomiast od września do listopada włączono w proces badawczy studenta IV roku psychologii z Koła Naukowego Poznawczo Aktywni z doświadczeniem odpowiadającym tematyce badania.

### 5.5.2.1 Przebieg badania właściwego

Badanie rozpoczynało przywitanie i nawiązanie kontaktu z uczestnikiem badania. Następnie, przekazywano uczestnikowi badania ankiety dotyczące stanu zdrowia oraz dokument z gody na udział w badaniu. Udzielano także ustnych informacji na temat przebiegu badania oraz informowano, że nie zostaną one nikomu ujawnione. Uczestnicy byli również informowani, iż w każdym momencie mogą przerwać udział w eksperymencie lub poprosić o wykluczenie swoich wyników z bazy danych. W razie wątpliwości ze strony uczestników udzielano wyjaśnień, a następnie eksperymentator przystępował do podłączenia aparatury służącej do pomiaru psychofizjologicznego. Przy każdym kroku podłączenia aparatury informowano uczestników co się dzieje. Po podłączeniu aparatury eksperymentator wychodził i uruchamiał eksperyment. Na początku odbywał się pomiar bazowy mający na celu ustalenie podstawowych parametrów pracy serca badanego. Następnie, wprowadzano manipulację eksperymentalną ukazaną w dalszej części rozdziału.

Po manipulacji eksperymentalnej uczestnicy przystępowali do wykonania serii zadań angażujących procesy wyobraźni przestrzennej. W pierwszej kolejności wykonywali zadania w ramach Testu Przyjmowania Perspektywy. Następnie pojawiał się Test Rotacji Mentalnych w wersji literowej. Ostatnim zadaniem na wyobraźnię przestrzenną był Test Rotacji Mentalnych w wersji figurальной. Po zakończonym zadaniu odłączano aparaturę do pomiaru psychofizjologicznego oraz proponowano uczestnikom około 15 – 20 minut przerwy. Po przerwie uczestnicy wracali do pomieszczenia i wykonywali zadanie OSPAN mierzące pojemność pamięci roboczej. Po tym zadaniu pojawiała się informacja o końcu badania. Do pomieszczenia wchodził eksperymentator i dziękował za udział w badaniu. Był to też moment wyjaśnienia istoty manipulacji eksperymentalnej oraz konieczności jej wprowadzenia. Uczestnicy byli proszeni aby nie dzielić się informacją o treści manipulacji z osobami, które potencjalnie mogłyby wziąć udział w badaniu. Przekazywano także informację, iż na skrzynce poczty elektronicznej czeka nagroda za udział w badaniu. Schemat przebiegu badania został przedstawiony na Rysunku 5.9

**Rysunek 5.9** Przebieg badania



### 5.5.2.2 Procedura wzbudzenia lęku

Lęk wzbudzano w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych wykorzystując za danie opierające się na paradygmacie przygotowania wystąpienia (ang. *speech preparation task*). W tego typu zadaniach uczestnik badania proszony jest o przygotowanie wypowiedzi na zadany temat, która zostanie zaprezentowana, zarejestrowana oraz oceniana przez zewnętrznych sędziów. Tematem wypowiedzi miały być definicje wyrazów, które badany miał najpierw zapisać na kartce. Prezentowano mu zestaw 5 wyrazów uznanych za trudne<sup>10</sup>. Pod koniec badania, kiedy nadszedł czas wystąpienia ustnego, uczestnik badania otrzymywał komunikat ze strony eksperymentatora, iż była to jedynie forma manipulacji eksperymentalnej oraz wyjaśniano konieczność jej wprowadzenia. Badania Tora Wagera i współpracowników (2009a; 2009b) wykazały wysoką skuteczność tej metody zarówno w wymiarze obiektywnym sprawdzanym

<sup>10</sup>Poziom trudności był weryfikowany m. in. za pomocą narzędzia [www.jasnopis.pl](http://www.jasnopis.pl)

miarami psychofizjologicznymi, jak i wymiarze subiektywnym testowanym za pomocą metod samoopisowych.

Procedura wzbudzenia lęku sytuacyjnego przebiegała na drodze następującego komunikatu:

*“Skorzystaj z kartki i długopisu znajdujących się na biurku. Przed Tobą zadanie z baterii "SŁOWNIK" należącej do skali Inteligencji Słownej Ronalda Cranbera. Przeczytaj polecenie. Przypomnij sobie znaczenie poniższych słów i zapisz ich definicje. Masz na to zaledwie 3 minuty. Po skończonym badaniu zostaniesz poproszony przez pomocnika Eksperymentatora o ustną wypowiedź i przedstawienie tych definicji. Twoja wypowiedź będzie zarejestrowana, oceniona przez zespół badawczy oraz porównana z wynikami pozostałych osób. O swoim wyniku dowiesz się z rankingu, który powstanie pod koniec tego tygodnia badań. SŁOWA: inteligencja; relewantny; konfabulacja; prokrastynacja; taoizm”.*

Grupa kontrolna otrzymywała zbliżone polecenie dotyczące spisania na kartce definicji prezentowanych na ekranie komputera pojęć. Jednakże w tym poleceniu nie stosowano sformułowań wzbudzających zagrożenie, odnoszących się do późniejszej oceny i porównań wyników jakie uzyskała osoba badana z wynikami pozostałych uczestników. Treść zadania dla osób z grupy kontrolnej brzmiała następująco:

*“Skorzystaj z kartki i długopisu na biurku znajdujących się na biurku. Spróbuj przypomnieć sobie znaczenie poniższych słów i zapisać ich definicje. Jak skończysz, przejdź dalej przez wciśnięcie SPACJI. Słowa: “inteligencja; relewantny; konfabulacja; prokrastynacja; taoizm”.*

Uczestnicy badania spisywali definicje pojęć na kartce papieru, a po zakończonym zadaniu przechodzili do części eksperymentu dotyczącej badania wyobraźni przestrzennej. .

## 5.6 Założenia analizy danych

W przeprowadzonym badaniu uzyskano surowe dane psychofizjologiczne pochodzące z aktywności sercowo – naczyniowej, jak i surowe dane behawioralne pochodzące z komputerowych eksperymentów poznawczych. Przed przystąpieniem do przeprowadzenia analizy statystycznej dane te zostały odpowiednio zredukowane i opracowane. Zostanie ukazany opis pracy nad danymi psychofizjologicznymi oraz behawioralnymi.

### 5.6.1 Opracowanie i analiza danych psychofizjologicznych

Dane ciągłe pochodzące z sygnałów aktywności sercowej zredukowano w oprogramowaniu VU-DAMS (The Vrije University Data Analysis and Management Software; Vrije University, Holandia). Następnie, za pomocą uprzednio przygotowanego makra surowe dane pochodzące z poszczególnych momentów badania znakowanych markerami eksportowano do arkusza kalkulacyjnego Excel. W rezultacie, uzyskiwano średnie wartości pochodzące z poszczególnych momentów pomiarów. Wzięto pod uwagę średnie wartości uzyskane z ostatnich dwóch minut pomiaru spoczynkowego traktowanego - *pretest* oraz średnie wartości uzyskane z ostatnich dwóch minut po wprowadzeniu manipulacji eksperymentalnej – *posttest*. Następnie poszukiwano wartości przekraczających 3,29 SD (Field, 2013), aby je wykluczyć z dalszych analiz.

Tak przygotowane dane eksportowano do bazy danych w pakiecie statystycznym IBM SPSS 27 (Wagner III, 2019). gdzie podlegały analizom statystycznym. Weryfikację powodzenia manipulacji eksperymentalnej zaplanowano w oparciu o model analizy wariancji zakładający powtarzane pomiary (ang. *repeated measures ANOVA*, *rmANOVA*). Zastosowano model mieszany (ang. *mixed model*) uwzględniający dwie niezależne grupy osób badanych (osoby, u których wzbudzano lęk sytuacyjny – grupę eksperymentalną i osoby, u których nie wzbudzano lęku sytuacyjnego – grupę kontrolną) uczestniczące w dwóch kolejnych pomiarach (*pretest* i *posttest*). Za miarę siły efektu (ang. *effect size*) uzyskanych rezultatów przyjęto współczynnik częściowe eta kwadrat ( $\eta^2$ ) przyjmujący wartości od 0 do 1 (Richardson, 2011).

Przyjęto regułę, iż  $\eta^2 = 0,01$  oznacza niewielki efekt,  $\eta^2 = 0,06$  oznacza średni efekt, a  $0,14$  oznacza silny efekt (Cohen, 1988).

### 5.6.2 Opracowanie i analiza danych behawioralnych

Dane pochodzące z eksperymentów poznawczych realizowanych w oprogramowaniu E - Prime 3.0 Professional (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA) przetwarzano za pomocą aplikacji pomocniczych stworzonych w środowisku programistycznym NI LabVIEW (Bitter i Nawrocki, 2006). Aplikacje te umożliwiły równoległe przetwarzanie plików tekstowych z danymi od wszystkich uczestników badania oraz obliczanie procentowej poprawności wykonanych zadań i średniego czasu reakcji w zadaniach wykonywanych prawidłowo. W przypadku Testu Rotacji Mentalnych w wersji literowej aplikacja pozwoliła na automatyczne oddzielenie odpowiedzi na bodźce proste i lustrzane. Dane pochodzące z aplikacji pomocniczych w dalszej kolejności były obrabiane w arkuszu kalkulacyjnym Excel, a następnie eksportowane do bazy danych w pakiecie statystycznym SPSS 27.0.

Opis statystyczny zakładał uzyskanie podstawowych informacji dotyczących miar tendencji centralnych oraz rozproszenia wyników dla badanych zmiennych. Weryfikacja hipotez badawczych dotyczących wpływu wzbudzanego lęku na wyobraźnię przestrzennych odbywała się na drodze parametrycznych i nieparametrycznych testów istotności różnic U Manna Whitneya. Wybór testów uzasadniany był zgodnością lub brakiem zgodności rozkładów wyników zmiennych z rozkładem normalnym. Ponadto, testowano siłę efektu (ang. *effect size*) uzyskiwanych wyników. Podobnie jak w przypadku przeprowadzonej analizy wariancji z powtarzanymi pomiarami, skorzystano z miary eta kwadrat ( $\eta^2$ ) przyjmującej wartości od 0 do 1. Przyjęto następującą skalę oceny siły efektu: 0,01 – mały efekt, 0,06 – średni efekt, 0,14 – duży efekt (Richardson, 2011).

Celem zbadania relacji pomiędzy poszczególnymi wskaźnikami funkcjonowania wyobraźni przestrzennej a także pojemności pamięci roboczej, przyglądano się wskaźników korelacji pod kątem kierunku i siły związku. Wzięto pod uwagę współczynnik  $r$  Pearsona dla zmiennych,

których rozkłady były zgodne z rozkładem normalnym oraz *rho* Spearmana dla zmiennych, których rozkłady odbiegały od normalnego.

Weryfikacja hipotez dotyczących moderującej roli pamięci roboczej odbywała się na drodze hierarchicznej analizy regresji linowej pozwalającej zaobserwować efekty interakcji pomiędzy zmiennymi niezależnymi: predyktorem i moderatorem. Za predyktor przyjmowano wzbudzony lęk sytuacyjny, a za moderator pojemność pamięci roboczej. Aby stworzyć czynnik interakcyjny, zmienne podlegały centracji: zmienną nominalną dekodowano do wartości, a zmienną ilościową standaryzowano (Bedyńska i Książek, 2012).

Jednocześnie wprowadzano również metodę próbkowania – *bootstrapping*, wprowadzoną do statystyki w latach 70 - tych XX wieku przez Bradleya Efrona (Efron i Tibshirani, 1986). *Bootstrapping* opiera się na szacowaniu rozkładu błędów estymacji na podstawie wielokrotnego losowania ze zwracaniem z próby. Jest to metoda należąca do rodziny metod Monte – Carlo (Wright i in., 2011)<sup>11</sup>.

Plan analizy statystycznej zakładał przeprowadzenie kilku testów statystycznych na tych samych danych. Takim sytuacjom towarzyszy zwiększone ryzyko popełnienia błędu I rodzaju polegającego na omyłkowym przyjęciu fałszywej hipotezy alternatywnej (Midway, 2020). Celem kontroli ryzyka popełnienia błędu I rodzaju przyjęto tzw. poprawkę na wielokrotne testowanie (ang. *multiple comparison test*, MCT).<sup>12</sup> W projektowanym badaniu ze względu na niewielką liczbę wskaźników przyjęto poprawkę Bonferonniego, obliczaną oddzielnie dla każdej hipotezy.

---

<sup>11</sup>Próbkowanie jest wolne od założeń odnoszących się do kształtu i parametrów rozkładów badanych zmiennych, w związku z czym ma status metody nieparametrycznej. Podczas wykonywanych analiz wybierano *bootstrapping* na 10000 obserwacji. Przedział ufności (CI, ang. *confidence interval*) wynosił 95 %. Pomiędzy wartościami z dolnego przedziału ufności (LCI, ang. *lower confidence interval*) i górnego (UCI, ang. *upper confidence interval*) nie powinna występować wartość zero aby efekty statystyczne zostały uznane za istotne.

<sup>12</sup>Istnieje wiele narzędzi do przeprowadzenia testów wielokrotnych porównań, które różnią się od siebie poziomem konserwatywności. Najczęściej przytaczaną w pracach naukowych poprawką jest test Bonferonniego (Midway, 2020). Po wprowadzeniu tej poprawki, poziom istotności alfa ulega redukcji i trudniej jest go osiągnąć. Test ten cechuje wysoki stopień konserwatywności i przy bardzo dużej liczbie porównań nie jest on rekomendowany, ponieważ zwiększa ryzyko popełnienia błędu II rodzaju polegającego na nieodrzuconiu hipotezy zerowej, która jest fałszywa (Andrade, 2020). W takich sytuacjach rekomendowana jest tzw. sekwencyjna procedura Hochberga (*Hochberg sequential procedure*) należąca do grupy Frakcji Fałszywych Odkryć (False Discovery Rate, FDR; Benjamini, Hochberg, 1995).

Test ten przeprowadzany jest poprzez podzielenie poziomu alfa przez liczbę wykonywanych testów, zgodnie ze wzorem:

$$= \frac{p}{k}$$

p – zredukowany poziom istotności  
α – stały poziom istotności 0,05  
k – liczba przeprowadzonych testów

W każdym teście brano pod uwagę poziom istotności  $\alpha = 0,05$  oraz zredukowany za pomocą poprawki Bonferonniego nowy poziom  $\alpha$ .

### **5.7 Realizacja badania a pandemia COVID - 19**

Badania prowadzono od marca do listopada 2021 r., w czasie pandemii COVID - 19, w związku z tym, poza czynnościami charakterystycznymi dla standaryzowanych eksperymentów, wdrożono również szereg działań mających na celu minimalizację transmisji wirusa podczas udziału w badaniu stacjonarnym. Czynności te oparto o dokument *Zasady realizacji stacjonarnych badań naukowych z udziałem osób badanych na Wydziale Psychologii i Kognitywistyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu w okresie pandemii COVID-19* (Załącznik 3).

Opis przebiegu procedury badawczej uwzględniający wskazane zasady konsultowano z Dziekanem Wydziału Psychologii i Kognitywistyki UAM w Poznaniu oraz przedłożono w formie pisemnej (Załącznik 4). W grudniu 2020 r. uzyskano zgodę na przeprowadzenie stacjonarnego badania eksperymentalnego na terenie Wydziału Psychologii i Kognitywistyki UAM w Poznaniu. Badani mieli obowiązek posiadania maseczki ochronnej podczas badania, a dodatkowo otrzymywali jednorazowe rękawiczki ochronne. Byli także proszeni o zabranie ze sobą na badanie własnego długopisu.

Po przybyciu na miejsce osoby badane rejestrowały się podając dobrowolnie imię i nazwisko oraz dane kontaktowe. Pracownik uczelni dokonywał pomiaru temperatury ciała, której wartość wpisywano obok danych osoby badanej. Następnie, po wejściu

do laboratorium wypełniano dwa dokumenty: ankietę dla uczestników badań w związku ze stanem epidemicznym (Załącznik 5) oraz oświadczenie o stanie zdrowia (Załącznik 6).

Aby zminimalizować ryzyko gromadzenia się osób pod pomieszczeniem, wyznaczano 60-minutowe przerwy pomiędzy kolejnymi sesjami badawczymi. W tym czasie wietrzono salę oraz dezynfekowano powierzchnie i aparaturę. Podczas badania zachowywano dystans pomiędzy uczestnikiem a eksperymentatorem. Skracano go jedynie w przypadku konieczności podejścia do osoby badanej celem podłączenia aparatury do pomiaru psychofizjologicznego, a po przeprowadzonym badaniu odłączenia jej. Podczas samego badania osoba badana przebywała w laboratorium sama, a eksperymentator przebywał w sąsiednim pomieszczeniu. Gratyfikacja za udział w badaniu, czyli karty podarunkowe do Allegro i Empiku, była przekazywana w formie elektronicznej.

### **5.8 Aspekt etyczny badania**

Na etapie projektowania badania zidentyfikowano kwestie wymagające konsultacji z organem doradczym – Komisją Etyki ds. Projektów Badawczych Wydziału Psychologii i Kognitywistyki UAM. Wynikały one z eksperymentalnego charakteru badania polegającego na wprowadzaniu manipulacji indukującej doświadczenie afektywne o walencji ujemnej. W lipcu 2020 r. projekt badania został pozytywnie zaopiniowany przez Komisję Etyki ds. Projektów Badawczych Wydziału Psychologii i Kognitywistyki UAM.

## Rozdział 6. Wyniki

### 6.1 Weryfikacja założeń wstępnych – powodzenie manipulacji eksperymentalnej

Proces analiz statystycznych uzyskanych wyników rozpoczęto od weryfikacji skuteczności przeprowadzonej manipulacji eksperymentalnej. Manipulację eksperymentalną wprowadzano na samym początku badania. Różnice w natężeniu lęku oceniane były na podstawie dwóch obiektywnych parametrów psychofizjologicznych istotnych z punktu widzenia aktywności sympatycznego układu nerwowego, obecnej podczas doświadczania lęku (Seery, 2011):

1. częstotliwości skurczów serca podawanej w liczbie uderzeń na minutę  
(ang. *heart rate*, HR),
2. okresu przedwyrzutowego lewej komory serca podawanego w milisekundach  
(ang. *preejection-period*, PEP).

Do pomiaru w/w wskaźników zastosowano aparaturę VU-AMS (*The Vrije University Ambulatory Monitoring Systems*) wykorzystującą metodę kardiografii impedancyjnej. Ze względu na zakłócenia techniczne, pojawiające się artefakty, które uniemożliwiły poprawny odczyt danych, a także wyniki przekraczające odchylenie standardowe o wartości 3,29 (Field, 2013) podjęto decyzję o wykluczeniu z bazy danych części wyników. Spośród całej próby przebadanych 149 osób wzięto pod uwagę wyniki od 91 osób (61,07% całej próby) w przypadku oceny HR oraz 88 osób (59,06% całej próby) w przypadku oceny PEP.

Parametry psychofizjologiczne pobierane były w sposób ciągły, jednakże celem uchwycenia zmiany w ich wartościach na pomiar nanoszono markery identyfikujące poszczególne momenty badania. W rezultacie, uzyskano próbkę parametrów psychofizjologicznych z pomiaru spoczynkowego (ang. *baseline*) oraz manipulacji, co w istocie dało informacje z dwukrotnego pomiaru. W pierwszej kolejności zostanie omówiona analiza zmian w kurczliwości serca (HR) wywołanych manipulacją eksperymentalną, a w drugiej analiza okresu przedwyrzutowego lewej komory serca (PEP).

### 6.1.1 Zmiany w kurczliwości serca

Statystyki opisowe wartości uzyskanych z dwóch pomiarów kurczliwości serca zostały przedstawione w Tabeli 6.1. Eksploracja rozkładów wartości z pomiaru pierwszego i drugiego zarówno dla grupy kontrolnej, jak i eksperymentalnej za pomocą testu Shapiro - Wilka wskazała zgodność z rozkładem normalnym.

**Tabela 6.1**

*Statystyki opisowe dla wyników uzyskanych w zakresie kurczliwości serca*

Pomiar	Grupa kontrolna (N = 52)				Grupa eksperymentalna (N=39)			
	Zakres	M	SD	S - W	Zakres	M	SD	S - W
1	63,73 – 110,18	82,83	12,17	0,959	54,85 -106,	82,35	12,42	0,973
2	64,77 – 116,21	86,25	12,85	0,974	60,13-116,98	88,54	12,73	0,982

Weryfikację powodzenia manipulacji eksperymentalnej przeprowadzono z wykorzystaniem analizy wariancji z powtarzanymi pomiarami (ang. *repeated measured analysis of variances*, rmAnova). Za czynnik wewnątrzbiektowy przyjmowano wartości pochodzące z pomiaru spoczynkowego (ang. *baseline*) i wartości pochodzące z pomiaru następującego po wprowadzeniu manipulacji eksperymentalnej. Za czynnik zewnątrzbiektowy przyjęto przynależność do grupy (grupa eksperymentalna *versus* grupa kontrolna).

Analiza różnic wewnątrzbiektowych wykazała istotny efekt dla dwóch wskaźników: zarówno dla różnicy pomiędzy pomiarem pierwszym a drugim oraz dla interakcji przynależności do grupy ze zmianą w wartości pomiarowych. Oznacza to, iż w obydwóch grupach wzrosła częstotliwość skurczów serca po wprowadzonym komunikacie, jednakże w przypadku grupy eksperymentalnej, która otrzymała komunikat wzbudzający lęk wzrost ten był istotnie wyższy niż w grupie kontrolnej.

Wyniki dwuczynnikowej analizy wariancji z powtarzanym pomiarem przeprowadzonej w schemacie: (1) grupa (eksperymentalna, kontrolna) x (2) moment pomiaru (przed manipulacją [*baseline*], w trakcie manipulacji), gdzie zmienną zależną było HR wykazały efekt manipulacji eksperymentalnej  $F(1,89) = 6,669, p < 0,001, \eta^2 = 0,47$ . Udało się również zaobserwować istotną

interakcję pomiędzy przynależnością do grupy badanej a manipulacją eksperymentalną  $F(1, 89) = 6,67, p < 0,05, \eta^2 = 0,70$ .

### 6.1.2 Zmiany w okresie przedwyrzutowym lewej komory

Statystyki opisowe wartości uzyskanych z dwóch pomiarów okresu przedwyrzutowego zostały przedstawione w Tabeli 6.2. Eksploracja rozkładów wartości z pomiaru pierwszego i drugiego zarówno dla grupy kontrolnej, jak i eksperymentalnej za pomocą testu Shapiro - Wilka wskazała, iż wszystkie testowane rozkłady zmiennych odbiegają od rozkładu normalnego.

**Tabela 6.2**

*Statystyki opisowe dla wyników uzyskanych w zakresie okresu przedwyrzutowego*

Pomiar	Grupa kontrolna (N = 50)				Grupa eksperymentalna (N=38)			
	Zakres	M	SD	S-W	Zakres	M	SD	S-W
1	56,51-147,67	107,8	20,1	<b>0,944*</b>	56,51-147,67	107,8	18,9	<b>0,865*</b>
2	51,00-178,00	104,2	24,7	<b>0,943*</b>	49,00-178,00	102,9	23,5	<b>0,869*</b>

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$

Weryfikację powodzenia manipulacji eksperymentalnej na podstawie wskaźnika PEP przeprowadzono z wykorzystaniem analizy wariancji z powtarzаныmi pomiarami (ang. *repeated measured analysis of variances*, rmAnova). Za czynnik wewnątrzobiektywny przyjmowano wartości pochodzące z pomiaru spoczynkowego (ang. *baseline*) i wartości pochodzące z pomiaru następującego po wprowadzeniu manipulacji eksperymentalnej. Za czynnik zewnątrzobiektywny przyjęto przynależność do grupy (grupa eksperymentalna *versus* grupa kontrolna).

Okazało się, iż różnice pomiędzy pierwszym a drugim pomiarem były istotne statystycznie  $F(1,86) = 4,863, p < 0,05, \eta^2 = 0,10$ , przy czym nie zaobserwowano różnic dla interakcji manipulacji eksperymentalnej z warunkiem badawczym  $F(1,86) = 0,410, p > 0,05, \eta^2 = 0,001$ .

W obydwóch grupach zaszła zmiana w okresie przedwyrzutowym, jednakże nie były to różnice istotne statystycznie pomiędzy grupą osób, u których był wzbudzany lęk sytuacyjny (grupa eksperymentalna) i grupą kontrolną. W związku z tym, w tym przypadku z dużą dozą

ostrożności można wskazać jedynie na pewne tendencje, które się ujawniły po wprowadzeniu manipulacji eksperymentalnej.

Pomimo, iż pomiar psychofizjologiczny został przeprowadzony na pełnej próbie badanej, za ledwie część wyników okazała się użyteczna dla weryfikacji postępowania eksperymentalnego, a część wyników wykluczono ze względu na pojawiające się zakłócenia techniczne i artefakty.

Podjęto decyzję o uogólnieniu uzyskanych wniosków dotyczących weryfikacji manipulacji eksperymentalnej na całą próbę badaną. W tym celu przeprowadzono dodatkową analizę porównawczą zestawiającą wyniki uzyskane przez osoby badane, od których udało się pobrać dane psychofizjologiczne i wyniki od tych uczestników, od których nie udało się pobrać danych psychofizjologicznych. Celem tej analizy było wykazanie, iż obydwie grupy: (1) grupa, od której udało się pobrać miarodajne wskaźniki psychofizjologiczne i (2) grupa, od której nie udało się pobrać miarodajnych wskaźników psychofizjologicznych są do siebie podobne pod kątem uzyskanych w badaniu wyników, czyli nie występują między nimi różnice w sferze wykonania zadań poznawczych. W tym celu przeprowadzano analizę porównawczą za pomocą testu istotności różnic. Ze względu na to, iż rozkłady większości zmiennych odbiegały od rozkładu normalnego, podjęto decyzję o przeprowadzeniu analizy za pomocą nieparametrycznego testu Manna – Whitneya bazującego na rangach. Ponieważ test obejmował dziesięć wskaźników, zastosowano poprawkę na wielokrotne testowanie z użyciem testu Bonferoniego. Posłużono się następującym wzorem:

$$\frac{0,05}{10}$$

Nowa wartość zredukowanego poziomu istotności wyniosła 0,005. Przeprowadzone analizy nie wykazały istotnych statystycznie różnic pomiędzy wynikami od dwóch grup: (1) osób, od których udało się pobrać miarodajne wskaźniki psychofizjologiczne i (2) osób, od których nie udało się pobrać miarodajnych wskaźników psychofizjologicznych. Dokładne wyniki przeprowadzonych testów nieparametrycznych prezentuje Tabela 6.3.

**Tabela 6.3**

*Porównanie wskaźników behawioralnych na podstawie obecności pomiaru psychofizjologicznego za pomocą testu Manna – Whitneya*

Wskaźnik	Grupa	N	Średnia ranga	U	Z	p
PPT – trafność	Pomiar psychofizjologiczny	72	55,24	1098,5	- 0,854	0,393
	Brak pomiaru psychofizjologicznego	34	49,81			
PPT - efektywność	Pomiar psychofizjologiczny	72	54,01	1187,00	- 0,250	0,802
	Brak pomiaru psychofizjologicznego	34	52,41			
MRT – L – trafność dla bodźców prostych	Pomiar psychofizjologiczny	77	63,19	1679,50	- 0,479	0,632
	Brak pomiaru psychofizjologicznego	46	60,01			
MRT – L – efektywność dla bodźców prostych	Pomiar psychofizjologiczny	77	60,98	1692,50	- 0,410	0,682
	Brak pomiaru psychofizjologicznego	46	63,71			
MRT – L – trafność dla bodźców lustrzanych	Pomiar psychofizjologiczny	77	59,92	1611,00	- 0,839	0,402
	Brak pomiaru psychofizjologicznego	46	65,48			
MRT – L – efektywność dla bodźców lustrzanych	Pomiar psychofizjologiczny	77	61,81	1756,00	- 0,078	0,938
	Brak pomiaru psychofizjologicznego	46	62,23			
MRT – F – trafność względna	Pomiar psychofizjologiczny	78	63,56	1711,50	- 0,427	-0,008
	Brak pomiaru psychofizjologicznego	46	60,71			
MRT – F – trafność całkowita	Pomiar psychofizjologiczny	78	62,52	1792,50	0,669	0,994
	Brak pomiaru psychofizjologicznego	46	62,47			
MRT – F – efektywność względna	Pomiar psychofizjologiczny	78	64,24	1658,00	- 0,703	0,482
	Brak pomiaru psychofizjologicznego	46	59,54			
MRT – F – efektywność całkowita	Pomiar psychofizjologiczny	78	63,35	1728,00	- 0,341	0,733
	Brak pomiaru psychofizjologicznego	46	61,07			

p = 0,05; p = 0,005

### 6.1.3 Podsumowanie przeprowadzonej manipulacji eksperymentalnej

W eksperymencie zastosowano popularną metodę wzbudzania lęku w paradygmacie przygotowania wystąpienia na zadany wcześniej temat (Wager 2009a, Wager 2009b). Dane z obszaru psychofizjologii wskazują, iż w obydwóch grupach doszło do zmiany w pracy układu współczulnego. Istotnie statystycznie okazały się zmiany (wzrost) w kurczliwości serca w przypadku grupy eksperymentalnej, u której wzbudzono lęk. W grupie eksperymentalnej zaobserwowano również zakładaną zmianę (niższe wyniki zarówno w porównaniu z pomiarem wyjściowym, jak i porównaniu z grupą kontrolną) dla okresu przedwyrzutowego lewej komory serca, jednakże zmiana okazała się być nieistotna statystycznie. Powodem może być niedostateczna liczba osób badanych, ponieważ z tego wskaźnika z tytułu błędów pomiaru aparaturowego nie udało się zebrać satysfakcjonującej liczby danych psychofizjologicznych. Zbiorcze podsumowanie założeń sformułowanych odnośnie powodzenia manipulacji eksperymentalnej przedstawiono w Tabeli 6.4.

**Tabela 6.4**

*Podsumowanie założeń wstępnych dotyczących powodzenia manipulacji eksperymentalnej*

Założenie	Obserwacja
Wprowadzenie manipulacji eksperymentalnej powoduje wzrost HR	Potwierdzono, uzyskano istotny statystycznie efekt.
Wprowadzenie manipulacji eksperymentalnej powoduje spadek PEP	Potwierdzono, ale nie uzyskano istotnego statystycznie efektu.

## 6.2 Opis statystyczny zmiennych

W pierwszej kolejności zostaną omówione statystyki opisowe dla zmiennej niezależnej *pamięć robocza* oraz dla zmiennych zależnych dotyczących funkcjonowania wyobraźni przestrzennej – trafności i efektywności *transformacji ego-* i *allocentrycznych*.

### 6.2.1 Pojemność pamięci roboczej

Zmienną niezależną w badaniu jest funkcjonowanie pamięci roboczej mierzone zadaniem OSPAN. Analizując wyniki uzyskane w tym zadaniu, zgodnie z zaleceniami autorów zadania

należy odrzucać te, w których poprawność zadań arytmetycznych jest niższa niż 85% (Unsworth i in., 2005). Pozwala to na kontrolę sytuacji, w której osoba badana mogłaby przyjąć strategię zapamiętywania liter z pominięciem wykonywania zadań arytmetycznych. W przeprowadzonym badaniu wyniki < 85% uzyskało 25 osób (16,7 %) i wyniki te zostały wykluczone z dalszych analiz. Podstawowe statystyki opisowe zostały ukazane w Tabeli 6.5. Przeprowadzona analiza rozkładu wartości za pomocą testu Shapiro - Wilka wykazała, iż nie jest on zgodny z rozkładem normalnym.

**Tabela 6.5**

*Statystyki opisowe dla pamięci roboczej mierzonej zadaniem Ospan*

Zmienna	Zakres	M	SD	S - W	df	P
Wynik Ospan	12-68	46,65	13,84	0,964	124	0,002

Ilustracja rozkładu wyników dla pamięci roboczej znajduje się na Wykresie 1.1 w Załączniku 17.

### 6.2.2 Wyobraźnia przestrzenna

W tym miejscu zostaną przedstawione statystyki opisowe dla zmiennych zależnych odnoszących się do funkcjonowania wyobraźni przestrzennej. Wyobraźnię przestrzenną mierzono w dwóch aspektach:

1. transformacji egocentrycznych, czyli orientacji przestrzennej badanej Testem Przyjmowania Perspektywy
2. transformacji egocentrycznych, czyli wizualizacji przestrzennej, którą zbadano w dwóch zadaniach na rotacje mentalne:
  - i. wersja z literami dwuwymiarowymi
  - ii. wersja z figurami trójwymiarowymi.

W pierwszej kolejności zostaną zaprezentowane podstawowe statystyki opisowe dla transformacji egocentrycznych.

### 6.2.2.1 Transformacje egocentryczne

Do pomiaru orientacji przestrzennej w odniesieniu do transformacji egocentrycznych użyto komputerowej wersji narzędzia *Test Przyjmowania Perspektywy* (ang. *Perspective Taking Test*, PTT). Ze względu na zakłócenia techniczne i braki w danych dalsze analizy tej zmiennej przebiegały na próbie 109 wyników.

Uwzględniono następujące wskaźniki:

1. trafność rozumiana jako procent poprawnych odpowiedzi
2. efektywność rozumiana jako proporcja trafności do czasu reakcji

W związku z tym, zgodnie z postulatami Teorii Kontroli Uwagowej, posłużono się wzorem:

$$\text{ś} = \frac{\text{ś}}{\text{ś}}$$

Podstawowe statystyki opisowe dla wykonania Testu Przyjmowania Perspektywy ukazują Tabela 6.6.

**Tabela 6.6**

*Statystyki opisowe dla transformacji egocentrycznych mierzonych Testem Przyjmowania Perspektywy*

Wskaźniki	Grupa	Zakres	M	SD	S-W	df	p
PTT – trafność	Ogółem (N = 109)	29–90	70,50	12,78	0,914	109	< 0,001
	Eksperymentalna (n = 56)	29–90	67,84	13,43	0,913	56	< 0,001
	Kontrolna (n = 53)	37–86	73,31	11,52	0,900	53	< 0,001
PTT - efektywność	Ogółem (N = 109)	0,0019 – 0,0117	0,0062	0,0021	0,971	109	0,019
	Eksperymentalna (n = 56)	0,0019 – 0,0103	0,0058	0,0019	0,974	56	0,255
	Kontrolna (n = 53)	0,0020 – 0,0117	0,0064	0,0022	0,947	53	0,021

Na podstawie średnich uzyskanych wyników w zakresie trafności, jak i efektywności można zauważyć subtelne różnice na korzyść grupy kontrolnej. Przypatrując się wynikom testu Shapiro – Wilka można wskazać, iż jedynie wyniki uzyskane we wskaźniku efektywności wykonywanego

zadania przyjęły rozkład normalny, a pozostałe rozkłady wartości odbiegają od rozkładu normalnego. Histogramy dla wyników uzyskanych w całej próbie, w grupie eksperymentalnej oraz kontrolnej w odniesieniu do trafności i efektywności badanych zmiennych prezentują Wykresy 1.2 – 1.7 w Załączniku 17.

### **6.2.2.2 Transformacje allocentryczne**

Aspekt transformacji allocentrycznych funkcjonowania wyobraźni przestrzennej odnosi się do wizualizacji przestrzennej i był mierzony dwoma zadaniami realizowanymi w paradygmacie rotacji mentalnych. W pierwszej kolejności zostaną omówione wskaźniki pochodzące z zadania w wersji z dwuwymiarowymi literami.

#### **6.2.2.2.1 Test Rotacji Mentalnych – wersja literowa**

W zadaniu na rotacje mentalne – wersja literowa uzyskano wyniki od 124 osób, jedna kże jeden wynik został odrzucony ze względu na zakłócenia techniczne. W wersji literowej uwzględniono następujące wskaźniki, odnoszące się do skuteczności i efektywności wykonania zadania:

1. trafność dla bodźców lustrzanych
2. trafność dla bodźców prostych
3. efektywność dla bodźców lustrzanych
4. efektywność dla bodźców prostych

Wskaźniki odnoszące się do trafności informują o liczbie poprawnie udzielonych odpowiedzi wyrażanej w procentach, a wskaźniki dotyczące efektywności informują o wysiłku włożonym w wykonane zadanie operacjonalizowanym jako proporcja trafności do średniego czasu reakcji poprawnych na bodźce. W związku z tym, opracowano wzór na efektywność wykonywania prób z bodźcami prostymi oraz lustrzanymi:

$$\text{ś} = \frac{\text{ś}}{\text{ś}}$$

Podstawowe statystyki opisowe dla wykonania tego zadania zostały zaprezentowane w Tabeli 6.7. Z ukazanych wartości wynika, iż ogólna średnia trafność wykonywanego zadania była wyższa w przypadku bodźców prostych w porównaniu z bodźcami lustrzanymi. Przypatrując się średniej trafności wykonania zadania odrębnie przez grupę eksperymentalną i grupę kontrolną można dostrzec subtelne różnice w wykonaniu zadania. W przypadku bodźców prostych grupa eksperymentalna uzyskała średnio wyższy wynik niż grupa kontrolna, a w przypadku bodźców lustrzanych jest na odwrót.

Jeżeli chodzi o efektywność wykonania zadania, ogólna średnia efektywność była wyższa w przypadku bodźców prostych aniżeli bodźców lustrzanych. Zarówno w przypadku efektywności dla bodźców prostych, jak i lustrzanych, zaobserwowano średnie niższe wartości uzyskiwane w grupie eksperymentalnej.

**Tabela 6.7**

*Statystyki opisowe dla transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej*

Wskaźniki	Grupa	Zakres	M	SD	S-W	df	p
MRT-L:	Ogółem (N = 128)	53 – 100	88,26	9,46	0,924	128	< 0,001
trafność dla	Eksperymentalna	60 – 100	88,73	9,39	0,913	62	< 0,001
bodźców	(n = 62)						
prostych	Kontrolna (n = 66)	53 – 100	87,82	9,58	0,927	66	< 0,001
MRT-L:	Ogółem (N = 128)	58 – 100	87,77	10,06	0,883	128	< 0,001
trafność dla	Eksperymentalna	58 – 100	87,35	10,66	0,874	62	< 0,001
bodźców	(n = 62)						
lustrzanych	Kontrolna (n = 66)	62 – 100	88,17	9,52	0,888	66	< 0,001
MRT-L:	Ogółem (N = 128)	0,04 – 0,19	0,092	0,027	0,978	128	0,038
efektywność	Eksperymentalna	0,04 – 0,19	0,0917	0,028	0,964	62	0,063
dla bodźców	(n = 62)						
prostych	Kontrolna (n = 66)	0,04 – 0,17	0,0920	0,027	0,972	66	0,142
MRT-L:	Ogółem (N = 128)	0,03 – 0,14	0,073	0,023	0,984	128	0,126
efektywność	Eksperymentalna	0,03 – 0,14	0,0725	0,026	0,974	62	0,200
dla bodźców	(n = 62)						
lustrzanych	Kontrolna (n = 66)	0,03 – 0,12	0,0735	0,022	0,981	66	0,419

Przetestowano normalność rozkładów za pomocą testu Shapiro – Wilka. W pierwszej kolejności wykonano testy dla całej próby (N = 128) dla zmiennych dotyczących trafności

i efektywności. W przypadku rozkładów dotyczących trafności nie odnotowano zgodności z rozkładem normalnym. Jeżeli chodzi o efektywność, rozkład wyników dla bodźców prostych również odstawał od rozkładu normalnego, a dla bodźców lustrzanych okazał się być zgodny z rozkładem normalnym. Następnie, przetestowano normalność rozkładów za pomocą testu Shapiro – Wilka dla wartości uzyskiwanych w poszczególnych grupach. W przypadku trafności nie odnotowano zgodności z rozkładem normalnym w żadnej grupie. W przypadku efektywności, rozkłady wartości okazały się być zgodne z rozkładem normalnym zarówno w przypadku grupy kontrolnej, jak i eksperymentalnej. Histogramy dla wszystkich omówionych wskaźników zostały zaprezentowane na Wykresach 1.8 – 1.19, które znajdują się w Załączniku 17.

#### **6.2.2.2.2 Test Rotacji Mentalnych – wersja figurowa**

Drugim zadaniem, którym badano funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej w zakresie wizualizacji przestrzennej był Test Rotacji Mentalnych w wersji figurowej. Pierwotnie uwzględniano następujące wskaźniki:

1. trafność udzielanych odpowiedzi
2. efektywność udzielanych odpowiedzi

Wstępna eksploracja danych wykazała, iż wielu uczestników badania nie zdążyło udzielić odpowiedzi na czas, w związku z czym trafność wykonywanego zadania była niska. Podjęto decyzję o wprowadzeniu dodatkowego, „łagodniejszego” wskaźnika, który odwołuje się do trafności odpowiedzi nie w odniesieniu do wszystkich bodźców, które zostały zaprezentowane, a w odniesieniu do tych, na które uczestnik badania zdążył odpowiedzieć. Wskaźnik ten nazwano na potrzebę dalszych analiz „trafnością względną”. Z kolei „restrykcyjny” wskaźnik, który uwzględnia próby, na które uczestnik badania nie zdążył zareagować, nazwano „trafnością całkowitą”. Konsekwentnie, również efektywność wykonywanego zadania ujęto na podstawie dwóch wskaźników. W związku z tym, w przypadku Testu Rotacji Mentalnych – wersji figurowej, oparto się na następujących wskaźnikach:

1. wskaźniku „łagodnym”: trafności względnej, rozumianej jako proporcja liczby prawidłowych odpowiedzi do liczby wszystkich odpowiedzi, które uczestnik badania zdążył udzielić, zgodnie z poniższym wzorem:

$$\epsilon = \frac{h}{n}$$

2. wskaźniku „restrykcyjnym”: trafności całkowitej, rozumianej jako proporcja liczby prawidłowych odpowiedzi do liczby wszystkich prób, zgodnie z poniższym wzorem:

$$\epsilon_t = \frac{h}{n}$$

3. wskaźniku „łagodnym”: efektywności względnej, rozumianej jako proporcja trafności względnej do czasu reakcji udzielanych poprawnych odpowiedzi, zgodnie z poniższym wzorem:

$$\epsilon = \frac{h}{\sum_{k=1}^n t_k}$$

4. wskaźniku „restrykcyjnym”: efektywności całkowitej, rozumianej jako proporcja trafności całkowitej do czasu reakcji udzielanych poprawnych odpowiedzi, zgodnie z poniższym wzorem:

$$\epsilon_t = \frac{h}{\sum_{k=1}^n t_k}$$

Statystyki opisowe dla powyżej opisanych wskaźników prezentuje Tabela 6.8.

**Tabela 6.8**

*Statystyki opisowe dla transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej*

Wskaźniki	Grupa	Zakres	M	SD	S-W	df	p
MRT – F : trafność	Ogółem (N = 129)	14–90	54,29	16,79	0,99	129	0,20
względna	Eksperymentalna (n = 63 )	14–90	53,33	18,64	0,98	63	0,37
	Kontrolna (n = 66 )	21–84	55,21	14,89	0,98	66	0,41
MRT – F : trafność	Ogółem (N = 129)	7–79	46,00	15,21	0,98	129	0,13
całkowita	Eksperymentalna (n = 63)	8–79	46,00	17,55	0,98	63	0,29
	Kontrolna (n = 66 )	21–71	46,00	12,69	0,97	66	0,07
MRT–F:	Ogółem (N = 129)	0,0023–0,0175	0,0092	0,0031	0,98	129	0,15
efektywność	Eksperymentalna	0,0023–0162	0,0089	0,0035	0,97	63	0,19
względna	(n = 63)						
	Kontrolna (n = 66)	0,0036–0,0175	0,0093	0,0029	0,98	66	0,43
MRT–F:	Ogółem (N = 129)	0,0013–0,0167	0,0078	0,0031	0,98	129	0,07
efektywność	Eksperymentalna (n = 63)	0,0013–0,0153	0,0077	0,0034	0,98	63	0,32
całkowita	Kontrolna (n = 66)	0,0036–0,0167	0,0078	0,0027	0,960	66	0,03

Jak wynika z podstawowych statystyk opisowych, w większości przypadków uczestnicy badania należący do grupy kontrolnej uzyskiwali średnio wyższe wyniki w odniesieniu do trafności i efektywności niż uczestnicy należący do grupy eksperymentalnej. Analiza normalności rozkładów za pomocą testu Shapiro – Wilka w odniesieniu do ogólnych wyników bez podziału na grupy wykazała zgodność z rozkładem normalnym w przypadku wszystkich eksplorowanych wskaźników. Obserwacja wyników w podziale na grupę kontrolną i eksperymentalną wykazała zgodność z rozkładem normalnym w przypadku wszystkich wskaźników w obu grupach poza wskaźnikiem efektywności całkowitej – w tym przypadku w grupie kontrolnej rozkład wyników odbiegał od normalnego. Histogramy dla wszystkich omówionych wskaźników zostały zaprezentowane na Wykresach 1.20 – 1.31 w Załączniku 17.

### 6.3 Związki pomiędzy wskaźnikami miar behawioralnych

Dla wszystkich wskaźników funkcjonowania wyobraźni przestrzennej oraz pamięci roboczej w całej próbie, grupie kontrolnej i eksperymentalnej obliczono współczynniki korelacji *rho* Spearmana oraz *r* Pearsona.

### **6.3.1 Korelacje pomiędzy wskaźnikami uzyskanymi całej próbie**

W pierwszej kolejności przeprowadzono analizę korelacji dla wskaźników zmiennych w całej próbie, bez podziału na grupę kontrolną i eksperymentalną (Tabela 1.9). Najsilniejsze związki pomiędzy zmiennymi zaobserwowano w przypadku wskaźników Testu Rotacji Mentalnych w wersji figurowej oraz wskaźników Testu Rotacji Mentalnych w wersji literowej. Wskaźniki tych testów na poziomie od umiarkowanego do niskiego korelowały z jednym wskaźnikiem wykonania Testu Przyjmowania Perspektywy – efektywnością. Odnotowano brak lub słabe związki pomiędzy pojemnością pamięci roboczej a wskaźnikami wykonania pozostałych zadań.

### **6.3.2 Korelacje pomiędzy wskaźnikami uzyskanymi całej próbie**

W przypadku grupy eksperymentalnej (Tabela 6.10) najsilniejsze związki zaobserwowano pomiędzy wskaźnikami wykonania Testu Rotacji Mentalnych w wersji figurowej oraz od silnych do umiarkowanych pomiędzy wskaźnikami wykonania Testu Rotacji Mentalnych w wersji literowej. Nie odnotowano związków dla wskaźników wykonania obu tych zadań. Wskaźnik transformacji egocentrycznych – trafność koreluje w małym stopniu tylko z jednym wskaźnikiem - z efektywnością tych transformacji. Z kolei efektywność pozostaje w słabym związku z większością badanych wskaźników. Pojemność pamięci roboczej koreluje w niewielkim stopniu z kilkoma wskaźnikami transformacji allocentrycznych.

### **6.3.3 Korelacje pomiędzy wskaźnikami uzyskanymi całej próbie**

W grupie kontrolnej (Tabela 6.11) najsilniejsze korelacje odnotowano dla poszczególnych wskaźników mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej. Wskaźniki transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej korelują ze sobą w stopniu od bardzo dużego do niewielkiego, przy czym najsilniejsze korelacje odnotowano dla związku wskaźników trafności odpowiadania na bodźce proste i lustrzane oraz pomiędzy efektywnością udzielania odpowiedzi na bodźce proste i lustrzane. W przypadku transformacji egocentrycznych odnotowano silny związek pomiędzy trafnością a efektywnością

udzielanych odpowiedzi w Teście Przyjmowania Perspektywy. Z kolei pojemność pamięci roboczej mierzona zadaniem Ospan w niewielkim stopniu koreluje tylko z jednym wskaźnikiem – trafnością udzielanych odpowiedzi na bodźce proste w Teście Rotacji Mentalnych w wersji literowej.

**Tabela 6.9***Korelacje międzyzmiennymi w całej próbie badanej*

Zmienna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. PPT – trafność										
2. PPT – efektywność	0,49**									
3. MRT-L: trafność dla bodźców prostych	0,21*	0,09								
4. MRT-L: trafność dla bodźców lustrzanych	0,03	- 0,02	0,84**							
5. MRT-L: efektywność dla bodźców prostych	0,09	0,23*	0,48**	0,45**						
6. MRT-L: efektywność dla bodźców lustrzanych	0,04	0,23**	0,34**	0,56**	0,81**					
7. MRT – F : trafność względna	0,11	0,37**	0,11	0,05	0,13	0,14				
8. MRT – F : trafność całkowita	- 0,01	0,36**	0,08	0,06	0,13	0,16	0,94**			
9. MRT – F : efektywność względna	0,02	0,44 **	0,01	0,01	0,16	0,21*	0,88**	0,92**		
10. MRT – F : efektywność całkowita	- 0,08	0,39**	- 0,02	0,02	0,15	0,22*	0,80**	0,91**	0,96**	
11. OSPAN	0,04	0,19	0,24**	0,03	0,15	- 0,02	0,23**	0,19*	0,18*	0,13

\*p &lt; 0,05; \*\*p &lt; 0,01

**Tabela 6.10***Korelacje międzyzmiennymi w grupie eksperymentalnej*

Zmienna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. PPT – trafność										
2. PPT – efektywność	0,30*									
3. MRT-L: trafność dla bodźców prostych	0,20	0,28*								
4. MRT-L: trafność dla bodźców lustrzanych	0,01	- 0,04	0,38**							
5. MRT-L: efektywność dla bodźców prostych	- 0,20	0,30*	0,45**	0,41**						
6. MRT-L: efektywność dla bodźców lustrzanych	- 0,22	0,32*	0,31*	0,61**	0,82**					
7. MRT – F : trafność względna	0,03	0,40**	0,04	- 0,02	0,46**	0,20				
8. MRT – F : trafność całkowita	- 0,04	0,38**	0,03	0,04	0,42**	0,25	0,96**			
9. MRT – F : efektywność względna	- 0,06	0,44**	- 0,01	- 0,05	0,11	0,20	0,93**	0,94**		
10. MRT – F : efektywność całkowita	- 0,13	0,40**	0,01	0,01	0,11	0,25	0,87**	0,94**	0,97**	
11. OSPAN	0,14	0,33*	0,15	- 0,09	0,22	-0,02	0,24	0,18	0,30	0,17

\*p &lt; 0,05; \*\*p &lt; 0,01

**Tabela 6.11***Korelacje międzyzmiennymi w grupie kontrolnej*

Zmienna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. PPT - trafność										
2. PPT - efektywność	0,62**									
3. MRT-L: trafność dla bodźców prostych	0,29*	0,10								
4. MRT-L: trafność dla bodźców lustrzanych	0,08	- 0,04	0,37**							
5. MRT-L: efektywność dla bodźców prostych	0,40**	0,24	0,63**	0,46**						
6. MRT-L: efektywność dla bodźców lustrzanych	0,34*	0,25	0,39**	0,53**	0,78**					
7. MRT – F : trafność względna	0,16	0,36**	0,16	0,14	0,24	0,14				
8. MRT – F : trafność całkowita	0,03	0,38**	0,13	0,09	0,07	0,12	0,93**			
9. MRT – F : efektywność względna	0,07	0,43**	- 0,01	0,07	0,11	0,21	0,84**	0,90**		
10. MRT – F : efektywność całkowita	- 0,02	0,41**	- 0,04	0,02	0,19	0,172	0,71**	0,87**	0,94**	
11. OSPAN	- 0,03	0,10	0,29*	0,12	0,09	- 0,01	0,24	0,30	0,15	0,12

\*p &lt; 0,05; \*\*p &lt; 0,01

## **6.4 Weryfikacja hipotez badawczych: wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na wyobraźnię przestrzenną**

Kolejnym krokiem analizy było udzielenie odpowiedzi na pytania badawcze związane z wpływem wzbudzonego lęku sytuacyjnego na wyobraźnię przestrzenną. W tym celu zastosowano testy istotności różnic dla grup niezależnych, bazujące na średnich wartościach uzyskiwanych przez zmienne zależne w przypadku testów parametrycznych oraz na średnich rangach w przypadku testów nieparametrycznych. Porównywano średnie wyniki uzyskane w grupie eksperymentalnej, w której wzbudzano lęk i w grupie kontrolnej, w której nie wzbudzano lęku. Dla każdego wskaźnika przeprowadzono oddzielną analizę.

Hipotezę dotyczącą wpływu lęku sytuacyjnego na wyobraźnię przestrzenną testowano za pomocą wskaźników pochodzących z trzech wykonywanych zadań, co w istocie dało 9 wskaźników wykonania zadań angażujących wyobraźnię przestrzenną. W takiej sytuacji dodatkowo zastosowano tzw. poprawkę na wielokrotne testowanie. Skorzystano z konserwatywnego wskaźnika Bonferonniego, który polega na redukcji poziomu istotności poprzez podzielenie przyjętego poziomu alfa przez liczbę wykonywanych testów. Posłużono się następującym wzorem:

$$\frac{0,05}{9}$$

Nowa wartość zredukowanego poziomu istotności wyniosła 0,005 i ten poziom brano pod uwagę w przeprowadzanych testach istotności różnic.

### **6.4.1 Wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na trafność transformacji egocentrycznych**

W pierwszej kolejności zbadano podatność transformacji egocentrycznych na oddziaływanie wzbudzonego lęku sytuacyjnego w odniesieniu do trafności wykonywania Testu Przyjmowania Perspektywy. Przeprowadzone testy Shapiro – Wilka wykazały, iż jedynie rozkład wartości dla wskaźnika efektywność w grupie eksperymentalnej był zgodny z rozkładem normalnym,

a reszta rozkładów wartości przyjmowanych przez tę zmienną zależną nie była zgodna z rozkładem normalnym. W związku z tym, podjęto decyzję o przeprowadzeniu nieparametrycznego testu Manna – Whitneya bazującego na średnich rangach (Tabela 6.12).

**Tabela 6.12**

*Różnice w zakresie trafności transformacji egocentrycznych pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną mierzone testem Manna – Whitneya*

Wskaźnik	Grupa	N	Średnia ranga	U	Z	p
PPT – trafność	Kontrolna	53	62,42	1091	- 2,397	0,017
	Eksperymentalna	56	47,98			

Jeżeli wziąć pod uwagę standardowy poziom istotności o wartości 0,05, transformacje egocentryczne w odniesieniu do trafności okazały się podatne na oddziaływanie wzbudzonego lęku sytuacyjnego. Osoby należące do grupy kontrolnej, w której nie wzbudzano lęku sytuacyjnego uzyskiwały wyższą trafność w Teście Przyjmowania Perspektywy niż osoby, u których wzbudzano lęk sytuacyjny. W dalszej kolejności sprawdzono siłę efektu dla obserwowanych zależności. Posłużono się współczynnikiem  $r$  przyjmującym wartości od 0 do 1. Wartość współczynnika  $r$  obliczono za pomocą wzoru:

$$r = \frac{U - \frac{n_1(n_1+1)}{2}}{n_1 n_2}$$

Uzyskana wartość współczynnika  $r$  wyniosła 0,23, co oznacza niewielką siłę efektu. Jednakże, uwzględnienie poprawki na wielokrotne testowanie doprowadziło do przeciwnej konkluzji – poziom  $p$  przekracza nową, zredukowaną wartość 0,005, co oznacza, iż nie ma do czynienia z istotnym efektem statystycznym ( $p > 0,005$ ). Poprawka Bonferonniego jest metodą konserwatywną mającą minimalizować ryzyko wyników fałszywie pozytywnych, przez co z reguły trudniej jest uzyskać wyniki istotne statystycznie. Jednakże, wskaźnik siły efektu pozostaje na niskim poziomie, co jest spójne z obserwacjami płynącymi z zastosowania poprawki na wielokrotne testowanie.

Prowadzi to do wniosku, iż lęk sytuacyjny obniża trafność transformacji i egocentrycznych mierzonych Testem Przyjmowania Perspektywy, jednakże nie są to różnice istotne statystycznie, jeżeli i brać pod uwagę miarę siły efektu oraz poprawkę na wielokrotne testowanie.

#### 6.4.2 Wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na efektywność transformacji egocentrycznych

Następnie sprawdzono, czy drugi aspekt wykonywania Testu Przyjmowania Perspektywy – efektywność jest podatna na oddziaływanie wzbudzonego lęku sytuacyjnego. Przypomnijmy, iż efektywność odnosi się do proporcji trafności do czasu reakcji rozumianego w kategoriach wysiłku włożonego w zadanie. Ponieważ rozkłady wartości przyjmowanych przez tę zmienną zależną odbiegały od rozkładów normalnych, podjęto decyzję o zastosowaniu nieparametrycznego testu istotności różnic Manna – Whitneya. Wyniki prezentuje Tabela 6.13.

**Tabela 6.13**

*Różnice w zakresie efektywności transformacji egocentrycznych pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną mierzone testem Manna – Whitneya.*

Wskaźnik	Grupa	N	Średnia ranga	U	Z	p
PPT – efektywność	Kontrolna	53	59,62	1239,00	-1,485	0,137
	Eksperymentalna	56	50,63			

Na podstawie przeprowadzonego nieparametrycznego testu Manna – Whitneya nie odnotowano istotnych statystycznie różnic w zakresie efektywności pomiędzy grupą, w której wzbudzano lęk sytuacyjny i grupą, w której nie wzbudzano lęku. Oznacza to, iż wskaźnik wykonania zadania odnoszący się do efektywności okazał się być niepodatny na oddziaływanie wzbudzonego lęku sytuacyjnego.

### 6.4.3 Wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na trafność transformacji allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców prostych

Kolejna hipoteza badawcza dotyczyła drugiego aspektu wyobraźni przestrzennej – transformacji allocentrycznych. Transformacje te mierzono za pomocą dwóch testów w paradygmacie rotacji mentalnych, jednego w wersji literowej i drugiego w wersji figurowej. W pierwszej kolejności przyjrano się wykonaniu Testu Rotacji Mentalnych w wersji literowej pod wpływem wzbudzonego lęku sytuacyjnego. Wzięto pod uwagę trafność dla bodźców prostych. Jak wykazano wcześniej, rozkłady wartości tej zmiennej odbiegały od rozkładu normalnego. Podjęto decyzję o przeprowadzeniu nieparametrycznego testu Manna – Whitneya (Tabela 6.14).

**Tabela 6.14**

*Różnice w zakresie trafności transformacji allocentrycznych dla bodźców prostych w Teście Rotacji Mentalnych – wersji literowej pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną mierzone testem Manna – Whitneya.*

Wskaźnik	Grupa	N	Średnia ranga	U	Z	p
MRT – L: trafność dla bodźców prostych	Kontrolna	66	62,54	1916,50	-0,619	0,536
	Eksperymentalna	62	66,59			

Nie odnotowano istotnych statystycznie różnic w zakresie trafności udzielania odpowiedzi na bodźce proste pomiędzy grupą eksperymentalną, a grupą kontrolną.

### 6.4.4 Wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na efektywność transformacji allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców prostych

Następnie zweryfikowano podatności transformacji allocentrycznych na oddziaływanie lęku w odniesieniu do efektywności wykonywanego zadania. Przypomnijmy, iż efektywność wykonania zadania dotyczyła proporcji trafności do czasu reakcji na bodźce. Ponieważ rozkłady wartości przyjmowanych przez zmienną były zgodne z rozkładem normalnym, podjęto decyzję

o przeprowadzeniu testu istotności różnic za pomocą testu t - Studenta dla grup niezależnych.

Za czynnik różnicujący grupy przyjęto warunek badawczy.

**Tabela 6.15**

*Różnice w zakresie efektywności transformacji allocentrycznych dla bodźców prostych w Teście Rotacji Mentalnych – wersji literowej pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną mierzone testem t-Studenta.*

Wskaźnik	Grupa eksperymentalna		Grupa kontrolna		t(126)	p
	M	SD	M	SD		
	MRT – L: efektywność dla bodźców prostych	0,092	0,03	0,092		

Przeprowadzona analiza wykazała brak istotnych różnic w efektywności wykonywania Testu Rotacji Mentalnych w wersji literowej w odniesieniu do bodźców prostych pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną (Tabela 6.15). Wzbudzony lęk sytuacyjny nie wpłynął na ten parametr wykonywanego zadania.

#### **6.4.5 Wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na trafność transformacji allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców lustrzanych**

W Teście Rotacji Mentalnych w wersji literowej badanym prezentowano także bodźce w odbiciu lustrzanym. Sprawdzono, czy wzbudzony lęk sytuacyjny wpływa na trafność udzielania odpowiedzi na ten typ bodźców. Przeprowadzone wcześniej testy Shapiro – Wilka wykazały, iż rozkłady wartości zmiennej zależnej dotyczącej trafności udzielanych odpowiedzi na bodźce lustrzane odbiegają od rozkładów normalnych. Podjęto decyzję o przeprowadzeniu nieparametrycznego testu Manna-Whitneya dla prób niezależnych opierającego się na średnich rangach uzyskanych w grupie kontrolnej i eksperymentalnej. Wyniki prezentuje Tabela 6.16.

**Tabela 6.16**

*Różnice w zakresie trafności transformacji allocentrycznych dla bodźców lustrzanych w Teście Rotacji Mentalnych – wersji literowej pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną mierzone testem Manna – Whitneya.*

Wskaźnik	Grupa	N	Średnia ranga	U	Z	p
MRT – L: trafność dla bodźców prostych	Kontrolna	66	65,07	2008,50	- 0,179	0,858
	Eksperymentalna	62	63,90			

Przeprowadzona analiza nie wykazała wpływu wzbudzonego lęku sytuacyjnego na trafność udzielanych odpowiedzi dla bodźców lustrzanych. Nie odnotowano różnic w trafności pomiędzy grupą eksperymentalną a kontrolną.

#### 6.4.6 Wpływ wzbudzonego lęku sytuacyjnego na efektywność transformacji allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców lustrzanych

Następnie wzięto pod uwagę wskaźnik efektywności udzielanych odpowiedzi dla bodźców lustrzanych. Ponieważ przeprowadzone testy Shapiro – Wilka wykazały zgodność rozkładów wartości uzyskiwanych przez tę zmienną z rozkładem normalnym, podjęto decyzję o wykonaniu parametrycznego testu t – Studenta.

**Tabela 6.17**

*Różnice w zakresie efektywności transformacji allocentrycznych dla bodźców lustrzanych w Teście Rotacji Mentalnych – wersji literowej pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną mierzone testem t-Studenta*

Wskaźnik	Grupa eksperymentalna		Grupa kontrolna		t(126)	p
	M	SD	M	SD		
	MRT – L: efektywność dla bodźców lustrzanych	0,073	0,025	0,073		

Przeprowadzona analiza nie wykazała różnic pod kątem efektywności udzielanych odpowiedzi na bodźce lustrzane. Wzbudzony sytuacyjnie lęk nie wpłynął na ten parametr wykonywania zadania (Tabela 6.17).

## **6.5 Weryfikacja hipotez badawczych: moderująca rola pamięci roboczej w relacji lęk sytuacyjny – wyobrażenia przestrzenne**

Weryfikację hipotez odnoszących się do moderującej roli pamięci roboczej w badanej relacji przeprowadzono za pomocą hierarchicznej analizy regresji ze składnikiem interakcyjnym. Wybór ten uzasadnia charakter badanych zmiennych – tam, gdzie minimum jedna zmienna ma charakter ilościowy, rekomendowana jest ta metoda analizy statystycznej (Bedyńska i Książek, 2012). W przeprowadzonych analizach regresji szukano efektów dla czynników interakcyjnych, które zostały utworzone z dwóch zmiennych: wzbudzonego lęku sytuacyjnego oraz pamięci roboczej. W ten sposób testowano, czy pamięć robocza może pełnić rolę moderatora w funkcjonowaniu wyobraźni przestrzennej pod wpływem wzbudzonego lęku sytuacyjnego.

Ponieważ brano pod uwagę dziewięć wskaźników wykonywanych zadań, posłużono się poprawką na wielokrotne testowanie. Skorzystano z konserwatywnego testu Bonferonniego polegającego na podzieleniu przyjętego poziomu alfa przez liczbę testowanych wskaźników. Uzyskano nowy, zredukowany poziom alfa o wartości 0,005, który uwzględniano podczas interpretacji uzyskanych wyników.

### **6.5.1 Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na poprawność transformacji egocentrycznych**

W pierwszej kolejności podjęto się weryfikacji hipotezy odwołującej się do moderującej roli pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na trafność transformacji egocentrycznych. Przypomnijmy, iż ten typ transformacji mierzony był za pomocą Testu Przyjmowania Perspektywy, a jego wskaźnikiem jest trafność wyrażana w procencie prawidłowych odpowiedzi. Przeprowadzony test Shapiro – Wilka wykazał, iż rozkład poprawności dla zadania Test Przyjmowania Perspektywy odbiega od normalnego. W związku z zakładaną analizą regresji przeprowadzono diagnostykę wpływu przypadków odstających w wartościach przyjmowanych przez zmienną zależną. W pierwszej kolejności zidentyfikowano przypadki odstające za pomocą wizualnej oceny wykresu skrzynkowego. Przeprowadzono testy diagnostyczne dla przypadków skrajnych nie zaobserwowano. Następnie,

podjęto decyzję o szczegółowym przyjrzeniu się wskazanym przypadkom i przetestowaniu ich za pomocą tzw. miar analizy reszt i miar wpływu. W pierwszej kolejności przyjrano się resztom standaryzowanym (*Z-Residuals*, ZRE). Zgodnie z rekomendacjami, posłużono się kryterium opierającym się na wartościach od  $-1,96$  do  $1,96$  SD zgodnie z założeniem rozkładu normalnego, iż 95 % wyników znajduje się w tym zakresie, a 5 % jest, poza tym przedziałem. Zaobserwowano, iż wyniki, których wartości przekraczały dolny lub górny prób tychże punktów pokrywały się z wynikami ukazanymi na wykresie skrzynkowym. Posłużono się również miarami wpływu, które wykazują szczególną wrażliwość na wpływ przypadków odstających (Bedyńska i Książek, 2012). W tym celu sięgnięto do miar: (1) odległość Cooka (ang. *Cook's distance*, COO) i (2) odległości Mahalanobisa (ang. *Mahalanobis distance*, MAH). W analizie odległości Cooka przypadki przekraczające 1 uznaje się za odstające (np. Larose, 2008). Bardziej skomplikowana jest druga miara, w której kryterium uznania przypadku za odstający nie jest tak jednoznaczne, jak w przypadku odległości Cooka. Mianowicie, bierze się pod uwagę zarówno liczbę predyktorów, jak i liczebność próby (Field, 2009). Przykładowo, dla licznych prób ( $n = 500$ ) i pięciu predyktorach odległość przyjmująca wartość 25 wskazuje na odstający przypadek. Przy próbie liczącej sto i trzech predyktorach bierze się pod uwagę wartości przyjmujące 15, a przy próbach mniejszych ( $n = 50$ ) i jednym predyktorze za kryterium odstawiania przypadku przyjmuje się wartość 11. Ze względu na obecność dwóch predyktorów i próbę liczącą około 100 osób, przyjęto kryterium o wartości

15. Zarówno miara odległości Cooka, jak i miara odległości Mahalanobisa nie dały możliwości detekcji odstających przypadków, ponieważ w przypadku odległości Cooka żadna wartość nie przekroczyła 1, a w przypadku odległości Mahalanobisa żadna wartość ani nie przekroczyła 15, jak i nie było wartości wyróżniających się na tle innych. Dokonano także porównania przypadków odstających pochodzących z wykresu skrzynkowego oraz reszt standaryzowanych z miarami odległości – mimo przekroczenia wartości  $|1,96|$  świadczącej o obecności przypadków odstających, nie zostały one potwierdzone na podstawie odległości Cooka i Mahalanobisa.

W rezultacie, dało to trudną do interpretacji sytuację, gdyż z jednej strony obecne były przypadki odstające, a z drugiej strony – wskaźniki miar

na wpływ zmiennych odstających nie pozwoliły na rozpoznanie takich przypadków. Wobec tego podjęto decyzję o wykluczeniu do dalszych analiz odstających przypadków, czyli przekraczających wartość  $|1,96|$ , co przełożyło się na znaczną poprawę miary symetrii pionowej i kurtozy.

Podjęto także próbę normalizacji wyników uzyskanych w Teście Przyjmowania Perspektywy metodą dwustopniowej transformacji danych (Templeton, 2011). Zabiegi te nie przełożyły się na uzyskanie rozkładu normalnego, jednakże podjęto decyzję o przeprowadzeniu regresji liniowej na podstawie satysfakcjonujących wskaźników pochodzących z miar wpływu Cooka i Mahanalobisa.

Ważnym założeniem liniowej analizy regresji jest brak korelacji zmiennej wyjaśniającej z pozostałymi predyktorami, czyli tzw. kolinearności (Williams i in., 2013; Bedyńska, Książek, 2012). Założenie to weryfikowano na podstawie wartości współczynnika  $r$  Pearsona obliczonego na drodze korelacji punktowo – dwuseryjnej przeznaczonej dla danych nominalnych o charakterze dwukategorialnym i ilościowych (ang. *point – biserial correlation*). Zmienną nominalną – wzbudzony lęk sytuacyjny zrekodowano do zmiennej przyjmującej wartości 0 i 1 (ang. *dummy coding*). Przeprowadzona analiza korelacji punktowo – dwuseryjnej nie wykazała istotnego związku pomiędzy predyktorem – wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a moderatorem – pamięcią roboczą. Szczegółowe wyniki analizy zostały zaprezentowane w Tabeli 6.18.

**Tabela 6.18**

*Korelacja punktowo – seryjna pomiędzy wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a pamięcią roboczą*

Zmienna	Pamięć robocza
Lęk sytuacyjny	- 0,02

W pierwszej kolejności przygotowano surowe dane pod kątem utworzenia czynnika interakcyjnego: predyktora – warunku badawczego kontrolnego oznaczającego przynależność do grupy, w której nie indukowano lęku sytuacyjnego i eksperymentalnego oznaczającego

przynależność do grupy, w której wzbudzano lęk sytuacyjny i moderatora – pojemności pamięci roboczej. Centrację predyktora, czyli zmiennej kategoryalnej przeprowadzono na zasadzie zdekodowania wartości zmiennej w wartości w równym stopniu oddzielone od zera: -1 dla warunku eksperymentalne i 1 dla warunku kontrolnego. Inaczej postąpiono ze zmienną o charakterze ilościowym, gdyż dla tego typu zmiennych rekomenduje się centrację na dwa sposoby: (1) poprzez odjęcie od wartości zmiennej ilościowej wartości średniej lub (2) poprzez standaryzację wartości (Bedyńska i Książek, 2012). Wycentrowane wartości zmiennej kategoryalnej – predyktora oraz ilościowej – moderatora przemnożono przez siebie, dzięki czemu uzyskano czynnik interakcyjny. Ze względu na kolinearność predyktora z czynnikiem interakcyjnym zastosowano regresję hierarchiczną. W pierwszym kroku wprowadzono predyktor oraz moderator celem obserwacji efektów głównych, a w drugim – czynnik interakcyjny.

Dopasowanie modelu dla danych uwzględniające efekty główne przekroczyło poziom istotności  $F(2,98) = 2,666, p > 0,005$ , jak również model uwzględniający interakcję nie uzyskał odpowiedniego dopasowania  $F(3,98) = 2,007, p > 0,005$ . Wykonana hierarchiczna analiza regresji nie wykazała zależności pomiędzy wzbudzonym lękiem a poprawnością wykonania Testu Przyjmowania Perspektywy ( $\beta = 0,225, p > 0,005$ ). Nie odnotowano zależności pomiędzy pojemnością pamięci roboczej a poprawnością ( $\beta = -0,026, p > 0,005$ ). Nie ujawnił się również efekt interakcyjny ( $\beta = -0,086, p > 0,005$ ), wobec czego nie podjęto dalszych analiz tegoż czynnika. Przyjrano się, jednakże efektom zastosowania nieparametrycznej metody szacowania wyników przez wielokrotne losowanie ze zwracaniem z próby (ang. *bootstrapping*). Odnotowano, iż dolny i górny przedział ufności dla wzbudzanego lęku sytuacyjnego nie jest oddzielony zerem, co świadczy o obecności istotnego efektu, natomiast zarówno pomiędzy dolnym a górnym przedziałem ufności dla pojemności pamięci roboczej, jak i składnika interakcyjnego znajdowało się zero (Hayes, 2009). Wyniki przeprowadzonej analizy prezentuje Tabela 6.19.

**Tabela 6.19**

*Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji logistycznej. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: trafność transformacji egocentrycznych*

Kroki	B	SE B	$\beta$	$\Delta R^2$	t	sr <sup>2</sup>	95% CI
<b>Krok 1</b>							
Lęk sytuacyjny	4,345	1,936	0,225	0,053	2,244	0,223	[ 0,448; 8,167 ]
Pamięć robocza	- 0,019	0,072	- 0,026		- 0,257	- 0,026	[ - 0,162; 0,127 ]
<b>Krok 2</b>							
Lęk sytuacyjny	4,405	1,940	0,228	0,007	2,270	0,227	[ 0,505; 8,181 ]
Pamięć robocza	- 0,005	0,074	- 0,007		- 0,070	- 0,007	[ - 0,154; 0,145 ]
Interakcja							
Lęk sytuacyjny x Pamięć robocza	- 0,864	1,029	- 0,086		- 0,840	- 0,084	[ -2,947; 1,209 ]

**Objaśnienie:**

B – współczynnik beta

SE B – błąd standardowy współczynnika beta

$\beta$  – standaryzowany współczynnik beta

$\Delta R^2$  – współczynnik determinacji, miara jakości dopasowania danych do modelu, wartość skorygowana

t – statystyka t Studenta

sr<sup>2</sup> – korelacja semicząsteczkowa podniesiona do kwadratu

95% CI – przedział ufności dla efektu, metoda bootstrap 10000 próbek

Na podstawie wyników hierarchicznej analizy regresji liniowej ze składnikiem interakcyjnym nie udało się potwierdzić hipotezy dotyczącej moderującej roli pamięci roboczej w relacji pomiędzy wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a poprawnością transformacji egocentrycznych mierzonej Testem Przymowania Perspektyw.

### **6.5.2 Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na efektywność transformacji egocentrycznych**

Następnie, podjęto się weryfikacji moderującej roli w relacji lęk – wyobrażenia przestrzenne z uwzględnieniem efektywności transformacji egocentrycznych. Przypomnijmy, iż współczynnik efektywności obliczano zgodnie z rekomendacjami autorów Teorii Kontroli Uwagowej będącej rozwinięciem Teorii Efektywności Przetwarzania uznając, iż stanowi on proporcję poprawności

wykonania zadania do wysiłku włożonego w jego realizację. Wysiłek ten zazwyczaj rozumiany jest w kontekście czasu reakcji. Współczynnik obliczano zatem zgodnie ze wzorem:

$$s_c = \frac{a + b}{c}$$

W pierwszej kolejności przetestowano zgodność z rozkładem normalnym uzyskanego współczynnika za pomocą testu Shapiro – Wilka. Nie odnotowano zgodności z rozkładem normalnym, jednakże wykres skrzynkowy nie zidentyfikował żadnych wartości odstających. Przystąpiono zatem do pogłębionej diagnostyki wpływu przypadków odstających w wartościach przyjmowanych przez zmienną zależną. Skorzystano ze wspomnianych już miar odległości takich jak odległość Cooka i Mahanalobisa oraz przyjrzano się wartościom przekraczającym  $|1,96|$  SD. Wszystkie trzy miary pozwoliły na identyfikację wartości odstających. Wartości te zostały wykluczone, a zmienną ponownie przetestowano pod kątem normalności. Niestety, w dalszym ciągu nie uzyskano rozkładu normalnego. W takiej sytuacji dane poddano normalizacji za pomocą dwustopniowej transformacji danych bazującej na funkcji odwrotności (Templeton, 2011; Bedyńska i Książek, 2012). Dopiero ten zabieg wsparł uzyskanie rozkładu normalnego wartości przyjmowanych przez zmienną zależną. Podjęto zatem decyzję o przeprowadzeniu hierarchicznej regresji liniowej. Wykorzystano wycelowane zmienne zgodnie z zasadą przyjętą we wcześniejszych analizach: predyktor – doświadczanie wzbudzonego lęku sytuacyjnego zdekodowano do wartości równo oddzielonych zerem, a moderator wystandaryzowano. Dało to możliwość posłużenia się składnikiem interakcyjnym wynikającym z przemnożenia przez siebie zmiennych niezależnych. W pierwszym kroku analizy nie odnotowano dopasowania danych do  $F(2,98) = 2,577, p > 0,005$ . Po włączeniu do modelu składnika interakcyjnego poziom dopasowania danych do modelu nadal nie uzyskał wymaganej istotności  $F(3,98) = 2,700, p > 0,005$ . Analiza zmiany współczynnika  $R^2$  wykazała, iż w pierwszym kroku analizy regresji lęk sytuacyjny i pojemność pamięci roboczej wyjaśniały zmienność wartości przyjmowanych przez współczynnik efektywności w 5%, natomiast po wprowadzeniu składnika interakcyjnego wartość współczynnika  $R^2$  spadła do 2,8%. Nie odnotowano zależności efektywności

wykonywanego zadania od wzbudzonego lęku sytuacyjnego ( $\beta = 0,177, p > 0,005$ ), ani od pojemności pamięci roboczej ( $\beta = 0,165, p > 0,005$ ). Nie zaobserwowano również satysfakcjonującego poziomu istotności statystycznej dla wprowadzanego składnika interakcyjnego ( $\beta = -0,170, p > 0,005$ ). Obserwowane zależności zostały potwierdzone w toku nieparametrycznej metody próbkowania na 10000 wykazując, iż zakresy dolnych i górnych przedziałów ufności dla zmiennych lęk sytuacyjny i składnik interakcyjny są oddzielone zerem, a dla zmiennej objaśniającej pojemności pamięci roboczej nie są oddzielone od siebie zerem.

Wyniki przeprowadzonej analizy prezentuje Tabela 6.20.

**Tabela 6.20**

*Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji logistycznej. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: efektywność transformacji egocentrycznych.*

Kroki	B	SE B	$\beta$	$\Delta R^2$	T	sr <sup>2</sup>	95% CI
<b>Krok 1</b>							
Lęk sytuacyjny	0,001	0,001	0,177	0,051	1,762	0,175	[ - 5,721; 0,001 ]
Pamięć robocza	2,500	0,001	0,165		1,642	0,163	[ - 6,864; 5,606 ]
<b>Krok 2</b>							
Lęk sytuacyjny	0,001	0,001	0,183	0,028	1,840	0,181	[ - 1,243; 0,002 ]
Pamięć robocza	3,062	0,001	0,202		1,983	0,195	[ 1,719; 6,067 ]
Interakcja							
Lęk sytuacyjny x Pamięć robocza	0,001	0,001	- 0,170		- 1,687	- 0,166	[ - 0,001; 5,743 ]

**Objaśnienie:**

B – współczynnik beta

SE B – błąd standardowy współczynnika beta

$\beta$  – standaryzowany współczynnik beta

$\Delta R^2$  – współczynnik determinacji, miara jakości dopasowania danych do modelu, wartość skorygowana t – statystyka t Studenta

sr<sup>2</sup> – korelacja semicząsteczkowa podniesiona do kwadratu

95%CI – przedział ufności dla efektu, metoda bootstrap 10000 próbek

Na podstawie wyników hierarchicznej analizy regresji liniowej ze składnikiem interakcyjnym nie udało się potwierdzić hipotezy dotyczącej moderującej roli pamięci roboczej w relacji pomiędzy wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a efektywnością transformacji egocentrycznych.

### **6.5.3 Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na poprawność transformacji allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców prostych**

Hipoteza badawcza dotyczyła również drugiego typu operacji w wyobraźni przestrzennej, odwołujących się do wyobrażanej zmiany położenia elementów w przestrzeni bez zmiany położenia obserwatora, czyli transformacji allocentrycznych. Przypomnijmy, iż były one mierzone za pomocą dwóch narzędzi opartych na paradygmacie rotacji mentalnych. W pierwszej kolejności wzięto pod uwagę poprawność transformacji allocentrycznych odnosi się do poprawności w Teście Rotacji Mentalnych w wersji literowej dla bodźców prostych, czyli nie będących lustrzanym odbiciem, a jedynie zrotowaną wersją wzorcowej figury.

Zgodnie ze wcześniejszą eksploracją danych za pomocą testu Shapiro - Wilka, rozkład wartości przyjmowanych przez zmienną zależną – poprawność dla bodźców prostych odbiegał od normalnego. Wykorzystano miary służące ocenie wartości odstających (odległość Cooka, odległość Mahalanobisa, wartości reszt standaryzowanych [1.96]). Najbardziej czuła na wpływ wartości odstających miara, czyli odległość Cooka nie wykazała obecności takich przypadków. Z kolei zarówno odległość Mahalanobisa, jak i wartości reszt standaryzowanych pozwoliły na obserwację wartości odstających, które zostały wykluczone z dalszych analiz. Ponownie zweryfikowano normalność rozkładu, jednakże nie poprawiła się, ale znacznie poprawiły się wartości skośności i kurtozy. W następnym kroku podjęto się normalizacji wartości zmiennej zależnej metodą dwustopniowej transformacji danych bazującej na funkcji odwrotności (Templeton, 2011; Bedyńska, Książek, 2012). Również ten zabieg nie przyniósł oczekiwanych rezultatów i rozkład zmiennej zależnej nadal nie był zgodny z rozkładem normalnym. Podjęto decyzję o przeprowadzeniu hierarchicznej regresji liniowej. Decyzję tę uzasadnia z jednej strony znaczna poprawa skośności i kurtozy po wykluczeniu odstających przypadków, a z drugiej strony brak przesłanek o wpływie pozostałych wartości na regresję na podstawie rekomendowanej w tym celu miary – odległości Cooka ( $< 1$ ).

Skorzystano z metody centracji przyjętej we wcześniejszych analizach, czyli zdekodowanego predyktora do wartości, pomiędzy którymi występuje wartość zerowa. Pojemność pamięci roboczej została wystandaryzowana. Zmienne te utworzyły składnik interakcyjny, który został włączony w drugim kroku regresji. Wyniki analizy wariancji nie wykazały dopasowanie danych do modelu w zarówno w kroku pierwszym  $F(2,118) = 6,382, p < 0,005$ , jak i kroku drugim  $F(3,118) = 4,351, p < 0,005$ ). Jednakże, uwzględnienie poprawki Bonferonniego wykluczyło przyjęcie dopasowania danych do modelu zarówno w kroku pierwszym, jak i drugim. Przyjrano się wartościom skorygowanego  $R^2$ , które informują jaki procent zmienności zmiennej zależnej jest wyjaśniany przez wprowadzone do modelu predyktory. Okazało się, iż w pierwszym kroku analizy regresji predyktory wyjaśniały 9% zmienności zmiennej zależnej, a po włączeniu składnika interakcyjnego jedynie 0,3%. Przeprowadzana analiza wykazała brak zależności trafności wykonywanego zadania od wzbudzonego lęku sytuacyjnego ( $\beta = 0,093, p > 0,005$ ) oraz od pamięci roboczej ( $\beta = 0,298, p > 0,005$ ). Nie odnotowano istotnych zależności dla współczynnika interakcyjnego ( $\beta = 0,054, p > 0,005$ ). Na koniec sięgnięto do nieparametrycznej metody estymacji, czyli próbkowania. Bootstrapping na 10000 prób potwierdził obserwowane prawidłowości. Wartości dolnych i górnych przedziałów ufności dla wzbudzanego lęku sytuacyjnego oraz składnika interakcyjnego różniły się znakiem, natomiast dla pamięci roboczej pozostawały po tej samej stronie zera. Wyniki przeprowadzonej analizy prezentuje Tabela 6.21

**Tabela 1.21**

*Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji logistycznej. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: trafność transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji literowej, bodźców prostych*

Kroki	B	SE B	B	$\Delta R^2$	T	sr <sup>2</sup>	95% CI
<b>Krok 1</b>							
Lęk sytuacyjny	- 1,512	1,438	- 0,093	0,099	- 1,052	- 0,093	[ -4,332; 1,285]
Pamięć robocza	0,179	0,053	0,298		3,375	0,297	[ 0,060; 0,290 ]
<b>Krok 2</b>							
Lęk sytuacyjny	- 1,513	1,442	- 0,093	0,003	- 1,049	- 0,093	[ -4,388; 1,239]
Pamięć robocza	0,174	0,054	0,289		3,223	0,285	[ 0,049; 0,286 ]
Interakcja							
Lęk sytuacyjny x Pamięć robocza	0,449	0,747	0,054		0,601	0,053	[ -1,141; 2,093 ]

**Objaśnienie:**

B – współczynnik beta

SE B – błąd standardowy współczynnika beta

$\beta$  – standaryzowany współczynnik beta

$\Delta R^2$  – współczynnik determinacji, miara jakości dopasowania danych do modelu, wartość

skorygowana t – statystyka t Studenta

sr<sup>2</sup> – korelacja semicząsteczkowa podniesiona do kwadratu

95%CI – przedział ufności dla efektu, metoda bootstrap 10000 próbek

Na podstawie wyników hierarchicznej analizy regresji i liniowej ze składnikiem interakcyjnym nie udało się potwierdzić hipotezy dotyczącej moderującej roli pamięci roboczej w relacji i pomiędzy wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a poprawnością transformacji allocentrycznych mierzonej w testach rotacji mentalnych w wersji literowej dla bodźców prostych.

### 1.5.3 Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na efektywność transformacji allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców prostych

Kolejna hipoteza dotycząca moderującej roli pamięci roboczej dotyczyła efektywności wykonywania zadania na rotacje mentalne w wersji literowej z uwzględnieniem bodźców prostych. Współczynnik efektywności obliczono analogicznie do współczynnika efektywności dla wcześniej analizowanej zmiennej – odnosząc się do proporcji ilościowego wskaźnika wykonania zadania do wysiłku włożonego w zadanie konceptualizowanego jako czasu reakcji. Posłużono się zatem ponownie następującym wzorem:

W pierwotnym procesie eksploracji danych zaobserwowano zgodność rozkładu zmiennej zależnej z rozkładem normalnym na podstawie wyniku testu Shapiro – Wilka ( $p < 0,05$ ). Wykres skrzynkowy pozwolił na identyfikację trzech odstających przypadków, których usunięcie satysfakcjonująco poprawiło rozkład wyników i efekcie uzyskano zgodność z rozkładem normalnym. Na podstawie tej informacji podjęto decyzję o przeprowadzeniu hierarchicznej regresji liniowej. Podobnie jak we wcześniejszych analizach regresji liniowej, wykorzystano składnik interakcyjny, który powstał z wycentrowanych uprzednio zmiennych niezależnych (zdekodowanej do wartości znajdujących się w równych odległościach od zera zmiennej kategoryjnej oraz wystandaryzowanej zmiennej ilościowej).

W przeprowadzonej analizie regresji liniowej ze składnikiem interakcyjnym nie zaobserwowano dopasowania danych do modelu zarówno w kroku testującym efekty główne  $F(2,118) = 0,942, p > 0,005$ , jak i w kroku testującym efekty interakcyjne  $F(3,118) = 0,824, p > 0,005$ . Nie odnotowano zależności pomiędzy wzbudzonym lękiem a efektywnością wykonywania rotacji mentalnych w wersji literowej w kontekście odpowiadania na bodźce proste ( $\beta = 0,009, p > 0,005$ ), pomiędzy pojemnością pamięci roboczej a efektywnością tegoż zadania ( $\beta = 0,126, p > 0,005$ ). Także w przypadku składnika interakcyjnego nie odnotowano zależności ( $\beta = -0,072, p > 0,005$ ). Informacje pochodzące z zastosowanej metody próbkowania potwierdziły obraz uzyskany w analizie regresji. Wyniki przeprowadzonej analizy prezentuje Tabela 6.22.

**Tabela 6.22**

*Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: efektywność transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji literowej, bodźców prostych*

Kroki	B	SE B	$\beta$	$\Delta R^2$	t	sr <sup>2</sup>	95% CI
<b>Krok 1</b>							
Lęk sytuacyjny	0,001	0,005	0,009	0,016	0,092	0,009	[ - 0,010; 0,010 ]
Pamięć robocza	0,001	0,001	0,126		1,372	0,126	[ 0,001; 0,001 ]
<b>Krok 2</b>							
Lęk sytuacyjny	0,001	0,005	0,009	0,005	0,093	0,009	[ - 0,010; 0,010 ]
Pamięć robocza	0,001	0,001	0,138		1,477	0,136	[ 0,000; 0,001 ]
Interakcja							
Lęk sytuacyjny x Pamięć robocza	- 0,002	0,003	- 0,072		- 0,771	- 0,071	[ - 0,007; 0,004 ]

**Objaśnienie:**

B – współczynnik beta

SE B – błąd standardowy współczynnika beta

$\beta$  – standaryzowany współczynnik beta

$\Delta R^2$  – współczynnik determinacji, miara jakości dopasowania danych do modelu, wartość skorygowana

t – statystyka t Studenta

sr<sup>2</sup> – korelacja semicząsteczkowa podniesiona do kwadratu

95% CI – przedział ufności dla efektu, metoda bootstrap 10000 próbek

Na podstawie wyników hierarchicznej analizy regresji i liniowej ze składnikiem interakcyjnym nie udało się potwierdzić hipotezy dotyczącej moderującej roli pamięci roboczej w relacji między wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a efektywnością transformacji i allocentrycznych mierzonej testem rotacji i mentalnych w wersji literowej dla bodźców prostych.

#### **6.5.4 Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na poprawność transformacji allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców lustrzanych**

Następnie weryfikowano moderującą rolę pamięci roboczej we wpływie wzbudzanego lęku na poprawność odpowiedzi na bodźce lustrzane w Teście Rotacji Mentalnych. Test Shapiro –

Wilka wykazał, iż rozkład tej zmiennej odbiegał od rozkładu normalnego, wobec czego, podobnie jak w poprzednich krokach analiz, podjęto się identyfikacji tzw. przypadków odstających. Ich wykluczenie nie poprawiło normalności rozkładu, wobec czego podjęto decyzję o przeprowadzeniu procesu diagnostyki zmiennej zależnej za pomocą miary standaryzowanych reszt oraz odległości: miary Mahanalobisa i miary Cooka. O ile dwie ostatnie miary nie wskazały przypadków odstających, miara reszt standaryzowanych ukazała wartości zmiennej przekraczające bezwzględną wartość 1,96 SD. Wartości te zostały wykluczone, po czym ponownie przetestowano zgodność wyników z rozkładem normalnym ( $p > 0,05$ ). Na podstawie tych informacji podjęto decyzję o przeprowadzeniu hierarchicznej regresji liniowej ze składnikiem interakcyjnym. Składnik ten utworzyły wycentrowane wcześniej zmienne objaśniające: wzbudzony lęk sytuacyjny kodowany wartościami znajdującymi się w równej odległości od zera oraz wystandaryzowana popamięci roboczej. Przeprowadzona analiza nie wykazała dopasowania danych do modelu ani w kroku pierwszym  $F(2,110) = 0,036; p > 0,005$  ani po wprowadzeniu do modelu składnika interakcyjnego  $F(3,110) = 2,077, p > 0,005$ . W związku z tym, nie odnotowano zależności trafności wykonywanego zadania od wzbudzanego lęku sytuacyjnego ( $\beta = 0,025, p > 0,005$ ) ani od pojemności pamięci roboczej ( $\beta = - 0,004, p > 0,005$ ) ani od składnika interakcyjnego ( $\beta = 0,140, p > 0,005$ ). Obserwacje te potwierdziła wykorzystana nieparametryczna metoda bootstrappingu na 10000 próbek. Wyniki przedstawia Tabela 6.23.

**Tabela 6.23**

*Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: trafność transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji literowej, bodźców lustrzanych*

Kroki	B	SE B	B	$\Delta R^2$	t	sr <sup>2</sup>	95% CI
<b>Krok 1</b>							
Lęk sytuacyjny	0,355	1,346	0,025	0,001	0,264	0,025	[-2,334; 3,035]
Pamięć robocza	- 0,002	0,050	- 0,004		- 0,041	- 0,004	[- 0,087; 0,087]
<b>Krok 2</b>							
Lęk sytuacyjny	0,380	1,339	0,027	0,019	0,283	0,027	[-2,315; 3,029]
Pamięć robocza	- 0,014	0,050	- 0,026		- 0,271	- 0,026	[- 0,098; 0,079]
Interakcja							
Lęk sytuacyjny x Pamięć robocza	0,996	0,691	0,140		1,441	0,138	[- 0,253; 2,223]

**Objaśnienie:**

B – współczynnik beta

SE B – błąd standardowy współczynnika beta

$\beta$  – standaryzowany współczynnik beta

$\Delta R^2$  – współczynnik determinacji, miara jakości dopasowania danych do modelu, wartość skorygowana t – statystyka t Studenta

sr<sup>2</sup> – korelacja semicząsteczkowa podniesiona do kwadratu

95% CI – przedział ufności dla efektu, metoda bootstrap 10000 próbek

Na podstawie wyników hierarchicznej analizy regresji liniowej ze składnikiem interakcyjnym nie udało się potwierdzić hipotezy dotyczącej moderującej roli pamięci roboczej w relacji pomiędzy wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a poprawnością transformacji allocentrycznych mierzonych testem rotacji mentalnych w wersji literowej dla bodźców lustrzanych.

### **6.5.5 Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na efektywność transformacji allocentrycznych w wersji literowej dla bodźców lustrzanych**

Podobnie jak we wcześniejszych analizach, współczynnik efektywności obliczano na zasadzie podzielenie poprawności udzielanych odpowiedzi do czasu, w jakim były udzielane, czyli na podstawie poniższego wzoru:

$$\acute{s}c = \frac{\acute{s}c}{\dots}$$

Eksploracja wykazała, iż rozkład wartości dla zmiennej objaśnianej efektywność odpowiadania na bodźce lustrzane nie odbiega od rozkładu normalnego ( $p > 0,05$ ). Uzasadniło to podjęcie decyzji o przeprowadzeniu hierarchicznej regresji liniowej ze składnikiem interakcyjnym utworzonym ze zdekodowanej zmiennej niezależnej – wzbudzony lęk sytuacyjny oraz wystandaryzowanej pojemności pamięci roboczej. Kolejna hipoteza dotycząca moderującej roli pamięci roboczej dotyczyła efektywności wykonywania zadania na rotacje mentalne w wersji literowej z uwzględnieniem bodźców prostych.

Przeprowadzona analiza ze składnikiem interakcyjnym nie wykazała dopasowania danych do modelu ani w przypadku wprowadzenia dwóch zmiennych niezależnych  $F(2,122) = 0,047, p > 0,005$  ani w przypadku włączenia składnika interakcyjnego  $F(3,122) = 0,031, p > 0,005$ . Nie zaobserwowano zależności pomiędzy wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a efektywnością odpowiadania na bodźce lustrzane ( $\beta = 0,014, p > 0,005$ ) ani pomiędzy pamięcią roboczą a badaną efektywnością ( $\beta = -0,024, p > 0,005$ ) ani składnikiem interakcyjnym a efektywnością ( $\beta = 0,001, p > 0,005$ ). Obserwacje potwierdziła metoda bootstrappingu na 10000 próbek. Wyniki zostały przedstawione w Tabeli 6.24.

**Tabela 6.24**

*Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: efektywność transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji literowej, bodźców lustrzanych*

Kroki	B	SE B	$\beta$	$\Delta R^2$	t	$sr^2$	95% CI
<b>Krok 1</b>							
Lęk sytuacyjny	0,001	0,004	0,014	0,001	0,150	0,014	[ - 0,008; 0,009 ]
Pamięć robocza	- 4,168	0,001	- 0,024		- 0,267	- 0,024	[ 0,000 ; 0,000 ]
<b>Krok 2</b>							
Lęk sytuacyjny	0,001	0,004	0,014	0,000	0,149	0,014	[ - 0,008; 0,009 ]
Pamięć robocza	- 4,167	0,001	- 0,024		- 0,264	- 0,024	[ 0,000 ; 0,000 ]
Interakcja							
Lęk sytuacyjny x Pamięć robocza	-1,725	0,002	0,001		- 0,001	- 0,003	[ - 0,004; 0,004 ]

**Objaśnienie:**

B – współczynnik beta

SE B – błąd standardowy współczynnika beta

$\beta$  – standaryzowany współczynnik beta

$\Delta R^2$  – współczynnik determinacji, miara jakości dopasowania danych do modelu, wartość skorygowana t – statystyka t Studenta

$sr^2$  – korelacja semicząsteczkowa podniesiona do kwadratu

95%CI – przedział ufności dla efektu, metoda bootstrap 10000 próbek

Na podstawie wyników hierarchicznej analizy regresji liniowej ze składnikiem interakcyjnym nie udało się potwierdzić hipotezy dotyczącej moderującej roli pamięci roboczej w relacji i pomiędzy wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a efektywnością transformacji allocentrycznych mierzonej testem rotacji mentalnych w wersji literowej dla bodźców lustrzanych.

### **6.5.6 Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na poprawność transformacji allocentrycznych w wersji figurowej**

Rolę pamięci roboczej w relacji między wzbudzonym lękiem a wyobraźnią przestrzenną badano również w kontekście innego zadania w paradygmacie rotacji mentalnych – wersji

z trójwymiarowymi figurami w zadaniu Vandenberg. W pierwszej kolejności przyjrano się wskaźnikowi poprawności wykonywanego zadania. Ponieważ uczestnicy badania mieli trudność z udzielaniem odpowiedzi w zaprogramowanym na zadanie czasie utworzono dodatkowy, „łagodniejszy” wskaźnik wykonania zadania nazwany na potrzeby analiz „poprawnością względną”, zgodny z poniższym wzorem:

$$\text{Wskaznik „poprawności względną”} = \frac{\text{Liczba poprawnych odpowiedzi}}{\text{Liczba odpowiedzi}} \cdot h$$

Wskaźnik „restrykcyjny” z kolei przyjął następującą formę:

$$\text{Wskaźnik „restrykcyjny”} = \frac{\text{Liczba błędnych odpowiedzi}}{\text{Liczba odpowiedzi}} \cdot h$$

Poniżej zostaną przedstawione analizy oddzielnie dla każdego wskaźnika, w pierwszej kolejności dla „łagodniejszego”, a w drugim dla „surowego”.

Test Shapiro – Wilka wykazał zgodność z rozkładem normalnym ( $p > 0,05$ ). Podjęto decyzję o przeprowadzeniu hierarchicznej regresji liniowej ze składnikiem interakcyjnym utworzonym ze zdekodowanej zmiennej nominalnej oraz wystandaryzowanej zmiennej ilościowej. Przeprowadzona analiza wykazała dopasowanie danych do modelu na granicy istotności w kroku pierwszym  $F(2,123) = 2,984, p > 0,005$  oraz brak dopasowania danych do modelu w drugim kroku, po włączeniu w model składnika interakcyjnego  $F(3,123) = 0,087, p > 0,005$ . Przyjrano się wskaźnikowi zmiany  $R^2$ , informującego o procencie wyjaśnianej wariancji przez predyktory oraz składnik interakcyjny. W pierwszym kroku predyktory wyjaśniały zmienność zmiennej zależnej w około 5%, a wprowadzenie składnika interakcyjnego spowodowało, iż wartość ta spadła do zera. Nie zaobserwowano zależności poprawności wykonywanego zadania od wzbudzonego lęku sytuacyjnego ( $\beta = 0,060, p > 0,005$ ) ani od pojemności pamięci roboczej ( $\beta = 0,210, p > 0,005$ ). Po uwzględnieniu poprawki na wielokrotne testowanie okazało się,

iż wartość  $p$  przekroczyła zredukowany poziom istotności ( $p > 0,005$ ). Nie odnotowano również efektu moderacji, czyli zależności wyników w zakresie poprawności od włączonego w drugim kroku składnika interakcyjnego ( $\beta = - 0,026$ ,  $p > 0,005$ ). Wyniki przeprowadzonej analizy regresji zostały zaprezentowane w Tabeli 6.25.

**Tabela 6.25**

*Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: trafność względna transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji figurowej*

Kroki	B	SE B	$\beta$	$\Delta R^2$	T	sr <sup>2</sup>	95% CI
<b>Krok 1</b>							
Lęk sytuacyjny	2,033	3,011	0,060	0,047	0,675	0,060	[ - 3,827; 7,946 ]
Pamięć robocza	0,258	0,109	0,210		2,361	0,210	[ 0,059; 0,457 ]
<b>Krok 2</b>							
Lęk sytuacyjny	2,034	3,022	0,060	0,001	0,673	0,060	[ - 3,830; 7,945 ]
Pamięć robocza	0,261	0,110	0,212		2,370	0,211	[ 0,059; 0,467 ]
Interakcja							
Lęk sytuacyjny x Pamięć robocza	- 0,450	1,525	- 0,026		- 0,295	- 0,026	[ - 3,323; 2,273 ]

**Objaśnienie:**

B – współczynnik beta

SE B – błąd standardowy współczynnika beta

$\beta$  – standaryzowany współczynnik beta

$\Delta R^2$  – współczynnik determinacji, miara jakości dopasowania danych do modelu, wartość skorygowana t – statystyka t Studenta

sr<sup>2</sup> – korelacja semicząsteczkowa podniesiona do kwadratu

95 % CI – przedział ufności dla efektu, metoda bootstrap 10000 próbek

Następnie, wzięto pod uwagę bardziej „surowy” wskaźnik wykonania zadania, czyli poprawność całkowitą. Eksploracja danych przy użyciu testu Shapiro – Wilka wykazała zgodność rozkładu wartości zmiennej z rozkładem normalnym ( $p > 0,05$ ). Podjęto decyzję o wykonaniu hierarchicznej regresji liniowej ze składnikiem interakcyjnym utworzonym z wycentrowanych uprzednio zmiennych, zmiennej nominalnej metodą zdekodowania i ilościowej metodą standaryzacji. Analiza wykazała brak dopasowania danych z kroku pierwszego do modelu

regresji  $F(2,123) = 2,243$ ,  $p > 0,005$ , jak i danych uwzględniających składnik interakcyjny  $F(3,123) = 1,514$ ,  $p > 0,005$ . Nie odnotowano zależności poprawności od wzbudzonego lęku sytuacyjnego ( $\beta = 0,001$ ,  $p > 0,005$ ) ani związku między pamięcią roboczą a wykonaniem ocenianym na podstawie poprawności ( $\beta = 0,189$ ,  $p > 0,005$ ). Efektu moderacji nie odnotowano, składnik interakcyjny okazał się być nieistotny statystycznie ( $\beta = 0,001$ ,  $p > 0,005$ ). Obserwowane prawidłowości są zgodne z wynikiem zastosowanej metody próbkowania na 10000. Wyniki przeprowadzonej analizy prezentuje Tabela 6.26.

**Tabela 1.26**

*Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: trafność całkowita transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji figurowej*

Kroki	B	SE B	$\beta$	$\Delta R^2$	T	$sr^2$	95% CI
<b>Krok 1</b>							
Lęk sytuacyjny	0,038	2,741	0,001	0,036	0,014	0,001	[ - 5,443; 5,305 ]
Pamięć robocza	0,210	0,099	0,189		2,118	0,189	[ 0,026; 0,390 ]
<b>Krok 2</b>							
Lęk sytuacyjny	0,040	2,752	0,001	0,001	0,014	0,001	[ - 5,429; 5,363 ]
Pamięć robocza	0,213	0,100	0,192		2,129	0,191	[ 0,024; 0,405 ]
Interakcja							
Lęk sytuacyjny x Pamięć robocza	- 0,412	1,388	- 0,027		- 0,297	- 0,027	[ -3,112; 2,076 ]

**Objaśnienie:**

B – współczynnik beta

SE B – błąd standardowy współczynnika beta

$\beta$  – standaryzowany współczynnik beta

$\Delta R^2$  – współczynnik determinacji, miara jakości dopasowania danych do modelu, wartość

skorygowana t – statystyka t Studenta

$sr^2$  – korelacja semicząsteczkowa podniesiona do kwadratu

95% CI – przedział ufności dla efektu, metoda bootstrap 10000 próbek

Na podstawie wyników hierarchicznej analizy regresji i liniowej ze składnikiem interakcyjnym nie udało się potwierdzić hipotezy dotyczącej moderującej roli pamięci roboczej w relacji i pomiędzy wzbudzonym lękiem

sytuacyjnym a zarówno całkowitą, jak i względną poprawnością transformacji allocentrycznych mierzonej testem rotacji i mentalnych w wersji figurowej.

### **6.5.7 Moderująca rola pamięci roboczej we wpływie wzbudzonego lęku na efektywność transformacji allocentrycznych w wersji figurowej**

W hipotezie dotyczącej efektywności wykonania zadania Vandenberg'a posłużono się konsekwentnie dwoma wskaźnikami, „surowszym” określanym jako „efektywność całkowita” i „łagodniejszym” określanym jako „efektywność względna”. Pierwszy z nich oparto na współczynniku proporcji poprawności całkowitej do czasu reakcji na te odpowiedzi.

Posłużono się zatem wzorem: 
$$\frac{\text{efektywność całkowita}}{\text{czas reakcji}}$$

Przeprowadzony test Shapiro – Wilka wykazał zgodność rozkładu wyników z rozkładem normalnym ( $p < 0,05$ ). Przeprowadzono analizę hierarchicznej regresji liniowej ze składnikiem interakcyjnym utworzonym ze zdekodowanej zmiennej kategoryjnej – wzbudzonego lęku sytuacyjnego oraz wystandaryzowanej zmiennej ilościowej – pojemności pamięci roboczej (tabela 1.25). Analiza nie wykazała dopasowania danych do modelu zarówno w kroku pierwszym badających efekty główne zmiennych niezależnych na efektywność całkowitą wykonywanego zadania  $F(2,123) = 2,072, p > 0,005$ , jak i po włączeniu do modelu składnika interakcyjnego  $F(3,123) = 1,599, p > 0,005$ . Nie odnotowano zależności efektywności całkowitej od wzbudzonego lęku sytuacyjnego ( $\beta = 0,068, p > 0,005$ ) ani od pojemności pamięci roboczej ( $\beta = 0,170, p > 0,005$ ). Włączenie składnika interakcyjnego również nie dało istotnych statystycznie efektów ( $\beta = -0,073, p > 0,005$ ). Wyniki analizy próbkowania na 10000 są spójne z wynikami analizy regresji. Wyniki ukazuje tabela 6.27.

**Tabela 6.27**

*Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: efektywność względna transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji figurowej*

Kroki	B	SE B	B	$\Delta R^2$	t	sr <sup>2</sup>	95% CI
<b>Krok 1</b>							
Lęk sytuacyjny	0,001	0,001	0,068	0,033	0,763	0,069	[ - 0,001; 0,002 ]
Pamięć robocza	3,985	0,001	0,170		1,903	0,169	[ 3,504; 7,536 ]
<b>Krok 2</b>							
Lęk sytuacyjny	0,001	0,001	0,068	0,005	0,763	0,065	[ - 0,001; 0,002 ]
Pamięć robocza	4,155	0,001	0,177		1,971	0,169	[ 4,483; 7,904 ]
Interakcja							
Lęk sytuacyjny x Pamięć robocza	0,001	0,001	- 0,073		- 0,816	- 0,056	[ - 0,001; 0,001 ]

**Objaśnienie:**

B – współczynnik beta

SE B – błąd standardowy współczynnika beta

$\beta$  – standaryzowany współczynnik beta

$\Delta R^2$  – współczynnik determinacji, miara jakości dopasowania danych do modelu, wartość

skorygowana t – statystyka t Studenta

sr<sup>2</sup> – korelacja semicząsteczkowa podniesiona do kwadratu

95 % CI – przedział ufności dla efektu, metoda bootstrap 10000 próbek

Następnie, zweryfikowano hipotezę o moderującej roli pamięci roboczej na efektywność wykonywania Zadania Vandenberg’a w oparciu o łagodniejszy wskaźnik nazwany „efektywnością względną”, utworzonym na podstawie wzoru:

$$E = \frac{A + B \cdot X + C \cdot Y + D \cdot X \cdot Y}{\sqrt{1 + B^2 + C^2 + D^2}}$$

Eksploracja rozkładu wartości zmiennej testem Shapiro – Wilka wykazała zgodność z rozkładem normalnym ( $p > 0,05$ ). Podjęto decyzję o przeprowadzeniu hierarchicznej regresji liniowej ze składnikiem interakcyjnym uformowanym z dwóch zmiennych niezależnych: zdekodowanej zmiennej nominalnej oraz wystandaryzowanej zmiennej ciągłej. Analiza nie wykazała dopasowania danych do modelu regresji ani w przypadku kroku pierwszego  $F(2,123) = 1,294, p > 0,005$  ani po włączeniu składnika interakcyjnego w kroku drugim  $F(3,123) = 1,030, p > 0,005$ . Skorygowany współczynnik  $R^2$  wykazał, iż w pierwszym kroku

regresji zmienne niezależne wyjaśniały zmienność zmiennej zależnej w około 2% i efekt ten został zminimalizowany po włączeniu składnika interakcyjnego. Analiza wykazała brak zależności efektywności względnej od wzbudzonego lęku sytuacyjnego ( $\beta = 0,018, p > 0,005$ ) oraz od pojemności pamięci roboczej ( $\beta = 0,144, p > 0,005$ ). W drugim kroku analizy, po włączeniu składnika interakcyjnego nie odnotowano moderującej roli pamięci roboczej w badanej relacji między wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a efektywnością ( $\beta = - 0,065, p > 0,005$ ). Obserwowane prawidłowości potwierdziła metoda bootstrap na 10000 wykazując, iż jedynie w przypadku pojemności pamięci roboczej dolny i górny przedział ufności nie był oddzielony zerem, a pomiędzy przedziałami ufności dla pozostałych zmiennych występowała wartość 0. Wyniki prezentuje Tabela 6.28.

**Tabela 6.28**

*Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: efektywność całkowita transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji figurowej*

Kroki	B	SE B	$\beta$	$\Delta R^2$	t	sr <sup>2</sup>	95% CI	
<b>Krok 1</b>								
Lęk sytuacyjny	0,001	0,001	0,018	0,021	0,196	0,018	[- 0,001; 0,001]	
Pamięć robocza	3,239	0,001	0,144		1,600	0,144	[- 3,261; 6,635]	
<b>Krok 2</b>								
Lęk sytuacyjny	0,001	0,001	0,018	0,001	0,197	0,018	[- 0,001; 0,001]	
Pamięć robocza	3,383	0,001	0,150		1,660	0,150	[- 3,655; 7,074]	
Interakcja								
Lęk sytuacyjny x Pamięć robocza	0,001	0,001	- 0,065		- 0,716	- 0,065	[- 0,001; 0,001]	

**Objaśnienie:**

B – współczynnik beta

SE B – błąd standardowy współczynnika beta

$\beta$  – standaryzowany współczynnik beta

$\Delta R^2$  – współczynnik determinacji, miara jakości dopasowania danych do modelu, wartość skorygowana

t – statystyka t Studenta

sr<sup>2</sup> – korelacja semicząsteczkowa podniesiona do kwadratu

95 % CI – przedział ufności dla efektu, metoda bootstrap 10000 próbek

Na podstawie wyników hierarchicznej analizy regresji liniowej ze składnikami interakcyjnym nie udało się potwierdzić hipotezy dotyczącej moderującej roli pamięci roboczej w relacji pomiędzy wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a zarówno całkowitą, jak i efektywnością względną transformacji i allocentrycznych mierzonych testem rotacji mentalnych w wersji figurowej.

## **6.6 Podsumowanie**

Na podstawie przeprowadzonych analiz statystycznych udało się potwierdzić jedynie hipotezę dotyczącą negatywnego wpływu wzbudzonego lęku sytuacyjnego na trafność operacji egocentrycznych mierzonych Testem Przyjmowania Perspektywy, jednakże po wprowadzeniu poprawki na wielokrotne testowanie, obserwowany efekt został zniwelowany. Nie odnotowano istotnych statystycznie różnic w przypadku efektywności wykonywania tego zadania, a także w przypadku trafności i efektywności transformacji allocentrycznych mierzonych za pomocą Testu Rotacji Mentalnych w wersji dwuwymiarowej z bodźcami w postaci liter oraz trójwymiarowej z bodźcami w postaci figur. Nie udało się również zaobserwować moderującej roli pojemności pamięci roboczej w relacji pomiędzy wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a wyobraźnią przestrzenną. Pamięć robocza koreluje z niektórymi wskaźnikami wyobraźni przestrzennej, jednakże przeprowadzone analizy nie wykazały jej moderującej roli we wpływie lęku sytuacyjnego na wyobraźnię. Zbiorcze podsumowanie hipotez zostało ukazane w Tabeli 6.29.

**Tabela 6.29** Podsumowanie hipotez

<b>Hipoteza</b>	<b>Weryfikacja</b>
Osoby doświadczające wzbudzonego lęku sytuacyjnego uzyskują wyższe wyniki w zakresie trafności i efektywności transformacji egocentrycznych.	Nie potwierdzono
Osoby doświadczające wzbudzonego lęku sytuacyjnego uzyskują niższe wyniki w zakresie trafności i efektywności transformacji alocentrycznych.	Nie potwierdzono
Osoby ze wzbudzonym lękiem sytuacyjnym i o większej pojemności pamięci roboczej uzyskują wyższe wyniki w zakresie transformacji egocentrycznych w zakresie trafności i efektywności niż osoby o mniejszej pojemności pamięci roboczej.	Nie potwierdzono.
Osoby ze wzbudzonym lękiem sytuacyjnym i o większej pojemności pamięci roboczej uzyskują wyższe wyniki w zakresie transformacji alocentrycznych w zakresie trafności i efektywności niż osoby o mniejszej pojemności pamięci roboczej.	Nie potwierdzono.

## **Rozdział 7. Wnioski i dyskusja wyników**

### **7.1 Wprowadzenie**

Ostatnia część pracy przedstawia refleksje nad zrealizowanym badaniem. W tym rozdziale zostaną omówione wnioski, a następnie uzyskane wyniki będą skonfrontowane z ustaleniami innych badaczy. Następnie, zostanie ukazane znaczenie przeprowadzonego badania dla wiedzy i praktyki psychologicznej. W dalszej kolejności zostaną omówione ograniczenia zastosowanej procedury badawczej. Rozdział zakończy przedstawienie przyszłych potencjalnych kierunków badań.

### **7.2 Podsumowanie uzyskanych wyników**

Przeprowadzone badanie podporządkowano następującym celom: (1) ustaleniu wpływu lęku sytuacyjnego na procesy wyobraźni przestrzennej oraz (2) ustaleniu roli pojemności pamięci roboczej w omawianej relacji. Cele te realizowano na drodze procedury eksperymentalnej uwzględniającej wzbudzenie lęku w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych.

W badaniu nie udało się pot wierdzić postawionych hipotez badawczych, a co za t ym idzie, nie udało się rozwiązać głównego problemu badawczego . Weryfikacja statystyczna wpływu lęku sytuacyjnego na procesy wyobraźni przestrzennej pozwoliła na zaobserwowanie tylko jednego istotnego efektu statystycznego. Dotyczył on wpływu wzbudzonego poprzez manipulację eksperymentalną lęku na trafność transformacji egocentrycznych. Jednakże, w przeprowadzonym badaniu podjęto decyzję o wprowadzeniu tzw. poprawki na wielokrotne testowanie, ponieważ weryfikowano kilka hipotez za pomocą jednego testu. Po przyjęciu poprawki na wielokrotne testowanie efekt zanikł, gdyż znacznie obniżył się próg odrzucenia hipotezy zerowej. Wprowadzona poprawka uchodzi za bardzo konserwatywną. Podstawowym celem jej stosowania jest minimalizowanie ryzyka popełniania błędów pierwszego rodzaju, czyli przyjmowania wyników fałszywie pozytywnych (Danel, 2016; Midway, 2020).

Jednakże, jednocześnie podczas jej stosowania rośnie ryzyko popełniania błędów drugiego rodzaju, związanych z odrzucaniem wyników prawdziwych.

Przeprowadzone badanie wskazuje, iż wzbudzony eksperymentalnie lęk różnicuje w sposób statystycznie istotny wykonywanie transformacji egocentrycznych i efekt ten jest istotny statystycznie przy zachowaniu standardowego poziomu istotności, jednakże zanika on, gdy zostaje wprowadzona poprawka na wielokrotne testowanie. Gdyby wziąć pod uwagę stały w badaniach psychologicznych poziom istotności (0,05), uzyskany wynik informowałby o krótkotrwałym, negatywnym oddziaływaniu lęku na transformacje egocentryczne w zakresie trafności ich wykonywania. Byłby to przeciwny wynik z postawioną hipotezą, która dotyczyła pozytywnego wpływu lęku na ten typ wyobrażeń. Z całą pewnością należałoby przeprowadzić replikację badania.

W przypadku pozostałych wyników nie udało się zaobserwować istotnych efektów statystycznych dotyczących wpływu lęku na procesy wyobraźni przestrzennej w zakresie trafności i efektywności wykonywanych operacji umysłowych. Nie odnotowano również efektów interakcyjnych lęku z pojemnością pamięci roboczej, w związku z czym nie udało się ustalić roli pojemności pamięci roboczej w eksplorowanej relacji.

### **7.3 Badanie a stan wiedzy**

W badaniu przyglądano się zarówno behawioralnym, jak i psychofizjologicznym aspektom doświadczania lęku sytuacyjnego. W związku z tym, uzyskane wyniki konfrontowane są zarówno ze stanem wiedzy z obszaru psychologii emocji i psychologii poznawczej, jak i z obszaru neurobiologii.

#### **7.3.1 Behawioralne aspekty doświadczania lęku**

Zgodnie z ustaleniami badaczy, lęk negatywnie wpływa na procesy poznawcze poprzez osłabianie kontroli poznawczej (Bishop, 2008; Yang i in., 2018; Eysenck i Derakshan, 2011; Shi i in., 2019; Eysenck, 2010; Eysenck i in., 2007). Jest to manifestowane przede wszystkim

w zwiększonej podatności na dystrakcję, obniżonych możliwości utrzymywania uwagi na zadaniu oraz przekierowaniu uwagi na bodźce zagrażające (Bishop i in., 2004). Prawidłowość ta jest obserwowana w badaniach przede wszystkim w odniesieniu do lęku rozumianego jako cecha. Ustalenia dotyczące lęku – stanu i jego wpływu na procesy poznawcze, a przede wszystkim na procesy wyobraźni przestrzennej nie są już tak konkluzywne.

Uzyskane wyniki korespondują z badaniami ukazującymi, iż lęk – stan nie wpływa na procesy wyobraźni przestrzennej. Do takich wniosków doszli badacze testując wpływ lęku – cechy i lęku – stanu na funkcjonowanie notesu wzrokowo – przestrzennego, niezbędnego do przeprowadzania transformacji przestrzennych na poziomie umysłowym (Eyseck i in., 2005). Z jednej strony zauważyli oni, iż lęk – cecha wpływa jedynie na pracę centralnego systemu zarządzającego, a nie na pracę podsystemów pamięci roboczej: pętli fonologicznej oraz notesu wzrokowo – przestrzennego, który stanowi zasadniczy element wyobrażeń umysłowych. Z drugiej strony odnotowano brak efektów mediacyjnych lęku – stanu na badane funkcje pamięci roboczej.

Za taką sytuację może odpowiadać z jednej strony specyfika lęku sytuacyjnego jako fenomenu jakościowo różnego od lęku rozumianego jako cecha, jak i sama natura procesów wyobraźniowych jako operacji umysłowych w różnym stopniu angażujących procesy kontroli uwagi.

Do tej refleksji nawiązują badania, w których ukazano odmienny wpływ lęku – stanu i lęku – cechy na różne funkcje uwagi (Pacheco – Ungueti i in., 2010). Odnotowano, iż lęk rozumiany jako stan, w przeciwieństwie do lęku – cechy, nie wpływa na kontrolę uwagową, ale na funkcje alarmujące (ang. *alerting*) i orientujące (ang. *orienting*). Funkcje te podlegają wpływom kontekstu sytuacyjnego. Oznaczałoby to, iż obniżony poziom kontroli uwagowej jest zarezerwowany dla doświadczania lęku w postaci względnie trwałej cechy. Z kolei osoby o podwyższonym lęku rozumianym jako stan przejawiają podwyższony stan „gotowości” do reagowania w postaci szczególnej aktywności procesów alarmujących i orientujących.

Taki obraz świadczy o odmiennym wpływie lęku – stanu i lęku – cechy na funkcje uwagowe, a co za tym idzie, operacje przestrzenne, które w różnym stopniu te funkcje wykorzystują. Z tego

powodu zasadne jest uwzględnienie w przyszłych badaniach relacji pomiędzy poszczególnymi funkcjami wykonawczymi a transformacjami przestrzennymi.

Uzyskane wyniki są sprzeczne z rezultatami badań, w których zaobserwowano oddziaływanie lęku na wyobraźnię przestrzenną. Oznacza to, iż badanie nie wpisuje się ani w pulę badań ukazujących pozytywny wpływ lęku ani dezorganizujący.

W badaniu spodziewano się pozytywnego wpływu lęku na transformacje egocentryczne, co udało się uzyskać w badaniach Kaltner i Jansen (2014). W badaniach tych uczestnicy szybciej rotowali pod wpływem lęku niżeli grupa kontrolna. Obserwowana w badaniu tendencja wyników dotyczących transformacji egocentrycznych stoi w opozycji do wyników Kaltner i Jansen (2014) ukazujących pozytywny wpływ lęku na ten typ transformacji, ponieważ uczestnicy wykonywali zadanie mniej trafnie pod wpływem lęku niżeli grupa kontrolna.

Z bardzo dużą dozą ostrożności można potraktować ten wynik jako sygnał, iż lęk zadziałał bardzo subtelnie i jedynie na wykonywanie pierwszego zadania po wprowadzeniu manipulacji eksperymentalnej. Z drugiej zaś strony, zadanie to opierało się na transformacjach egocentrycznych, w których badany jest proszony o wyobrażanie sobie obiektów oraz ich transformację z własnej perspektywy, pozostając we wewnętrznych ramach odniesienia. Zgodnie z ustaleniami innych badaczy, czynność ta ze względu na ucieleśnioną naturę, powinna być wykonywana lepiej pod wpływem lęku, który angażuje ośrodki motoryczne. Ponadto, badacze wskazują, iż osoby przeżywające lęk preferują pozostawanie na własnych ramach odniesienia i mają trudności z przyjmowaniem perspektywy innych osób (Todd i in., 2015). Zdaniem badaczy odpowiada za to zjawisko niepewności charakterystyczne dla lęku, które „zatrzymuje” człowieka wewnątrz wewnętrznych ramach odniesienia.

Zdecydowanie jest to temat wymagający replikacji wraz z wdrożeniem procedury *counterbalancingu*, ponieważ aktualnie nie jest możliwe do ustalenia, czy ewentualny wpływ mógł być spowodowany kolejnością zadań czy ich naturą.

Badaczki, którym udało się ustalić pozytywny wpływ lęku na wyobraźnię przestrzenną po pierwsze zastosowały inną formę jego wzbudzania, ponieważ indukowały go poprzez ekspozycję

na bodźce wzrokowe nacechowane emocjonalnie. Po drugie wskaźnikiem wykonania w ich badaniu był czas reakcji. Po trzecie badaczki nie kontrolowały w żaden sposób natężenia wzbudzonego lęku. Są to trzy zasadnicze różnice pomiędzy przeprowadzonym badaniem a badaniem zrealizowanym przez Kaltner i Jansen (2014). Facylitujący wpływ lęku indukowanego za pomocą obrazów nacechowanych afektywnie uzyskał również Borst i współpracownicy (2012), Borst (2013) i Mammarella (2011). Obrazy te pochodziły m. in. z systemu IAPS (ang. *International Affective Picture System*; Lang i in., 1997) lub jego analogów, np. zestawu bodźców prezentujących twarze z ekspresją negatywnych emocji (zestaw *NimSim*, Tottenham i in., 2009).

Uzyskane wyniki odbiegają także od rezultatów ukazujących negatywny wpływ lęku na wyobraźnię przestrzenną (np. Thoresen i in., 2016, Núñez-Peña i in., 2019; Ferguson i in., 2015; Oshiyama i in., 2018). Jednakże, wpływ ten zaobserwowano przede wszystkim w badaniach nad lękiem – cechą oraz jego specyficznymi formami jak np. lękiem związanym z matematyką (ang. *math anxiety*), lęk przed testowaniem (ang. *test anxiety*), lęk przestrzenny (ang. *spatial anxiety*).

W badaniu poświęconym dwóm typom transformacji przestrzennych, ukazano negatywny wpływ wzbudzanego za pomocą nacechowanych emocjonalnie obrazów lęku na transformacje allocentryczne (Kaltner i Jansen, 2014).

Warto zwrócić uwagę, iż referowani badacze w większości posługiwali się wskaźnikiem wykonania zadań na wyobraźnię przestrzenną zoperacjonalizowanym jako czas reakcji. W zrealizowanym badaniu zastosowano jeden wskaźnik dotyczący trafności wykonywanych zadań, informujący o liczbie poprawnych odpowiedzi oraz drugi wskaźnik informujący o proporcji poprawnych odpowiedzi do czasu reakcji. Nie brano pod uwagę samego czasu reakcji jako zmiennej podatnej na oddziaływanie lęku. W przyszłych badaniach należy to rozważyć, ponieważ dałoby to możliwość rzetelniejszego porównywania uzyskanych wyników.

### 7.3.2 Neurobiologiczne aspekty doświadczania lęku

Ze względu na przeprowadzony pomiar biosygnarów, badanie uzupełnia wiedzę z obszaru neurobiologicznych podstaw lęku wzbudzanego w warunkach laboratoryjnych. Zastosowany paradygmat przygotowania wystąpienia wzbudzał zagrożenie oceną społeczną (ang. *social evaluative threat*). Zjawisko to jest uznawane za jeden z najsilniejszych stresorów uzyskiwanych w warunkach laboratoryjnych z udokumentowanym wpływem na aktywację układu SAM/ LC – NE oraz osi HPA (Dickerson i Kemeny, 2014).

Wzbudzenie lęku wywołało odpowiedź autonomiczną organizmu, której przejawem była wzmożona aktywność gałęzi sympatycznej. Wynik ten rezonuje z obserwacjami dotyczącymi pracy układu autonomicznego pod wpływem lęku oraz stresu (Takagi i in., 2018; Daviu i in., 2019).

Na podstawie uzyskanych wskaźników psychofizjologicznych odnotowano, iż aktywność współczulna jest wyrażana poprzez zwiększenie częstotliwości skurczów serca (HR). Koresponduje to z obserwacjami dotyczącymi funkcjonowania układu sercowo – naczyniowego pod wpływem aktywności współczulnej (Allen i in., 2014; Berntson i in., 2007; Burg i Pickering, 2011; Bradley i Lang, 2000; Bae i in., 2019, Rahman i in., 2018).

Przeprowadzona manipulacja wywołała również skrócenie okresu przedwyrzutowego lewej komory serca (PEP), jednakże różnice pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną w tym zakresie nie osiągnęły satysfakcjonującego poziomu istotności statystycznej. Odnotowane w badaniu skrócenie PEP w wyniku manipulacji eksperymentalnej koresponduje z wynikami uzyskanymi przez Rahmana i współpracowników (2018).

Krótkotrwałe reakcje ze strony układu współczulnego na bodźce wzbudzające zagrożenie są adaptacyjne i wspierają radzenie sobie z bodźcami wzbudzającymi zagrożenie (Ulrich-Lai i Herman, 2009; Chrousos, 2009; Selye, 1936; Chu i in., 2021). W odniesieniu do obserwowanego braku wpływu lęku na wyobraźnię przestrzenną, reakcje te mogły wyzwolić mobilizację zasobów poznawczych, hamowanie obaw i niepokoju, a w konsekwencji mogły zapobiec interferencji poznawczej. W konsekwencji, uzyskany w badaniu poziom aktywności

współczulnej mógł wspierać procesy kontrolno – uwagowe. Taka interpretacja ukazuje, iż chwilowe zakłócenie równowagi autonomicznej pomaga poradzić sobie z bodźcami zagrażającymi nie tylko na poziomie mobilizacji organizmu, ale również mobilizacji zasobów umysłowych do poradzenia sobie z zadaniem.

Przedłużone i powtarzające się odpowiedzi ze strony układu SAM – LC / NE i osi HPA charakterystyczne dla lęku rozumianego jako cecha oraz lęku klinicznego są z kolei nieadaptacyjne, ponieważ wiążą się z trwałym zakłóceniem homeostazy autonomicznej. Taka sytuacja wiąże się z obniżoną kontrolną uwagową manifestowaną w systematycznym negatywnym wpływie lęku – cechy na procesy poznawcze. Z drugiej zaś strony, trwałe pobudzenie układu SAM – LC / NE oraz osi HPA może stać się czynnikiem ryzyka chorób związanych z układem sercowo – naczyniowym (Chu i in., 2021).

#### **7.4 Umiarkowany lęk jako fenomen psychologiczny**

Mimo pobudzenia układu współczulnego przejawiającego się w podwyższonej częstotliwości skurczów serca oraz obniżonym okresie przedwyrzutowym, indukowany laboratoryjnie lęk związany z przygotowaniem wystąpienia nie wpłynął na procesy poznawcze. Może to sygnalizować, iż doszło do wzbudzenia lęku do pewnego stopnia, jednakże nie na tyle intensywnego i trwałego, aby niósł on konsekwencje dla kontroli uwagowej w postaci dezorganizacji lub facylitacji wykonywanych zadań poznawczych.

Sugeruje to odejście od traktowania lęku w sposób kategoryalny na zasadzie stwierdzania jego obecności lub braku. Takie zerojedynkowe (czy restrykcyjne) podejście na przykładzie przeprowadzonego badania okazuje się być nieskuteczne. Być może należałoby traktować lęk na zasadzie pewnego spektrum pobudzenia napięciowego, w jakim znajduje się organizm człowieka (Thayer, 1989). Jeżeli jest ono umiarkowane, nie niesie zasadniczych zmian na poziomie poznawczym. Natomiast, wraz z jego wzrostem, przy niższych możliwościach kontroli uwagowej, może dojść do zakłócenia przebiegu procesów umysłowych (Huri i in., 2019).

W takiej sytuacji uczestnicy niniejszego badania mogli odczuwać tzw. umiarkowany lęk (ang. *mild anxiety*), który co prawda jest rejestrowany na poziomie funkcjonowania układu współczulnego, jednakże nie niesie za sobą konsekwencji dla aspektów behawioralnych. Wraz ze wzrostem pobudzenia, lęk mógłby oddziaływać na procesy poznawcze, jednakże musiałyby zaistnieć ku temu warunki wyzwalające np. obniżenie kontroli uwagowej. Oznaczałoby to, iż w pewnych sytuacjach, jak ta zaistniała podczas badania, można doświadczać lęku sytuacyjnego o słabym natężeniu, ale nie przekłada się to ani na jakościowo ani na ilościowo słabsze funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej.

W odniesieniu do specyfiki wzbudzanego lęku, uznawane za silny stresor zagrożenie oceną społeczną, w przeprowadzonym badaniu jawi się również jako fenomen, który nie dezorganizuje całościowo zachowania i jest manifestowany jedynie na płaszczyźnie fizjologicznej. Lęk ten sygnalizuje swoją obecność w postaci wskaźników podwyższonej aktywności współczulnej, jednakże mobilizacja na poziomie neurobiologicznym wspomaga procesy odgórne, odpowiedzi one są ukierunkowane na cel zachowanie oraz hamowanie dystrakcji.

Umiarkowanemu lękowi może towarzyszyć „wystarczająco dobry” poziom kontroli uwagowej, aby powstrzymać dystrakcję wywołaną przez komunikaty powiązane z zagrożeniem. W takiej sytuacji nie dochodzi do zachwiania równowagi pomiędzy odgórnymi a oddolnymi procesami uwagowymi. W przeprowadzonym badaniu, mimo wystąpienia bodźców wzbudzających lęk, uczestnikom udało się utrzymać uwagę na zadaniach, które mieli do wykonania. Mogli oni albo z powodzeniem hamować myśli wywołane przez lęk i opierać się rozproszeniu lub po prostu nie wystąpiły myśli niepowiązane z zadaniem. Być może dobrym zabiegiem byłoby zastosowanie tzw. „prób myślowych” (ang. *thought probes*), w których uczestnicy oceniają poziom swojej uwagi na podstawie pięciostopniowej skali. Taki zabieg zastosowali w swoim badaniu Nash Unsworth i Matthew K. Robison (2017). Uczestnikom pomiędzy zadaniami w procedurze badawczej zadawano pytania, np.: „O czym myślałeś tuż przed pojawieniem się tego pytania?”. Do wyboru było pięć odpowiedzi, np. „Byłem zupełnie skupiony na wykonywanym zadaniu” lub „Myślałem o innych rzeczach, które nie są związane

z zadaniem”. Zastosowanie takiej procedury umożliwiłoby wychwycenie momentów badania, w których dochodzi do obniżenia kontroli uwagowej.

Realne deficyty uwagowe, które przekładają się na obniżoną kontrolę uwagową, występują w dobrze udokumentowanych przypadkach lęku – cechy (Thoresen i in., 2016; Ferguson i in., 2015; Maloney i in., 2012; Núñez-Peña i in., 2019; Oshiyama i in., 2018; Viaud-Delmon, Berthoz, Jouvent, 2002; Burles i in., 2014). Osoby cechujące się podwyższonym poziomem lęku, czyli lękowością, mogą mieć stały wzorzec funkcjonowania związany z obniżoną kontrolą uwagową, który ma konsekwencje dla wykonywania zadań poznawczych, zwłaszcza w warunkach laboratoryjnych (Pacheco – Ungueti, i in., 2010).

W dalszej kolejności ukazuje to, iż doświadczanie lęku nie jest zjawiskiem jednorodnym i identycznym dla wszystkich osób go doświadczających. Prawdopodobnie w reakcji tej uczestniczą inne czynniki, głównie dyspozycyjne, które determinują jej przebieg oraz wpływ na funkcjonowanie poznawcze, m. in. w zakresie wyobrażeń. Do czynników tych mogą należeć także inne poza pojemnością pamięci roboczej względnie trwałe właściwości człowieka, jak m. in. lęk rozumiany jako cecha czy podstawowe właściwości układu nerwowego związane z zapotrzebowaniem organizmu na stymulację. Dla niektórych osób komunikaty wzbudzające lęk mogą działać na zasadzie „dobodźcowania” (np. osób niskoreaktywnych), które powoduje, iż przejawiają oni wyższą motywację do wykonywania zadań poznawczych traktując je w kategoriach wyzwania.

Problematyka ta zdecydowanie wymaga rozwinięcia i dopracowania pod kątem teoretycznym, jak i empirycznym. W przyszłych badaniach należałoby rejestrować funkcjonowanie układu współczulnego i dążyć do ustalenia „punktu przełomowego”, w którym lęk zaczyna nieść za sobą efekty dla funkcjonowania poznawczego człowieka. Jednocześnie, należałoby uznać, iż jest możliwe doświadczanie umiarkowanego lęku, który takich konsekwencji nie niesie. W pewnym stopniu taka rekonceptualizacja lęku sytuacyjnego uwzględniająca jego dymensjonalny charakter rezonuje ze znanym na gruncie psychologii eksperymentalnej prawem Yerkesa – Dodsona (1908).

Należałoby się również przyjrzeć, do jakiego stopnia umiarkowany lęk wzbudza obawy i niepokój, które rutynowo są przedstawiane przez badaczy jako poznawcza „twarz” tej emocji. Być może obawy i niepokój stanowią domenę intensywnie przeżywanego lęku, natomiast umiarkowany lęk cechuje inny aspekt treściowy przejawiany w wewnętrznym monologu człowieka. Należałoby się temu przyjrzeć, gdyż o ile obawy i niepokój stanowią aspekt absorbujący zasoby poznawcze i tym samym prowadzący do obniżenia kontroli poznawczej, treściowa charakterystyka umiarkowanego lęku może być inna jakościowo, w związku z czym nie dochodzi do interferencji poznawczej. Może również być tak, iż jakość treściowa pojawiająca się na gruncie lęku umiarkowanego wiąże się z pewnymi myślami zaradczymi, które chronią przed powstawaniem owej interferencji.

Jeżeli lęk wzbudzony zastosowaną manipulacją eksperymentalną lęk oddziaływał na funkcjonowanie poznawcze uczestników, to odbywało się to w bardzo subtelny sposób, który nie miał przełożenia ani na procesy uwagowe ani na procesy wyobraźni przestrzennej. Wzbudzony lęk przyjmował formę, której doświadczyła zdecydowana większość uczestników badania chociażby w trakcie edukacji w środowisku szkolnym. Oznacza to, iż nie było to nowe jakościowo doświadczenie dla uczestników badania. Prawdopodobnie człowiek na tym etapie rozwojowym, na którym byli uczestnicy badania, reaguje mniej intensywnie na znane już formy lęku, w tym lęk powiązany z przyszłą oceną i łatwiej racjonalizuje to, co się dzieje (o ile nie doświadcza zaburzeń lękowych). Dużym wyzwaniem pod kątem etycznym byłaby eksperymentalna weryfikacja tego wśród młodszych kohort, np. nastolatków czy starszych dzieci, które realnie są narażone na wzbudzanie lęku związanego z ekspozycją społeczną, np. oceną w środowisku szkolnym.

Co więcej, być może wykonywanie zadań ze względu na ich złożoność i atrakcyjność było tak absorbujące zasoby poznawcze, iż uczestnicy po pewnym czasie zapominali o czekającym ich wystąpieniu i prezentowaniu definicji słów na koniec badania. Mogło to mieć miejsce, jeżeli byli faktycznie skupieni na zadaniach poznawczych i zmotywowani, aby dobrze wypaść w badaniu. W takiej sytuacji zadania poznawcze mogły odciągać uwagę od przeprowadzonej manipulacji eksperymentalnej. Uczestnicy mogli także zapomnieć podczas

wykonywania zadań przestrzennych o czekającej ich wypowiedzi na koniec badania, ponieważ nie wspomniano o tym wcześniej ani na poziomie komunikatów dotyczących możliwości wzięcia udziału w badaniu oraz przed samym badaniem. Argumentem przemawiającym za taką wersją jest fakt, iż wielu uczestników badania deklarowało, iż zapomniało o zadaniu opisanym w procedurze eksperymentalnej, gdy dochodziło do ujawnienia celów badawczych i odkłamania procedury.

W doskonalszej wersji badania, można by wprowadzić komunikaty „przypominające” o czekającym uczestników wystąpieniu. Tego typu komunikaty mogłyby się pojawiać pomiędzy poszczególnymi zadaniami na wyobraźnię przestrzenną. Być może zabieg ten pozwoliłby na „podtrzymanie” wzbudzonego lęku sytuacyjnego, a co za tym idzie, uzyskanie jego silniejszych efektów.

### **7.5 Wyobraźnia przestrzenna: proces czy zdolność ?**

Na uzyskane wyniki można spojrzeć również z perspektywy specyficznej natury wyobraźni przestrzennej. Procesy te na podstawie przeprowadzonego badania jawią się jako „odporne” na doświadczanie lęku w takiej formie, w jakiej został on wzbudzony w warunkach laboratoryjnych. Drogą do zrozumienia wpływu lęku na procesy poznawcze jest jego wpływ na procesy uwagowe. W przeprowadzonym badaniu nie odnotowano, aby lęk wpływał na wyobraźnię przestrzenną, wobec czego należałoby przyjąć inną optykę na temat wyobrażeń przestrzennych. Są to odgórne złożone procesy poznawcze, które zdecydowanie wymagają zasobów poznawczych, a ich przebieg jest determinowany sprawnością innych procesów poznawczych. Powstaje jednak pytanie, do jakiego stopnia wyobraźnia przestrzenna angażuje różne funkcje uwagowe: funkcje wykonawcze, funkcje alarmujące i funkcje orientacyjne. Problematyka ta wymaga eksploracji empirycznej w przyszłych badaniach, np. weryfikacji na ile poszczególne aspekty wyobraźni przestrzennej: transformacje egocentryczne i transformacje allocentryczne faktycznie wiążą się z procesami kontrolno – uwagowymi, manifestowanymi przez funkcje wykonawcze, a na ile z procesami kontrolnymi i uwagowymi. Należałoby to zbadać używając zadań obciążających trzy różne funkcje uwagowe.

Z drugiej zaś strony, w zrealizowanym badaniu mogło dojść do sytuacji, w której chęć uczestnictwa zadeklarowały osoby o ponadprzeciętnych możliwościach wyobraźni przestrzennej. Mogło dojść do stronniczości w wyborze grupy osób badanych poprzez komunikat informujący o możliwości wzięcia udziału w eksperymencie. W jego treści było zawarte, iż badanie dotyczy funkcjonowania wyobraźni przestrzennej. W związku z tym, chęć udziału w badaniu mogły zgłosić osoby, które preferują zadania angażujące wyobraźnię przestrzenną, czując się kompetentnie w tym zakresie i chcąc sprawdzić swoje możliwości. Gdyby badanie miało zostać przeprowadzone drugi raz, prawdopodobnie skutecznym zabiegiem byłaby informacja o badaniu procesów poznawczych bez wskazywania, które konkretnie będą podlegały testowaniu, aby nie doprowadzić do tendencyjnej charakterystyki próby.

Jeżeli taka sytuacja miała miejsce, o wysokim poziomie funkcjonowania wyobraźni przestrzennej należałoby myśleć w kategoriach pewnych stałych właściwości, należących do konstytucji psychicznej uczestników. Brak wpływu lęku na wyobraźnię przestrzenną świadczyłby w takiej sytuacji o odporności na czynniki sytuacyjne cechującą stałe elementy funkcjonowania poznawczego człowieka, związane z pewnymi ugruntowanymi zdolnościami.

W takiej sytuacji można zaryzykować stwierdzenie, iż w przypadku pewnych trwałych zdolności, chwilowe doświadczenia nie mają na nie wpływu. Aby się temu bliżej przyjrzeć, należałoby porównać realizację zadań na wyobraźnię przestrzenną pod wpływem lęku wśród osób mających ku temu pewne zdolności (np. z racji wykonywanej profesji) i osoby, które na co dzień wykorzystują wyobraźnię przestrzenną w mniejszym stopniu.

Problematyka wyobraźni przestrzennej faktycznie często jest podejmowana na gruncie literatury w odniesieniu do tzw. zdolności wzrokowo - przestrzennych (ang. *visuo - spatial abilities*). Zdolności wzrokowo - przestrzenne obejmują aktywności manipulacji położeniem obiektów na poziomie umysłowym, wizualizacji obiektów oraz nawigacji (Mix i Cheng, 2012). Wskazuje to, iż zdolności przestrzenne są czymś więcej niż wyobraźnia przestrzenna, która zakłada jedynie umysłowe transformacje obiektów (w postaci allocentrycznej lub egocentrycznej) lecz bez realnego działania w przestrzeni pozaumysłowej, które jest manifestowane w procesach nawigacji. W badaniu ujmującym

problematykę wpływu lęku na nawigację zaobserwowano, iż negatywnie oddziaływał on wtedy, gdy badani przejawiali mniejsze zdolności wykonywania rotacji umysłowych (Thoresen i in., 2014).

## **7.6 Praktyczne znaczenie badania**

Wielokrotnie zaobserwowano w badaniach, iż zarówno poziom lęku, jak i pojemność pamięci roboczej mają znaczenie dla codziennego funkcjonowania człowieka na różnych etapach rozwojowych, m. in. osiągnięć szkolnych, akademickich czy zawodowych. Doświadczanie lęku przy mniejszej pojemności pamięci roboczej może być czynnikiem ryzyka, predysponującym do obniżonego funkcjonowania w wyżej wymienionych obszarach.

Na podstawie zrealizowanego badania można sformułować konkluzję, iż sytuacyjnie wzbudzone obawy i niepokój zdają się nie mieć silnego wpływu na procesy poznawcze lub po prostu nie występują, gdy lęk jest na umiarkowanym poziomie. Osoby, które nie przejawiają podwyższonego lęku – cechy ani zaburzeń lękowych najprawdopodobniej „kompensują” wzbudzany stan poprzez sprawne działania zaradcze np. procesy regulacji emocji pod postacią redefinicji poznawczej (por. Gross, 1998), tak, iż nie ma on wpływu na dalsze wykonywanie zadań. Interesującym zabiegiem w tym kontekście byłaby analiza roli strategii regulacji emocji w badanej relacji między wzbudzonym lękiem a wyobraźnią przestrzenną w odniesieniu do jej dwóch typów: transformacji egocentrycznych oraz allocentrycznych. Co więcej, cennych informacji dostarczyłaby również eksploracja interakcji pojemności pamięci roboczej i strategii regulacji emocji w odniesieniu do funkcjonowania wyobraźni przestrzennej.

Jednakże, przenosi to uwagę na potencjalne grupy ryzyka, które stanowią osoby o podwyższonym lęku – cechy oraz osoby cierpiące na zaburzenia lękowe. W tych obszarach wpływ lęku na procesy poznawcze przez obniżanie kontroli uwagi został wielokrotnie ukazany zarówno wśród populacji osób zdrowych o wyższym poziomie lęku – cechy (np. Edwards i in., 2015; Osinsky i in., 2012; Takili Sari, 2021), jak i wąskich populacjach osób, które

doświadczają zaburzeń lękowych (np. Armstrong i in., 2011; Blair i in., 2012; Stefanopoulou i in., 2014).

W konsekwencji może nieść to wykluczenie z różnych obszarów funkcjonowania, w których istotne jest sprawne funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej, np. w dziedzinach STEM. Aby do tego nie dopuścić, kluczowa jest odpowiednio wczesna diagnoza i rozpoznawanie lękowych wzorców zachowania wśród dzieci i nastolatków. W placówkach oświatowych oraz poradniach psychologiczno-pedagogicznych powinno prowadzić to do opracowywania planów prewencyjnych oraz interwencyjnych uwzględniających nie tylko techniki redukcji lęku, ale i treningi funkcji poznawczych dla osób należących do grup ryzyka.

## **7.7 Ograniczenia metody badawczej**

Badania eksperymentalne polegający na manipulacji poziomem zmiennej niezależnej jako jedyne dają możliwość orzekania o związkach przyczynowo – skutkowych, co stanowi ich niekwestionowaną zaletę (Brzeziński, 2015). Metoda ta ma pewne ograniczenia, które zidentyfikowano również w odniesieniu do zrealizowanego badania. W tej części pracy zostaną omówione trudności metodologiczne, które podzielono na kilka kategorii.

### **7.7.1 Ograniczenia płynące z planu badawczego**

Ograniczeniem związanym z planem badawczym była konieczność sprowadzenia badania do jednokrotnego spotkania z uczestnikiem. Początkowo planowano rozłożyć badanie na dwa osobne spotkania, które byłyby oddzielone około 14 – dniową przerwą. Jednakże, z przyczyn epidemiologicznych, nie było to możliwe, w związku z czym cały proces badawczy skumulowano w jednym spotkaniu z uczestnikami. Skutkowało to badaniem pojemności pamięci roboczej na końcu badania, po wprowadzonej manipulacji eksperymentalnej oraz zadaniach na wyobraźnię przestrzenną. Wybór takiej porządku był podyktowany obserwacją pochodzącą z badań pilotażowych, w których zadanie to otwierało porządek badania. W badaniach tych

zaobserwowano, iż realizacja zadania Ospan, które służy do pomiaru pojemności pamięci roboczej, była bodźcem oddziałującym na osoby badane pod kątem ich zmęczenia, obciążenia poznawczego oraz pobudzenia emocjonalnego. W niektórych przypadkach zadanie Ospan przypominało manipulację eksperymentalną i wzbudzało lęk u osób badanych. Działo się tak, ponieważ zadanie to jest czasochłonne i z racji złożonej struktury absorbuje zasoby poznawcze. Aby zredukować ryzyko wpływu wprowadzania zadania Ospan na wykonywanie innych zadań, podjęto decyzję, aby przenieść je na koniec badania. Jednakże, taki zabieg wniósł ryzyko, iż zadanie Ospan stanie się podatne na oddziaływanie lęku, ponieważ jest wprowadzane po manipulacji eksperymentalnej. Aby zminimalizować to ryzyko, podjęto decyzję o wprowadzeniu około 20 – minutowej przerwy po ukończonych zadaniach na wyobraźnię przestrzenną. W tym czasie uczestników proszono o wyjście z pomieszczenia i zrelaksowanie się.

W projektowanym badaniu zabrakło zastosowania metody *counterbalancingu* polegającej na zmianie kolejności zadań realizowanych po wprowadzonej manipulacji eksperymentalnej. Zadania były realizowane w jednej, ustalonej kolejności, która nie była modyfikowana. W ponownie przeprowadzonym badaniu eksperymentalnym procedura ta powinna zostać uwzględniona, aby zminimalizować efekty wynikające z kolejności następujących po sobie zadań. Wprowadzenie *counterbalancingu* powinno polegać na losowym przydziale uczestników z grupy kontrolnej i eksperymentalnej do warunków badawczych z różną kolejnością (Brooks, 2012). Zastosowanie tej metody w replikacji badania byłoby również pożyteczne pod kątem uzyskanych wyników w odniesieniu do oddziaływania lęku na transformacje egocentryczne. Zgodnie ze standardowym poziomem istotności, odnotowano efekt lęku na trafność tych transformacji, który zniknął po wprowadzeniu konserwatywnej poprawki Bonferroniego. Było to pierwsze zadanie wprowadzone bezpośrednio po zastosowanej manipulacji eksperymentalnej. Z jednej strony jest to informacja o możliwym krótkotrwałym i subtelnym wpływie lęku na transformacje egocentryczne, a z drugiej strony o wrażliwości tego typu wyobrażeń przestrzennych na oddziaływanie lęku. Aby móc poprawnie zinterpretować uzyskany wynik w przypadku jego replikacji, należałoby zweryfikować, czy wprowadzony

*counterbalancing* modyfikuje uzyskane efekty. W przypadku, gdyby zmieniona kolejność zadań nadal pozwalała na zaobserwowanie istotnych wyników w zakresie podatności transformacji egocentrycznych na lęk, oznaczałoby to, iż jest to specyfika tego typu wyobrażeń.

Zidentyfikowano również ograniczenie wynikające z wielkości badanej próby. Pomimo, iż do badania zaproszono 149 osób, materiał badawczy nadający się do weryfikacji hipotez statystycznych pochodził od znacznie mniejszej grupy. Jeszcze mniej danych udało się zebrać z pomiaru psychofizjologicznego, gdzie utracono około 30-40% danych. Do przyszłego badania należałoby zaprosić dwukrotnie większą liczbę uczestników.

W badaniu korzystano z Testu Rotacji Mentalnych w wersji komputerowej. Uczestnicy rozstrzygali, czy eksponowana litera jest ukazana w normalnym położeniu lub odbiciu lustrzanym. W zadaniach realizowanych w paradygmacie rotacji mentalnych kontrolowano kąt rotacji (ang. *angular disparity*). W badaniach Kaltner i Jansen (2014) kontrolowano kąty 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, natomiast w badaniach Borsta i współpracowników (2012) i Borsta (2013) kontrolowano kąty 50°, 100°, 150°. W przeprowadzonym badaniu zabrakło kontroli kąta rotacji, który mógłby różnicować wykonywanie zadania pod wpływem lęku. W udoskonalonej wersji badania należałoby wziąć to pod uwagę.

W wielu badaniach podejmujących problematykę wpływu lęku na procesy poznawcze, badacze stosują narzędzia samoopisowe celem pomiaru lęku u osób badanych. Najczęściej wykorzystywanym w badaniach narzędziem kwestionariuszowym jest Inwentarz Stanu i Cechy Lęku (ang. *State – Trait Anxiety Inventory*, STAI) autorstwa Spielbergera i współpracowników (2011). Wzbudzony lęk mógłby również podlegać kontroli przez inne narzędzia samoopisowe, jak np. Listę Przymiotników Thayera służącą identyfikacji pobudzenia u uczestników badania. Interesującym narzędziem jest także Inwentarz Stanu i Cechy Lęku Poznawczego i Somatycznego (ang. *State – Trait Inventory for Cognitive and Somatic Anxiety*, STICSA). Narzędzie to składa się z dwóch skal: somatycznej oraz poznawczej, w związku z czym daje możliwość rozróżnienia dwóch aspektów doświadczanego lęku lub lęku – cechy. Z perspektywy stawianych w dyskusji pytań o wystąpienie ruminacji i myśli niepowiązanych z zadaniem, zastosowanie skali poznawczej byłoby cenne.

W przeprowadzonym badaniu polegano na obiektywnych wskaźnikach psychofizjologicznych informujących do aktywacji układu współczulnego. Jednakże, znaczną część danych pochodzących z tego pomiaru utracono, co skutkowało przeprowadzeniem weryfikacji powodzenia manipulacji eksperymentalnej na mniejszej próbie. Gdyby badanie miało być przeprowadzone ponownie, zdecydowanie warto byłoby skorzystać z dwóch metod (zasada triangulacji). Pobranie subiektywnych wskaźników odczuwanego lęku stanowiłoby wartościowe uzupełnienie danych psychofizjologicznych.

### **7.7.2 Ograniczenia płynące z manipulacji eksperymentalnej**

W zrealizowanym badaniu wzbudzano lęk sytuacyjny w paradygmacie przygotowania wystąpienia (ang. *speech preparation*). Uczestnicy przydzieleni na drodze randomizacji do grupy eksperymentalnej otrzymywali polecenie, iż mają zapisać definicje słów wyświetlanych na ekranie, a po badaniu będą je prezentowali. Wypowiedzi miały być rejestrowane i poddawane ocenie przez niezależnych sędziów, a następnie porównywane z wynikami innych uczestników. Procedura ta miała na celu podkreślenie antycypacyjnej natury lęku, który odnosi się do przyszłych potencjalnych wydarzeń, które są uważane za zagrażające.

Prezentacja bodźca wzrokowego może być skuteczniejszą manipulacją eksperymentalną od zastosowanego w zrealizowanym badaniu zadania. Bodźce wzrokowe na poziomie neurobiologicznym przetwarzane są w sposób zbliżony do bodźców przestrzennych, co może wywołać zjawisko konkurencji o zasoby poznawcze niezbędne dla przetwarzania tych informacji. Jednoczesne przetwarzanie bodźców wzrokowo - przestrzennych pochodzących z zadania na wyobraźnię przestrzenną i bodźców wzrokowych pochodzących z manipulacji eksperymentalnej mającej na celu wzbudzenie lęku obciąża notes wzrokowo – przestrzenny w pamięci roboczej. Proces ten przebiega niczym „zadanie podwójne” (ang. *dual – task*), w którym przetwarzanie informacji w zadaniu docelowym przebiega równolegle z przetwarzaniem informacji w zadaniu „dociążającym”. W tej sytuacji zadaniem głównym jest zadanie na wyobraźnię przestrzenną, a zadaniem dociążającym przetwarzanie bodźców

nacechowanych emocjonalnie. Ponieważ obydwie zadania czerpią zasoby poznawcze pochodzące z tej samej puli, dochodzi do interferencji strukturalnej i/lub zasobowej. Jak wspomniano we wcześniejszej części pracy, bodźce wzbudzające lęk są atrakcyjniejsze dla systemu poznawczego aniżeli bodźce neutralne. W związku z tym, dochodziłoby do osłabionego wykonania zadania angażującego wyobraźnię przestrzenną.

Z drugiej zaś strony, prezentacja bodźców afektywnie nacechowanych nie prowadzi do antycypacji zagrożenia, a doświadczania go w momencie przetwarzania eksponowanego obrazu. W związku z tym, uczestnik prawdopodobnie przeżywa w tej sytuacji w większym stopniu emocję strachu aniżeli lęku lub emocję wstrętu (Kaltner i Jansen, 2014). Oznaczałoby to, iż w badaniach tych nie tyle chodziło o wpływ lęku czy strachu na procesy wyobraźni przestrzennej, co pewnego wzbudzenia emocjonalnego wywołanego przetwarzaniem prezentowanych treści.

Po drugie, słabością przeprowadzonej procedury w badaniu jest zadanie, które przekazano grupie kontrolnej. W grupie tej nie wzbudzano lęku, natomiast postawiono za cel przekazanie uczestnikom zadania o maksymalnie podobnej strukturze, ale z neutralną treścią. Analiza danych pochodzących z pomiaru psychofizjologicznego wykazała, iż w tej grupie również doszło do zmiany parametrów pracy układu współczulnego w kierunku doświadczania lęku, jednakże były one na niższym poziomie niż w grupie eksperymentalnej. Z jednej strony wskazuje to na powodzenie manipulacji, a z drugiej strony nasuwa pytania o to, co wzbudziło u uczestników zadanie kontrolne. Najprawdopodobniej sam komunikat zadziałał również pobudzająco na ich układ współczulny, jednakże bardziej z tego powodu, iż było to zadanie, którego się nie spodziewano.

Podsumowując, w badaniu zastosowano metodę wzbudzającą najmniejsze wątpliwości pod kątem etycznym. Metoda ta w porównaniu z innymi metodami stosowanymi w badaniach nad wzbudzaniem lęku wypada mniej skutecznie. Analiza danych psychofizjologicznych pozwoliła do pewnego stopnia wykazać powodzenie manipulacji. Prawdopodobnie inny typ bodźców wzbudzających lęk zadziałałby efektywniej, co zostałoby za manifestowane zarówno na poziomie

behawioralnym w efektach wykonywanych zadań na wyobraźnię przestrzenną, jak i na poziomie funkcjonowania układu współczulnego.

### **7.7.3 Ograniczenia płynące z okoliczności prowadzonego badania**

Zidentyfikowano również ograniczenia wynikające ze sposobu organizacji badania, który mógł mieć również wpływ na uzyskane wyniki. Jak wspomniano w części poświęconej metodologicznym podstawom badania, badanie było realizowane w trakcie epidemii SARS – COV 2. W tym czasie większość badań była realizowana zdalnie, jednakże planowane badanie zakładało z jednej strony manipulację eksperymentalną mającą na celu wzbudzenie lęku, a z drugiej strony zastosowanie pomiaru psychofizjologicznego, który wymagał bezpośredniego kontaktu z uczestnikiem. Prowadzenie badania uwzględniającego manipulację eksperymentalną polegającą na indukowaniu lęku w formie zdalnej budziło również wątpliwości etyczne autorki pracy.

Podjęto zatem decyzję o przeprowadzeniu badania w formie bezpośredniego kontaktu i zaproszeniu uczestników do laboratorium. Podstawą do takiej decyzji była zgoda wyrażona przez Dziekana Wydziału Psychologii i Kognitywistyki UAM, na przeprowadzenie badania. Zgodę oparto na złożonym przez autorkę pracy wniosku prezentującym dokładny przebieg badania wraz z działaniami minimalizującymi ryzyko zakażenia koronawirusem w odniesieniu do zasad wskazanych przez Główny Inspektorat Sanitarny i dokumentu sporządzonego przez Dziekana Wydziału Psychologii i Kognitywistyki UAM, *Zasad realizacji stacjonarnych badań naukowych z udziałem osób badanych na Wydziale Psychologii i Kognitywistyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu w okresie pandemii COVID-19.*

W wyniku ograniczeń w bezpośrednim kontakcie spowodowanych obawą przed zakażeniem wirusem wywołującym chorobę jak również przebywaniem studentów w domach rodzinnych ze względu na kontynuowane w roku akademickim 2020/2021 nauczanie w formie zdalnej, utrudniony był dostęp zarówno do potencjalnych uczestników badania oraz eksperymentatorów.

Poskutkowało to koniecznością samodzielnego prowadzenia eksperymentu przez większość czasu, w którym były realizowane badania.

W związku z tym, ograniczone były możliwości zastosowania tzw. ślepej próby (ang. *blinded experiment*). Ślepa próba sprzyja obiektywizacji procesu badawczego, gdyż eksperymentator podobnie jak uczestnicy nie ma dostępu do szczegółowej treści hipotez. W związku z czym eksperymentator nie modyfikuje swojego zachowania tak, by wywołać spodziewane efekty poprzez sugestię hipotez (Orne, 1962; Brzeziński, 2004). W zaistniałej sytuacji eksperymentatorka, czyli autorka pracy posiadała dostęp do szczegółowych hipotez. Przeprowadzenie ślepej próby było możliwe dopiero w momencie włączenia drugiego eksperymentatora w proces badawczy.

#### **7.7.4 Pozostałe ograniczenia metodologiczne**

Zidentyfikowano również ograniczenia metodologiczne związane z trafnością zewnętrzną (inaczej ekologiczną) badania związaną z możliwością generalizacji wyników uzyskanych w próbie badanej na populację. Wysoką trafność zewnętrzną zapewnia realizacja badania na próbie losowej (ang. *random sampling*; Brzeziński, 2004). W takiej sytuacji badacz uzyskuje próbę reprezentatywną dla populacji. W zrealizowanym badaniu kompletowano próbę poprzez dobór ochotniczy. Próby składające się z ochotników cechuje tendencyjność, ponieważ osoby zgłaszające się na udział w badaniu stanowią same w sobie specyficzną grupę, m. in. ze względu na wyższy poziom inteligencji (Rosenthal i Rosnow, 1975 za: Brzeziński, 2004).

W przeprowadzonym badaniu uczestniczyli głównie studenci, do których adresowano komunikaty informujące o możliwości zgłoszenia się. Pozostaje zatem otwartym pytaniem na ile uzyskane wyniki można traktować jako reprezentatywne dla całej populacji. Bezpiecznym zabiegiem jest uznanie, z dużą dozą ostrożności, iż można je uogólnić na grupę studentów i młodych dorosłych.

Ponieważ badanie było realizowane w sztucznie zaprojektowanych warunkach, należy postawić również pytanie o możliwość uogólniania uzyskanych wyników w próbie badanej na

warunki pozalaboratoryjne, które cechuje wyższa złożoność. Wprowadzona manipulacja eksperymentalna miała formę spotykaną w warunkach naturalnych, gdyż była to forma typowa dla sytuacji oceny, co pozwoliło podnieść poziom tzw. realizmu życiowego (Brzeziński, 2004). Jednakże, z drugiej strony, w naturalnych warunkach na człowieka oddziałuje zdecydowanie więcej innych czynników. Mimo wystandaryzowanej formy badania, nie jest możliwa kontrola wszystkich zmiennych, które wyznaczają funkcjonowanie psychologiczne człowieka.

## **7.8 Kierunki dalszych badań**

Brak spodziewanych efektów w przeprowadzonym badaniu inspiruje do stawiania kolejnych, zmodyfikowanych pytań badawczych. Określono kilka kierunków potencjalnych badań, które mogą się przyczynić do rozwiązania stawianych problemów badawczych.

### **7.8.1 Wyobrażenia przestrzenne a kontrola uwagowa**

Przed wszystkim, należy bliżej przyjrzeć się problematycy funkcjonowania i kontroli uwagi w zadaniach angażujących wyobraźnię przestrzenną. Warto to zrobić w odniesieniu do transformacji egocentrycznych oraz allocentrycznych aby móc zweryfikować, czy ich przeprowadzanie angażuje różne funkcje uwagowe.

Cennej wiedzy dostarczyłaby weryfikacja udziału funkcji wykonawczych w podziale proponowanym przez Miyake i współpracowników (2000) na: (1) aktualizację pamięci roboczej, (2) hamowanie, (3) giętkość poznawczą w dwóch odrębnych aspektach wyobraźni przestrzennej.

### **7.8.2 Uwzględnianie różnych bodźców wzbudzających lęk**

W ponownie przeprowadzonym badaniu należałoby wykorzystać bodźce wzrokowe nacechowane emocjonalnie w celu wzbudzenia lęku sytuacyjnego. Prawdopodobnie przewidywane efekty byłyby znacznie silniejsze aniżeli w przypadku przeprowadzonego badania ze względu na to, iż bodźce wzrokowe oraz wyobrażane są przetwarzane

na poziomie tych samych struktur neuronalnych, jak i tych samych komponentów pamięci roboczej, tj. notesu wzrokowo – przestrzennego.

Jednocześnie, wartościami byłoby porównanie wpływu bodźców wzrokowych z wpływem bodźców związanych z zagrożeniem oceną społeczną na funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej. Badanie to warto byłoby uzupełnić pomiarem psychofizjologicznym, a następnie porównać wskaźniki uzyskane w wyniku ekspozycji na zadanie w paradygmacie przygotowania wystąpienia oraz ekspozycji na bodźce wzrokowe celem ustalenia, która z metod wywołuje silniejszą odpowiedź autonomiczną organizmu.

### **7.8.3 Różnice płciowe**

Jak wspomniano we wcześniejszej części pracy, różnice płciowe w obszarze wyobraźni przestrzennej są jednymi z najczęściej występujących i najlepiej udokumentowanych różnic indywidualnych w odniesieniu do wykonywanych zadań poznawczych. Cennym uzupełnieniem tej wiedzy byłoby przyjrzenie się tym różnicom w aspekcie wzbudzanego lęku. Istnieją badania ukazujące, iż lęk wiąże się z obniżonym wykonywaniem zadań przestrzennych w odniesieniu do czasu reakcji jedynie w grupie kobiet, jednakże w tym badaniach brano pod uwagę lęk rozumiany w kategoriach cechy (Oshiyama i in., 2018). W takim badaniu warto byłoby przyrzeć się odmiennym strategiom regulacji emocji związanych ze wzbudzonym stanem wśród kobiet i mężczyzn i ich znaczeniu dla kontroli uwagi, a co za tym idzie, wykonania zadań angażujących wyobraźnię przestrzenną. Z badań nad pojemnością pamięci roboczej oraz strategiami regulacji emocji wiadomo, iż większa pojemność pamięci roboczej jest powiązana z adaptacyjnymi strategiami regulacyjnymi oraz giętkością afektywną (Jasielska i in., 2015).

### **7.8.4 Badania interdyscyplinarne**

Doświadczenie lęku ma silne podstawy neurobiologiczne, w związku z czym przyszłe badania powinny w jak największym stopniu wykorzystywać miary odwołujące się do wskaźników związanych z funkcjonowaniem układu nerwowego oraz endokrynologicznego.

Poza miarami typowymi dla aktywności współczulno-wagalnej, będącymi głównie manifestacją aktywności układu SAM / LC – NE, obiecujące wydaje się włączenie miar z obszaru psychoendokrynologii, np. poziomu kortyzolu w ślinie (ang. *salivary cortisol*). Kortyzol jest uznawany za rzetelny marker wzbudzanego lęku w warunkach laboratoryjnych i stanowi produkt odpowiedzi na zagrożenie ze strony osi HPA (Eriksen i in., 1999; Bae i in., 2015; Bae i in., 2019).

## Zakończenie

Pomimo, iż w badaniu nie udało się udzielić odpowiedzi na stawiane pytania i pomyślnie zweryfikować hipotez, wnosi ono wartościowe informacje na temat funkcjonowania człowieka podczas wzbudzonego laboratoryjnie lęku.

Porównując prowadzone badania nad wpływem lęku – cechy oraz lęku – stanu, okazuje się, iż znacznie częściej prowadzone są badania nad lękiem rozumianym jako względnie trwała dyspozycja. Jednakże, prawidłowość ta wyłania się na podstawie dostępnych opublikowanych prac naukowych. Badania prowadzone w modelu korelacyjno – regresyjnym są z całą pewnością ekonomiczniejsze oraz łatwiejsze do przeprowadzenia, gdyż nie wymagają one szczególnej aparatury pomiarowej oraz specjalnie przygotowanych i wystandaryzowanych warunków badawczych, a także znacznie odporniejsze na niespodziewane czynniki sytuacyjne, jak epidemia. Jak pokazały ostatnie lata epidemii koronawirusa, wiele tego typu badań zostało przeniesionych do przestrzeni wirtualnej i z powodzeniem były w ten sposób realizowane. Realizacja niniejszego badania w sposób wirtualny nie była możliwa z przyczyn etycznych, związanych z koniecznością zachowania standaryzacji procedury badawczej oraz pobieranych wskaźników psychofizjologicznych. Badania eksperymentalne są znacznie bardziej czasochłonne, wymagające oraz kosztowne. Sprawia to, iż wciąż zbyt rzadko badacze sięgają po tego typu model badawczy, a na gruncie literatury dominują badania nad lękiem rozumianym jako cecha.

Z drugiej zaś strony, pojawia się pytanie, jaka część badań nad wpływem lęku na wyobraźnię przestrzenną została opublikowana z grona wszystkich badań, które zostały w tym obszarze zrealizowane. Można przypuszczać, iż jeżeli dostępne są głównie prace wskazujące pozytywny lub negatywny wpływ lęku na procesy poznawcze, obraz ten jest lekko zniekształcony, ponieważ najprawdopodobniej zostały przeprowadzone badania, w których nie udało się odnotować wpływu lęku na procesy poznawcze. Dotyka to problemu publikowalności badań, w których nie udało się stwierdzić istotnych statystycznie zależności pomiędzy badanymi konstruktami psychologicznymi. Brak wyniku należy traktować jako pewną informację, która może z jednej

strony sygnalizować o konceptualnych lub metodologicznych niedociągnięciach projektu badawczego, ale z drugiej strony o pewnym stanie rzeczy.

Po trzecie, ale nie mniej ważne, bardzo istotna jest realizacja oraz publikacja badań w podejściu opartym o otwartą naukę (ang. *open science approach*). Pojęcie to odnosi się do transparentności procesu badawczego, w tym prerejestracji hipotez badawczych, swobodnego udostępniania prac badawczych, jak i zbieranych danych (Norris i O'Connor, 2019; Bahlai i in., 2019).

## Literatura

- Aguirre, G. K., D'Esposito, M. (1999). Topographical disorientation: a synthesis and taxonomy. *Brain*, 122(9), 1613-1628. <https://doi.org/10.1093/brain/122.9.1613>
- Ambrosini, E., Vastano, R., Montefinese, M., Cia varro, M. (2013). Functional specificity of the locus coeruleus-norepinephrine system in the attentional networks. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 7, 201. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2013.00201>
- American Psychiatric Association, D. S., American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5* (Vol. 5). Washington, DC: American psychiatric association. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596.x00diagnosticclassification>
- Anderson, A. K., Christoff, K., Panitz, D., De Rosa, E., Gabrieli, J. D. (2003). Neural correlates of the automatic processing of threat facial signals. *Journal of Neuroscience*, 23(13), 5627-5633. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.23-13-05627.2003>
- Anderson, A. K., Phelps, E. A. (2001). Lesions of the human amygdala impair enhanced perception of emotionally salient events. *Nature*, 411(6835), 305-309. <https://doi.org/10.1038/35077083>
- Andrade, C. (2020). Sample size and its importance in research. *Indian journal of psychological medicine*, 42(1), 102-103. [https://doi.org/10.4103/ijpsym.ijpsym\\_504\\_19](https://doi.org/10.4103/ijpsym.ijpsym_504_19)
- Andrade, J., May, J., Deeprose, C., Baugh, S. J., Ganis, G. (2014). Assessing vividness of mental imagery: the Plymouth Sensory Imagery Questionnaire. *British Journal of Psychology*, 105(4), 547-563. <https://doi.org/10.1111/bjop.12050>
- Ansari, T. L., Derakshan, N. (2010). Anxiety impairs inhibitory control but not volitional action control. *Cognition and emotion*, 24(2), 241-254. <https://doi.org/10.1080/02699930903381531>
- Arleo, A., Rondi-Reig, L. (2007). Multimodal sensory integration and concurrent navigation strategies for spatial cognition in real and artificial organisms. *Journal of integrative neuroscience*, 6(03), 327-366. <https://doi.org/10.1142/s0219635207001593>
- Armony, J. L., LeDoux, J. (2010). Emotional responses to auditory stimuli. *The Oxford handbook of auditory science: The auditory brain*, 2, 479-505. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199233281.013.0019>

- Armstrong, T., Zald, D. H., Olatunji, B. O. (2011). Attentional control in OCD and GAD: Specificity and associations with core cognitive symptoms. *Behaviour Research and Therapy*, 49(11), 756-762. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2011.08.003>
- Ashton, R., White, K. D. (1980). Sex differences in imagery vividness: An artifact of the test. *British Journal of Psychology*, 71(1), 35-38. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1980.tb02726.x>
- Astle, D. E., Scerif, G. (2009). Using developmental cognitive neuroscience to study behavioral and attentional control. *Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology*, 51(2), 107-118. <https://doi.org/10.1002/dev.20350>
- Atkinson, R. C., Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 2, s. 89-195). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/s0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/s0079-7421(08)60422-3)
- Attwood, A. S., Penton-Voak, I. S., Burton, A. M., Munafò, M. R. (2013). Acute anxiety impairs accuracy in identifying photographed faces. *Psychological Science*, 24(8), 1591-1594. <https://doi.org/10.1177/0956797612474021>
- Auyeung, B., Knickmeyer, R., Ashwin, E., Taylor, K., Hackett, G., Baron-Cohen, S. (2012). Effects of fetal testosterone on visuospatial ability. *Archives of Sexual Behavior*, 41(3), 571-581. <https://doi.org/10.1007/s10508-011-9864-8>
- Baddeley, A. (1996). The fractionation of working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(24), 13468-13472. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.24.13468>
- Baddeley, A. (1998). Recent developments in working memory. *Current Opinion in Neurobiology*, 8(2), 234-238. [https://doi.org/10.1016/s0959-4388\(98\)80145-1](https://doi.org/10.1016/s0959-4388(98)80145-1)
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. (2007). *Working memory, thought, and action* (Vol. 45). OUP Oxford. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198528012.003.0012>
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136-140. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>
- Baddeley, A. D., Hitch, G. (1974). Working memory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 8, s. 47-89). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/s0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/s0079-7421(08)60452-1)

- Baddeley, A., Loggie, R. (1999). The multiple-component model. In A. Miyake, P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (s. 28–61). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139174909.005>
- Baenninger, M., Newcombe, N. (1989). The role of experience in spatial test performance: A meta-analysis. *Sex Roles*, 20(5), 327-344. <https://doi.org/10.1007/bf00287729>
- Bandelow, B., Reitt, M., Röver, C., Michaelis, S., Görlich, Y., Wedekind, D. (2015). Efficacy of treatments for anxiety disorders: a meta-analysis. *International Clinical Psychopharmacology*, 30(4), 183-192. <https://doi.org/10.1097/yic.000000000000078>
- Bannerman, R. L., Milders, M., De Gelder, B., Sahraie, A. (2009). Orienting to threat: faster localization of fearful facial expressions and body postures revealed by saccadic eye movements. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1662), 1635-1641. <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.1744>
- Bar-Haim, Y., Lamy, D., Pergamin, L., Bakermans-Kranenburg, M. J., Van Ijzendoorn, M. H. (2007). Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: a meta-analytic study. *Psychological Bulletin*, 133(1), 1. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.1.1>
- Basowitz, H., Persky, H., Korchin, S. J., Grinker, R. R. (1955). *Anxiety and stress*. McGraw-Hill.
- Baur, V., Hänggi, J., Langer, N., Jäncke, L. (2013). Resting-state functional and structural connectivity within an insula–amygdala route specifically index state and trait anxiety. *Biological Psychiatry*, 73(1), 85-92. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2012.06.003>
- Beck, A. T. (1985). Theoretical perspectives on clinical anxiety. W. A. H. Tuma i J. D. Maser (Red.), *Anxiety and the anxiety disorders* (s. 183–196). Lawrence Erlbaum Associates, Inc. <https://doi.org/10.4324/9780203728215-12>
- Beck, A. T., Clark, D. A. (1997). An information processing model of anxiety: Automatic and strategic processes. *Behaviour research and therapy*, 35(1), 49-58. [https://doi.org/10.1016/s0005-7967\(96\)00069-1](https://doi.org/10.1016/s0005-7967(96)00069-1)
- Beck, A. T., Emery, G., Greenberg, R. L. (2005). *Anxiety disorders and phobias: A cognitive perspective*. Basic books.
- Bedyńska, S., Książek, M. (2012). *Statystyczny drogowskaz: praktyczny przewodnik wykorzystania modeli regresji oraz równań strukturalnych*. Wydawnictwo Akademickie Sedno.

- Benjamini, Y., Hochberg, Y. (1995). Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal statistical society: series B (Methodological)*, 57(1), 289-300. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x>
- Berneiser, J., Jahn, G., Grothe, M., Lotze, M. (2018). From visual to motor strategies: Training in mental rotation of hands. *Neuroimage*, 167, 247-255. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.06.014>
- Berntson, G. G., Cacioppo, J. T., Binkley, P. F., Uchino, B. N., Quigley, K. S., Fieldstone, A. (1994). Autonomic cardiac control. III. Psychological stress and cardiac response in autonomic space as revealed by pharmacological blockades. *Psychophysiology*, 31(6), 599-608. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1994.tb02352.x>
- Berntson, G. G., Cacioppo, J. T., Quigley, K. S. (1991). Autonomic determinism: the modes of autonomic control, the doctrine of autonomic space, and the laws of autonomic constraint. *Psychological Review*, 98(4), 459-487. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.98.4.459>
- Berridge, C. W., Waterhouse, B. D. (2003). The locus coeruleus–noradrenergic system: modulation of behavioral state and state-dependent cognitive processes. *Brain research reviews*, 42(1), 33-84. [https://doi.org/10.1016/s0165-0173\(03\)00143-7](https://doi.org/10.1016/s0165-0173(03)00143-7)
- Bird, C. M., Capponi, C., King, J. A., Doeller, C. F., Burgess, N. (2010). Establishing the boundaries: the hippocampal contribution to imagining scenes. *Journal of Neuroscience*, 30(35), 11688-11695. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.0723-10.2010>
- Bishop, S. J. (2007). Neurocognitive mechanisms of anxiety: an integrative account. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(7), 307-316. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.05.008>
- Bishop, S. J. (2008). Neural mechanisms underlying selective attention to threat. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129(1), 141-152. <https://doi.org/10.1196/annals.1417.016>
- Bishop, S. J. (2009). Trait anxiety and impoverished prefrontal control of attention. *Nature Neuroscience*, 12(1), 92-98. <https://doi.org/10.1038/nn.2242>
- Bitsika, V., Sharpley, C. F., Sweeney, J. A., McFarlane, J. R. (2014). HPA and SAM axis responses as correlates of self-vs parental ratings of anxiety in boys with an Autistic Disorder. *Physiology and Behavior*, 127, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.12.011>
- Bitter, R., Nawrocki, M. (2006). LabVIEW Advanced Programming Techniques Book. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.12.011>

- Blackmon, K., Barr, W. B., Carlson, C., Devinsky, O., DuBois, J., Pogash, D., Quinn, B. T., Kuzniecky, R., Halgren, E., Thesen, T. (2011). Structural evidence for involvement of a left amygdala-orbitofrontal network in subclinical anxiety. *Psychiatry Research*, *194*(3), 296–303. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2011.05.007>
- Blair, K. S., Geraci, M., Smith, B. W., Hollon, N., DeVido, J., Otero, M., Blair, J. R. Pine, D. S. (2012). Reduced dorsal anterior cingulate cortical activity during emotional regulation and top-down attentional control in generalized social phobia, generalized anxiety disorder, and comorbid generalized social phobia/generalized anxiety disorder. *Biological Psychiatry*, *72*(6), 476–482. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2012.04.013>
- Blajenkova, O., Kozhevnikov, M., Motes, M. A. (2006). Object-spatial imagery: a new self-report imagery questionnaire. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, *20*(2), 239–263. <https://doi.org/10.1002/acp.1182>
- Blajenkova, O., Kozhevnikov, M., Motes, M. A. (2006). Object-spatial imagery: a new self-report imagery questionnaire. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, *20*(2), 239–263. <https://doi.org/10.1002/acp.1182>
- Blazhenkova, O., Becker, M., Kozhevnikov, M. (2011). Object–spatial imagery and verbal cognitive styles in children and adolescents: Developmental trajectories in relation to ability. *Learning and Individual Differences*, *21*(3), 281–287. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.11.012>
- Blazhenkova, O., Kozhevnikov, M. (2010). Visual-object ability: A new dimension of non-verbal intelligence. *Cognition*, *117*(3), 276–301. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.08.021>
- Bonnet, L., Comte, A., Tatu, L., Millot, J. L., Moulin, T., Medeiros de Bustos, E. (2015). The role of the amygdala in the perception of positive emotions: an “intensity detector”. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *9*, 178. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00178>
- Borkovec, T. D., Ray, W. J., Stober, J. (1998). Worry: A cognitive phenomenon intimately linked to affective, physiological, and interpersonal behavioral processes. *Cognitive Therapy and Research*, *22*(6), 561–576.
- Borst, G. (2013). Fear improves mental rotation of low-spatial-frequency visual representation. *Emotion*, *13*(5), 811–816. <https://doi.org/10.1037/a0033625>
- Borst, G., Standing, G., Kosslyn, S. M. (2012). Fear and anxiety modulate mental rotation. *Journal of Cognitive Psychology*, *24*(6), 665–671. <https://doi.org/10.1080/20445911.2012.679924>

- Bowling, J. T., Friston, K. J., Hopfinger, J. B. (2020). Top-down versus bottom-up attention differentially modulate frontal–parietal connectivity. *Human Brain Mapping*, 41(4), 928-942. <https://doi.org/10.1002/hbm.24850>
- Bradley, B. P., Mogg, K., Lee, S. C. (1997). Attentional biases for negative information in induced and naturally occurring dysphoria. *Behaviour Research and Therapy*, 35(10), 911-927.
- Braver, T. S. (2012). The variable nature of cognitive control: a dual mechanisms framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(2), 106-113. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.12.010>
- Brewer, W. F., Schommer-Aikins, M. (2006). Scientists are not deficient in mental imagery: Galton revised. *Review of General Psychology*, 10(2), 130-146. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.10.2.130>
- Brodbeck, C., Michelson, L. (1987). Problem-solving skills and attributional styles of agoraphobics. *Cognitive Therapy and Research*, 11(5), 593-610. <https://doi.org/10.1007/bf01183861>
- Brosch, T., Pourtois, G., Sander, D. (2010). The perception and categorisation of emotional stimuli: A review. *Cognition and Emotion*, 24(3), 377-400. <https://doi.org/10.1080/02699930902975754>
- Brotman, M. A., Rich, B. A., Schmajuk, M., Reising, M., Monk, C. S., Dickstein, D. P., Mogg K., Bradley B. P., Pine, D. S., Leibenluft, E. (2007). Attention bias to threat faces in children with bipolar disorder and comorbid lifetime anxiety disorders. *Biological Psychiatry*, 61(6), 819-821. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.08.021>
- Bryant, D. J., Tversky, B. (1999). Mental representations of perspective and spatial relations from diagrams and models. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25(1), 137-156. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.25.1.137>
- Brzeziński, J. (2021). *Metodologia badań psychologicznych*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Buckley, J., Seery, N., Canty, D. (2018). A heuristic framework of spatial ability: A review and synthesis of spatial factor literature to support its translation into STEM education. *Educational Psychology Review*, 30(3), 947-972. <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9432-z>
- Buckley, T. C., Blanchard, E. B., Neill, W. T. (2000). Information processing and PTSD: A review of the empirical literature. *Clinical Psychology Review*, 20(8), 1041-1065. [https://doi.org/10.1016/s0272-7358\(99\)00030-6](https://doi.org/10.1016/s0272-7358(99)00030-6)

- Burgess, N. (2006). Spatial memory: how egocentric and allocentric combine. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(12), 551-557. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.10.005>
- Burgess, N. (2008). Spatial cognition and the brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124(1), 77-97. <https://doi.org/10.1196/annals.1440.002>
- Burgess, N., Maguire, E. A., O'Keefe, J. (2002). The human hippocampus and spatial and episodic memory. *Neuron*, 35(4), 625-641. [https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(02\)00830-9](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(02)00830-9)
- Burles, F., Guadagni, V., Hoey, F., Arnold, A. E., Levy, R. M., O'Neill, T., Iaria, G. (2014). Neuroticism and self-evaluation measures are related to the ability to form cognitive maps critical for spatial orientation. *Behavioural Brain Research*, 271, 154-159. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2014.06.002>
- Buschman, T. J., Miller, E. K. (2007). Top-down versus bottom-up control of attention in the prefrontal and posterior parietal cortices. *Science*, 315(5820), 1860-1862. <https://doi.org/10.1126/science.1138071>
- Calhoun, G. G., Tye, K. M. (2015). Resolving the neural circuits of anxiety. *Nature Neuroscience*, 18(10), 1394-1404. <https://doi.org/10.1038/nn.4101>
- Campos, A. (2014). Gender differences in imagery. *Personality and Individual Differences*, 59, 107-111. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2013.12.010>
- Campos, A., Campos-Juanatey, D. (2019). Gender differences in the rotation of city maps. *The American Journal of Psychology*, 132(3), 303-514. <https://doi.org/10.5406/amerjpsyc.132.3.0303>
- Campos, A., Pérez, M. J. (1988). Vividness of movement imagery questionnaire: Relations with other measures of mental imagery. *Perceptual and Motor Skills*, 67(2), 607-610. <https://doi.org/10.2466/pms.1988.67.2.607>
- Campos, A., Pérez-Fabello, M. J. (2005). The Spanish version of Betts' questionnaire upon mental imagery. *Psychological Reports*, 96(1), 51-56. <https://doi.org/10.2466/pr0.96.1.51-56>
- Campos, A., Pérez-Fabello, M. J., Gómez-Juncal, R. (2004). Gender and age differences in measured and self-perceived imaging capacity. *Personality and Individual Differences*, 37(7), 1383-1389. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2004.01.008>
- Campos-Juanatey, D., Pérez-Fabello, M. J., Campos, A. (2018). Differences in image rotation between undergraduates from different university degrees. *Imagination, Cognition and Personality*, 38(2), 173-185. <https://doi.org/10.1177/0276236617748131>

- Carlson, J. M., Reinke, K. S. (2008). Masked fearful faces modulate the orienting of covert spatial attention. *Emotion*, 8(4), 522-529. <https://doi.org/10.1037/a0012653>
- Carpenter, J. K., Andrews, L. A., Witcraft, S. M., Powers, M. B., Smits, J. A., Hofmann, S. G. (2018). Cognitive behavioral therapy for anxiety and related disorders: A meta-analysis of randomized placebo - controlled trials. *Depression and Anxiety*, 35(6), 502-514. <https://doi.org/10.1002/da.22728>
- Casey, M. B. (1996). Understanding individual differences in spatial ability within females: A nature/nurture interactionist framework. *Developmental Review*, 16(3), 241-260. <https://doi.org/10.1006/drev.1996.0009>
- Castelli, L., Corazzini, L. L., Geminiani, G. C. (2008). Spatial navigation in large-scale virtual environments: Gender differences in survey tasks. *Computers in Human Behavior*, 24(4), 1643-1667. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2007.06.005>
- Cattell, R. B., Scheier, I. H. (1958). The nature of anxiety: A review of thirteen multivariate analyses comprising 814 variables. *Psychological Reports*, 4(3), 351-388. <https://doi.org/10.2466/pr0.1958.4.3.351>
- Chen, Y., Crawford, J. D. (2020). Allocentric representations for target memory and reaching in human cortex. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1464(1), 142-155. <https://doi.org/10.1111/nyas.14261>
- Cheng, Y. L., Mix, K. S. (2014). Spatial training improves children's mathematics ability. *Journal of Cognition and Development*, 15(1), 2-11. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.725186>
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others? *Psychological Bulletin*, 143(1), 1-35. <https://doi.org/10.1037/bul0000052>
- Cho, J. Y. (2017). An investigation of design studio performance in relation to creativity, spatial ability, and visual cognitive style. *Thinking Skills and Creativity*, 23, 67-78. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2016.11.006>
- Christopher, G., MacDonald, J. (2005). The impact of clinical depression on working memory. *Cognitive Neuropsychiatry*, 10(5), 379-399. <https://doi.org/10.1080/13546800444000128>
- Christopoulos, G. I., Tobler, P. N., Bossaerts, P., Dolan, R. J., Schultz, W. (2009). Neural correlates of value, risk, and risk aversion contributing to decision making under risk. *Journal of Neuroscience*, 29(40), 12574-12583. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2614-09.2009>

- Cisler, J. M., Koster, E. H. (2010). Mechanisms of attentional biases towards threat in anxiety disorders: An integrative review. *Clinical Psychology Review*, 30(2), 203-216. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2009.11.003>
- Città, G., Gentile, M., Allegra, M., Arrigo, M., Conti, D., Ottaviano, S., Reale, F., Sciortino, M. (2019). The effects of mental rotation on computational thinking. *Computers and Education*, 141, 103613. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103613>
- Clark, D. M., McManus, F. (2002). Information processing in social phobia. *Biological Psychiatry*, 51(1), 92-100. [https://doi.org/10.1016/s0006-3223\(01\)01296-3](https://doi.org/10.1016/s0006-3223(01)01296-3)
- Cohen, A., Zemel, O. C., Colodner, R., Abu-Shkara, R., Masalha, R., Mahagna, L., Barel, E. (2020). The Role of Endocrine Stress Systems and Sex Hormones in the Enhancing Effects of Stress on Mental Rotation Capabilities. *Brain Sciences*, 10(11), 791. <https://doi.org/10.3390/brainsci10110791>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, 2nd ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum. <https://doi.org/10.1016/c2013-0-10517-x>
- Coluccia, E., Louse, G. (2004). Gender differences in spatial orientation: A review. *Journal of Environmental Psychology*, 24(3), 329-340. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2004.08.006>
- Conway, A. R., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin and Review*, 12(5), 769-786. <https://doi.org/10.3758/bf03196772>
- Cooper, L. A., Shepard, R. N. (1973). Chronometric studies of the rotation of mental images. In *Visual information processing* (s. 75-176). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-170150-5.50009-3>
- Corbetta, M., Patel, G., Shulman, G. L. (2008). The reorienting system of the human brain: from environment to theory of mind. *Neuron*, 58(3), 306-324. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.04.017>
- Corbetta, M., Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(3), 201-215. <https://doi.org/10.1038/nrn755>
- Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological Bulletin*, 104(2), 163-191. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.104.2.163>

- Cowan, N. (1998). *Attention and memory: An integrated framework*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195119107.003.0006>
- Cowan, N. (1999). An Embedded-Processes Model of working memory. W. A. Miyake, P. Shah (Red.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (s. 62–101). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909.006>
- Cowan, N. (2005). Working memory capacity limits in a theoretical context. In *Human learning and memory: Advances in theory and application. The 4th Tsukuba international conference on memory* (s. 155-175). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Cowan, N. (2010). The magical mystery four: How is working memory capacity limited, and why? *Current directions in psychological science*, 19(1), 51-57. <https://doi.org/10.1177/0963721409359277>
- Critchley, H. D., Harrison, N. A. (2013). Visceral influences on brain and behavior. *Neuron*, 77(4), 624–638. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.02.008>
- Crocq, M. A. (2022). A history of anxiety: from Hippocrates to DSM. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 17(3), 319-325. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2015.17.3/macrocq>
- Crowley, K., Callanan, M. A., Tenenbaum, H. R., Allen, E. (2001). Parents explain more often to boys than to girls during shared scientific thinking. *Psychological Science*, 12(3), 258-261. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00347>
- Culot, C., Corlazzoli, G., Fantini-Hauwel, C., Gevers, W. (2021). The relation between task-relatedness of anxiety and metacognitive performance. *Consciousness and Cognition*, 94, 103191. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2021.103191>
- Cunningham, W. A., Kirkland, T. (2014). The joyful, yet balanced, amygdala: moderated responses to positive but not negative stimuli in trait happiness. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(6), 760-766. <https://doi.org/10.1093/scan/nst045>
- Cutmore, T. R., Hine, T. J., Maberly, K. J., Langford, N. M., Hawgood, G. (2000). Cognitive and gender factors influencing navigation in a virtual environment. *International Journal of Human-Computer Studies*, 53(2), 223-249. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2000.0389>
- Daviu, N., Bruchas, M. R., Moghaddam, B., Sandi, C., Beyeler, A. (2019). Neurobiological links between stress and anxiety. *Neurobiology of Stress*, 11, 100191. <https://doi.org/10.1016/j.ynstr.2019.100191>

- Dawes, A. J., Keogh, R., Andriillon, T., Pearson, J. (2020). A cognitive profile of multi-sensory imagery, memory and dreaming in aphantasia. *Scientific Reports*, *10*(1), 1-10.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-65705-7>.
- de Kloet, E. R., Joëls, M., Holsboer, F. (2005). Stress and the brain: from a daptation to disease. *Nature Reviews Neuroscience*, *6*(6), 463-475. <https://doi.org/10.1038/nrn1683>
- de Kloet, E. R., Sibug, R. M., Helmerhorst, F. M., Schmidt, M. (2005). Stress, genes and the mechanism of programming the brain for later life. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *29*(2), 271-281. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2004.10.008>
- De Simone, L., Tomasino, B., Marusic, N., Eleopra, R., Rumiati, R. I. (2013). The effects of healthy aging on mental imagery as revealed by egocentric and allocentric mental spatial transformations. *Acta Psychologica*, *143*(1), 146-156.  
<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.02.014>
- Dennis, A., Warren, R., Neville, F., Laidlaw, A., Ozakinci, G. (2012). Anxiety about anxiety in medical undergraduates. *The Clinical Teacher*, *9*(5), 330-333. <https://doi.org/10.1111/j.1743-498x.2012.00569.x>
- Dentico, D., Cheung, B. L., Chang, J. Y., Guokas, J., Boly, M., Tononi, G., Van Veen, B. (2014). Reversal of cortical information flow during visual imagery as compared to visual perception. *Neuroimage*, *100*, 237-243. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.05.081>
- Denver, R. J. (2009). Structural and functional evolution of vertebrate neuroendocrine stress systems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1163*(1), 1-16.  
<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04433.x>
- Devlin, A. L., Wilson, P. H. (2010). Adult age differences in the ability to mentally transform object and body stimuli. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *17*(6), 709-729.  
<https://doi.org/10.1080/13825585.2010.510554>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, *64*, 135-168.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Dietrich, T., Krings, T., Neulen, J., Willmes, K., Erberich, S., Thron, A., Sturm, W. (2001). Effects of blood estrogen level on cortical activation patterns during cognitive activation as measured by functional MRI. *Neuroimage*, *13*(3), 425-432. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0703>

- Dijkstra, N., Zeidman, P., Ondobaka, S., van Gerven, M. A., Friston, K. (2017). Distinct top-down and bottom-up brain connectivity during visual perception and imagery. *Scientific Reports*, 7(1), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05888-8>
- Dobson, K. S., Dozois, D. J. (2004). Attentional biases in eating disorders: A meta-analytic review of Stroop performance. *Clinical Psychology Review*, 23(8), 1001-1022. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2003.09.004>
- Dolan, R. J., Vuilleumier, P. (2003). Amygdala automaticity in emotional processing. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 985(1), 348-355. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2003.tb07093.x>
- Driscoll, I., Hamilton, D. A., Yeo, R. A., Brooks, W. M., Sutherland, R. J. (2005). Virtual navigation in humans: the impact of age, sex, and hormones on place learning. *Hormones and Behavior*, 47(3), 326-335. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2004.11.013>
- Duncko, R., Johnson, L., Merikangas, K., Grillon, C. (2009). Working memory performance after acute exposure to the cold pressor stress in healthy volunteers. *Neurobiology of Learning and Memory*, 91(4), 377-381. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2009.01.006>
- Easton, R. D., Sholl, M. J. (1995). Object-array structure, frames of reference, and retrieval of spatial knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(2), 483-500. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.21.2.483>
- Edwards, E. J., Edwards, M. S., Lyvers, M. (2015). Cognitive trait anxiety, situational stress, and mental effort predict shifting efficiency: Implications for attentional control theory. *Emotion*, 15(3), 350-359. <https://doi.org/10.1037/emo0000051>
- Efron, B., Tibshirani, R. (1986). Bootstrap methods for standard errors, confidence intervals, and other measures of statistical accuracy. *Statistical Science*, 54-75. <https://doi.org/10.1214/ss/1177013815>
- Egloff, B., Hock, M. (2001). Interactive effects of state anxiety and trait anxiety on emotional Stroop interference. *Personality and Individual Differences*, 31(6), 875-882. [https://doi.org/10.1016/s0191-8869\(00\)00188-4](https://doi.org/10.1016/s0191-8869(00)00188-4)
- Eldar, S., Bar-Haim, Y. (2010). Neural plasticity in response to attention training in anxiety. *Psychological Medicine*, 40(4), 667-677. <https://doi.org/10.1017/s0033291709990766>
- Endler, N. S., Kocovski, N. L. (2001). State and trait anxiety revisited. *Journal of Anxiety Disorders*, 15(3), 231-245. [https://doi.org/10.1016/s0887-6185\(01\)00060-3](https://doi.org/10.1016/s0887-6185(01)00060-3)

- Epstein, S. (1972). The nature of anxiety with emphasis upon its relationship to expectancy. *Anxiety; Current trends in theory and research*, 291-337. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-657402-9.50007-7>
- Etkin, A., Egner, T., Kalisch, R. (2011). Emotional processing in anterior cingulate and medial prefrontal cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(2), 85-93. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.11.004>
- Eysenck, M. W. (1979). Anxiety, learning, and memory: A reconceptualization. *Journal of Research in Personality*, 13(4), 363-385. [https://doi.org/10.1016/0092-6566\(79\)90001-1](https://doi.org/10.1016/0092-6566(79)90001-1)
- Eysenck, M. W., Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition and Emotion*, 6(6), 409-434. <https://doi.org/10.1080/02699939208409696>
- Eysenck, M. W., Derakshan, N. (2011). New perspectives in attentional control theory. *Personality and Individual Differences*, 50(7), 955-960. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.08.019>
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336-356. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.2.336>
- Eysenck, M. W., Van Berkum, J. (1992). Trait anxiety, defensiveness, and the structure of worry. *Personality and Individual Differences*, 13(12), 1285-1290. [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(92\)90170-t](https://doi.org/10.1016/0191-8869(92)90170-t)
- Eysenck, M., Payne, S., Derakshan, N. (2005). Trait anxiety, visuospatial processing, and working memory. *Cognition and Emotion*, 19(8), 1214-1228. <https://doi.org/10.1080/02699930500260245>
- Fąfrowicz, M., Marek, T. (2008). Przedni zakręt kory obręczy – perspektywa neurokogniwiwistyczna. *Przegląd Psychologiczny*, 51(2), 149-160.
- Fani, N., Jovanovic, T., Ely, T. D., Bradley, B., Gutman, D., Tone, E. B., Ressler, K. J. (2012). Neural correlates of a attention bias to threat in post-traumatic stress disorder. *Biological Psychology*, 90(2), 134-142. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2012.03.001>
- Farah, M. J. (1988). Is visual imagery really visual? Overlooked evidence from neuropsychology. *Psychological Review*, 95(3), 307-317. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.95.3.307>
- Farah, M. J. (1989). The neural basis of mental imagery. *Trends in Neurosciences*, 12(10), 395-399. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(89\)90079-9](https://doi.org/10.1016/0166-2236(89)90079-9)

- Farah, M. J., Hammond, K. M., Levine, D. N., Calvanio, R. (1988). Visual and spatial mental imagery: Dissociable systems of representation. *Cognitive Psychology*, 20(4), 439-462. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(88\)90012-6](https://doi.org/10.1016/0010-0285(88)90012-6)
- Farah, M. J., Péronnet, F., Gonon, M. A., Giard, M. H. (1988). Electrophysiological evidence for a shared representational medium for visual images and visual percepts. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117(3), 248-257. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.117.3.248>
- Fecteau, S., Belin, P., Joannette, Y., Armony, J. L. (2007). Amygdala responses to nonlinguistic emotional vocalizations. *Neuroimage*, 36(2), 480-487. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.02.043>
- Ferguson, A. M., Maloney, E. A., Fugelsang, J., Risko, E. F. (2015). On the relation between math and spatial ability: The case of math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 39, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.02.007>
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. SAGE.
- Field, M., Cox, W. M. (2008). Attentional bias in addictive behaviors: a review of its development, causes, and consequences. *Drug and Alcohol Dependence*, 97(1-2), 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2008.03.030>
- Fink, G. (2016). *Stress: Concepts, Cognition, Emotion, and Behavior: Handbook of Stress Series, Volume 1*. Academic Press.
- Fizke, E., Barthel, D., Peters, T., Rakoczy, H. (2014). Executive function plays a role in coordinating different perspectives, particularly when one's own perspective is involved. *Cognition*, 130(3), 315-334. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.11.017>
- Fox, E., Russo, R., Bowles, R., Dutton, K. (2001). Do threatening stimuli draw or hold visual attention in subclinical anxiety? *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(4), 681-700. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.4.681>
- Fox, E., Russo, R., Dutton, K. (2002). Attentional bias for threat: Evidence for delayed disengagement from emotional faces. *Cognition and Emotion*, 16(3), 355-379. <https://doi.org/10.1080/02699930143000527>
- Francuz, P. (2007). *Obrazy w umyśle: studia nad percepcją i wyobraźnią*. Scholar.
- Frankiensztajn, L. M., Elliott, E., Koren, O. (2020). The microbiota and the hypothalamus-pituitary-adrenocortical (HPA) axis, implications for anxiety and stress disorders. *Current Opinion in Neurobiology*, 62, 76-82. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2019.12.003>

- Freitas-Ferrari, M. C., Hallak, J. E., Trzesniak, C., Santos Filho, A., Machado-de-Sousa, J. P., Chagas, M. H. N., Nardi A. E., Crippa, J. A. S. (2010). Neuroimaging in social anxiety disorder: a systematic review of the literature. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 34(4), 565-580. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2010.02.028>
- Frick, A. (2019). Spatial transformation abilities and their relation to later mathematics performance. *Psychological Research*, 83(7), 1465-1484. <https://doi.org/10.1007/s00426-018-1008-5>
- Fyhn, M., Molden, S., Witter, M. P., Moser, E. I., Moser, M. B. (2004). *Spatial representation in the entorhinal cortex. Science*, 305, 1258-1264. <https://doi.org/10.1126/science.1099901>
- Galati, G., Lobel, E., Vallar, G., Berthoz, A., Pizzamiglio, L., Le Bihan, D. (2000). The neural basis of egocentric and allocentric coding of space in humans: a functional magnetic resonance study. *Experimental Brain Research*, 133(2), 156-164. <https://doi.org/10.1007/s002210000375>
- Galati, G., Lobel, E., Vallar, G., Berthoz, A., Pizzamiglio, L., Le Bihan, D. (2000). The neural basis of egocentric and allocentric coding of space in humans: a functional magnetic resonance study. *Experimental Brain Research*, 133(2), 156-164. <https://doi.org/10.1007/s002210000375>
- Gallese, V. (2005). Embodied simulation: from neurons to phenomenal experience. *Phenomenol. Cogn. Sci.* 4, 23–48. <https://doi.org/10.1007/s11097-005-4737-z>
- Galton, F. (1883). *Inquiries into human faculty and its development*. Macmillan.
- Gamble, A. L., Rapee, R. M. (2009). The time-course of a attentional bias in anxious children and adolescents. *Journal of Anxiety Disorders*, 23(7), 841-847. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2009.04.001>
- Garland, E. L., Howard, M. O. (2014). A transdiagnostic perspective on cognitive, affective, and neurobiological processes underlying human suffering. *Research on Social Work Practice*, 24(1), 142-151. <https://doi.org/10.1177/1049731513503909>
- Gawda, B., Szepietowska, E. (2016). Trait anxiety modulates brain activity during performance of verbal fluency tasks. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 10, 10. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2016.00010>
- Goes, T. C., Souza, T. H. A., Marchioro, M., Teixeira-Silva, F. (2018). Excitotoxic lesion of the medial prefrontal cortex in Wistar rats: effects on trait and state anxiety. *Brain Research Bulletin*, 142, 313-319. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2018.08.009>

- Gregersen, T., MacIntyre, P. D., Meza, M. D. (2014). The motion of emotion: Idiodynamic case studies of learners' foreign language anxiety. *The Modern Language Journal*, 98(2), 574-588. <https://doi.org/10.1111/modl.12084>
- Grenier, S. *et al.* (2019). Association of age and gender with anxiety disorders in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Int. J. Geriatr. Psychiatry* 34, 397-407. <https://doi.org/10.1002/gps.5035>
- Grillon, C., Baas, J. (2002). Comments on the use of the startle reflex in psychopharmacological challenges: impact of baseline startle on measurement of fear-potentiated startle. *Psychopharmacology*, 164(2), 236-238. <https://doi.org/10.1007/s00213-002-1164-5>
- Grimshaw, G. M., Bryden, M. P., Finegan, J. A. K. (1995). Relations between prenatal testosterone and cerebral lateralization in children. *Neuropsychology*, 9(1), 68-79. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.9.1.68>
- Grodd, W., Kumar, V. J., Schüz, A., Lindig, T., Scheffler, K. (2020). The anterior and medial thalamic nuclei and the human limbic system: tracing the structural connectivity using diffusion-weighted imaging. *Scientific Reports*, 10(1), 1-25. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67770-4>
- Gross, J. J. (1998). The emerging field of emotion regulation: An integrative review. *Review of General Psychology*, 2(3), 271-299. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.3.271>
- Grupe, D. W., Nitschke, J. B. (2013). Uncertainty and anticipation in anxiety: an integrated neurobiological and psychological perspective. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(7), 488-501. <https://doi.org/10.1038/nrn3524>
- Guenzel, F. M., Wolf, O. T., Schwabe, L. (2014). Sex differences in stress effects on response and spatial memory formation. *Neurobiology of Learning and Memory*, 109, 46-55. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2013.11.020>
- Gunderson, E. A., Ramirez, G., Beilock, S. L., Levine, S. C. (2013). Teachers' spatial anxiety relates to 1st- and 2nd-graders' spatial learning. *Mind, Brain, and Education*, 7(3), 196-199. <https://doi.org/10.1111/mbe.12027>
- Gustavson, K., Knudsen, A. K., Nesvåg, R., Knudsen, G. P., Vollset, S. E., Reichborn-Kjennerud, T. (2018). Prevalence and stability of mental disorders among young adults: findings from a longitudinal study. *BMC psychiatry*, 18(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12888-018-1647-5>

- Hakamata, Y., Lissek, S., Bar-Haim, Y., Britton, J. C., Fox, N. A., Leibenluft, E., Ernst, M., Pine, D. S. (2010). Attention bias modification treatment: a meta-analysis toward the establishment of novel treatment for anxiety. *Biological psychiatry*, 68(11), 982-990.  
<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2010.07.021>
- Halford, G. S., Phillips, S., Wilson, W. H., McCredden, J., Andrews, G., Birney, D., Baker, E., Bain, J. D. (2007). Relational processing is fundamental to the central executive and is limited to four variables. *The cognitive neuroscience of working memory*, 261-280.  
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198570394.003.0016>
- Haller, H., Breilmann, P., Schröter, M., Dobos, G., Cramer, H. (2021). A systematic review and meta-analysis of acceptance- and mindfulness-based interventions for DSM-5 anxiety disorders. *Scientific reports*, 11(1), 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99882-w>
- Halpern, D. F. (2000). *Sex differences in cognitive abilities*. Psychology Press.
- Harris, I. M., Miniussi, C. (2003). Parietal lobe contribution to mental rotation demonstrated with rTMS. *Journal of cognitive neuroscience*, 15(3), 315-323.  
<https://doi.org/10.1162/089892903321593054>
- Hartley, C. A., Phelps, E. A. (2012). Anxiety and decision-making. *Biological Psychiatry*, 72(2), 113-118.
- Heeren, A., Mogoșe, C., McNally, R. J., Schmitz, A., Philippot, P. (2015). Does attention bias modification improve attentional control? A double-blind randomized experiment with individuals with social anxiety disorder. *Journal of Anxiety Disorders*, 29, 35-42.  
<https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2014.10.007>
- Hegarty, M., Keehner, M., Khooshabeh, P., Montello, D. R. (2009). How spatial abilities enhance, and are enhanced by, dental education. *Learning and Individual Differences*, 19(1), 61-70.  
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.04.006>
- Hegarty, M., Kozhevnikov, M., Waller, D. (2008). *Perspective taking/spatial orientation test*. University California Santa Barbara.
- Hegarty, M., Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32(2), 175-191. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2003.12.001>
- Hegarty, M., Waller, D. A. (2005). *Individual differences in Spatial Abilities*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511610448.005>

- Heil, M., Kavšek, M., Rolke, B., Beste, C., Jansen, P. (2011). Mental rotation in female fraternal twins: Evidence for intra-uterine hormone transfer? *Biological Psychology*, *86*(1), 90-93. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2010.11.002>
- Heinrichs, N., Hofmann, S. G. (2001). Information processing in social phobia: A critical review. *Clinical Psychology Review*, *21*(5), 751-770.
- Hendricks, M. A., Buchanan, T. W. (2016). Individual differences in cognitive control processes and their relationship to emotion regulation. *Cognition and Emotion*, *30*(5), 912-924. <https://doi.org/10.1080/02699931.2015.1032893>
- Heppe, H., Kohler, A., Fleddermann, M. T., Zentgraf, K. (2016). The relationship between expertise in sports, visuospatial, and basic cognitive skills. *Frontiers in Psychology*, *7*, 904.
- Herman, J. P., Figueiredo, H., Mueller, N. K., Ulrich-Lai, Y., Ostrander, M. M., Choi, D. C., Cullinan, W. E. (2003). Central mechanisms of stress integration: hierarchical circuitry controlling hypothalamo–pituitary–adrenocortical responsiveness. *Frontiers in Neuroendocrinology*, *24*(3), 151-180. <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2003.07.001>
- Hermans, E. J., Battaglia, F. P., Atsak, P., de Voogd, L. D., Fernández, G., Roozendaal, B. (2014). How the amygdala affects emotional memory by altering brain network properties. *Neurobiology of Learning and Memory*, *112*, 2-16. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2014.02.005>
- Hetland, L. (2000). Learning to make music enhances spatial reasoning. *Journal of Aesthetic Education*, *34*(3/4), 179-238. <https://doi.org/10.2307/3333643>
- Heuer, F., Fischman, D., Reisberg, D. (1986). Why does vivid imagery hurt colour memory? *Canadian Journal of Psychology*, *40*(2), 161-175. <https://doi.org/10.1037/h0080090>
- Hinds, J. A., Sanchez, E. R. (2022). The Role of the Hypothalamus–Pituitary–Adrenal (HPA) Axis in Test-Induced Anxiety: Assessments, Physiological Responses, and Molecular Details. *Stresses*, *2*(1), 146-155. <https://doi.org/10.3390/stresses2010011>
- Hodgkiss, A., Gilligan, K. A., Tolmie, A. K., Thomas, M. S., Farran, E. K. (2018). Spatial cognition and science achievement: The contribution of intrinsic and extrinsic spatial skills from 7 to 11 years. *British Journal of Educational Psychology*, *88*(4), 675-697. <https://doi.org/10.1111/bjep.12211>

- Hoehn-Saric, R., McLeod, D. R. (2000). Anxiety and arousal: physiological changes and their perception. *Journal of Affective Disorders*, 61(3), 217-224.  
[https://doi.org/10.1016/s0165-0327\(00\)00339-6](https://doi.org/10.1016/s0165-0327(00)00339-6)
- Höffler, T. N. (2010). Spatial ability: Its influence on learning with visualizations—a meta-analytic review. *Educational Psychology Review*, 22(3), 245-269. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9126-7>
- Höffler, T. N., Koć-Januchta, M., Leutner, D. (2017). More evidence for three types of cognitive style: Validating the object-spatial imagery and verbal questionnaire using eye tracking when learning with texts and pictures. *Applied Cognitive Psychology*, 31(1), 109-115.  
<https://doi.org/10.1002/acp.3300>
- Hofmann, S. G. (2005). Perception of control over anxiety mediates the relation between catastrophic thinking and social anxiety in social phobia. *Behaviour Research and Therapy*, 43(7), 885-895. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2004.07.002>
- Hofmann, S. G. (2007). Cognitive factors that maintain social anxiety disorder: A comprehensive model and its treatment implications. *Cognitive Behaviour Therapy*, 36(4), 193-209.  
<https://doi.org/10.1080/16506070701421313>
- Hofmann, S. G., Heinrichs, N., Moscovitch, D. A. (2004). The nature and expression of social phobia: Toward a new classification. *Clinical Psychology Review*, 24(7), 769-797.  
<https://doi.org/10.1016/j.cpr.2004.07.004>
- Holdstock, J. S., Mayes, A. R., Cezayirli, E., Isaac, C. L., Aggleton, J. P., Roberts, N. (2000). A comparison of egocentric and allocentric spatial memory in a patient with selective hippocampal damage. *Neuropsychologia*, 38(4), 410-425. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(99\)00099-8](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(99)00099-8)
- Hollenberg, C. K. (1970). Functions of visual imagery in the learning and concept formation of children. *Child Development*, 1003-1015. <https://doi.org/10.2307/1127328>
- Holmes, A., Green, S., Vuilleumier, P. (2005). The involvement of distinct visual channels in rapid attention towards fearful facial expressions. *Cognition and Emotion*, 19(6), 899-922.  
<https://doi.org/10.1080/02699930441000454>
- Hooven, C. K., Chabris, C. F., Ellison, P. T., Kosslyn, S. M. (2004). The relationship of male testosterone to components of mental rotation. *Neuropsychologia*, 42(6), 782-790.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.11.012>

- Hopfinger, J. B., Buonocore, M. H., Mangun, G. R. (2000). The neural mechanisms of top-down attentional control. *Nature Neuroscience*, 3(3), 284-291. <https://doi.org/10.1038/72999>
- Hugdahl, K., Thomsen, T., Ersland, L. (2006). Sex differences in visuo-spatial processing: an fMRI study of mental rotation. *Neuropsychologia*, 44(9), 1575-1583. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.026>
- Hutton, S. B. (2008). Cognitive control of saccadic eye movements. *Brain and Cognition*, 68(3), 327-340. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.08.021>
- Hyde, J. S. (2016). Sex and cognition: gender and cognitive functions. *Current Opinion in Neurobiology*, 38, 53-56. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2016.02.007>
- Hyde, J. S., Linn, M. C. (1988). Gender differences in verbal ability: a meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 104(1), 53-69.
- Hyun, J. S., Luck, S. J. (2007). Visual working memory as the substrate for mental rotation. *Psychonomic Bulletin and Review*, 14(1), 154-158. <https://doi.org/10.1167/5.8.425>
- Iachini, T., Sergi, I., Ruggiero, G., Gnisci, A. (2005). Gender differences in object location memory in a real three-dimensional environment. *Brain and Cognition*, 59(1), 52-59. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2005.04.004>
- Iaria, G., Barton, J. J. (2010). Developmental topographical disorientation: a newly discovered cognitive disorder. *Experimental Brain Research*, 206(2), 189-196. <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2256-9>
- Jordan, A. D., Dolcos, S., Dolcos, F. (2013). Neural signatures of the response to emotional distraction: a review of evidence from brain imaging investigations. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 200. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00200>
- Izard, C. E., Ackerman, B. P. (2000). Motivational, organizational, and regulatory functions of discrete emotions. *Handbook of Emotions*, 2, 253-264.
- Jacobs, C., Schwarzkopf, D. S., Silvanto, J. (2018). Visual working memory performance in aphantasia. *Cortex*, 105, 61-73. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.10.014>
- Jacobs, L. F., Spencer, W. D. (1994). Natural space-use patterns and hippocampal size in kangaroo rats. *Brain, Behavior and Evolution*, 44(3), 125-132. <https://doi.org/10.1159/000113584>
- Jalnapurkar, I., Allen, M., Pigott, T. (2018). Sex differences in anxiety disorders: a review. *J Psychiatry Depress Anxiety*, 4(12), 3-16. <https://doi.org/10.24966/pda-0150/100011>

- Janak, P. H., Tye, K. M. (2015). From circuits to behaviour in the amygdala. *Nature*, 517(7534), 284-292. <https://doi.org/10.1038/nature14188>
- Jansen, P., Pietsch, S. (2010). Physical Activity improves mental rotation performance. *Creative Education*, 1(1), 58-61.
- Jasielska, A., Kaczmarek, L., Brońska, A., Dominiak, M., Niemier, K., Pa talas, D., Sokołowski, A., Tomczak, M. (2015). Związek pamięci roboczej ze strategiami regulacji emocji. *Annals of Psychology*, 18(4), 553-565. <https://doi.org/10.18290/rpsych.2015.18.4-4pl>
- Jiang, X. H., Guo, S. Y., Xu, S., Yin, Q. Z., Ohshita, Y., Naitoh, M., Horibe, Y., Hisamitsu, T. (2004). Sympathetic nervous system mediates cold stress-induced suppression of natural killer cytotoxicity in rats. *Neuroscience Letters*, 358(1), 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2003.11.075>
- Jirout, J. J., Newcombe, N. S. (2015). Building blocks for developing spatial skills: Evidence from a large, representative US sample. *Psychological Science*, 26(3), 302-310. <https://doi.org/10.1177/0956797614563338>
- Joëls, M., Baram, T. Z. (2009). The neuro-symphony of stress. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6), 459-466. <https://doi.org/10.1038/nrn2632>
- Johnson, A. M. (1990). Speed of mental rotation as a function of problem-solving strategies. *Perceptual and Motor Skills*, 71(3), 803-806. <https://doi.org/10.2466/pms.1990.71.3.803>
- Johnson, D. R., Gronlund, S. D. (2009). Individuals lower in working memory capacity are particularly vulnerable to anxiety's disruptive effect on performance. *Anxiety, Stress and Coping*, 22(2), 201-213.
- Johnson, K., Caskey, M., Rand, K., Tucker, R., Vohr, B. (2014). Gender differences in a dult-infant communication in the first months of life. *Pediatrics*, 134(6), 1603-1610. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-4289>
- Jola, C., Mast, F. W. (2005). Mental object rotation and egocentric body transformation: Two dissociable processes? *Spatial Cognition and Computation*, 5(2-3), 217-237. [https://doi.org/10.1207/s15427633scc052&3\\_6](https://doi.org/10.1207/s15427633scc052&3_6)
- Jones, S., Burnett, G. (2008). Spatial ability and learning to program. *Human Technology: An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments*, 4(1), 47-61. <https://doi.org/10.17011/ht/urn.200804151352>

- Kail, R., Park, Y. S. (1990). Impact of practice on speed of mental rotation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49(2), 227-244. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(90\)90056-e](https://doi.org/10.1016/0022-0965(90)90056-e)
- Kalat, J. W. (2020). *Biologiczne podstawy psychologii*. PWN.
- Kaltner, S., Jansen, P. (2014). Emotion and affect in mental imagery: do fear and anxiety manipulate mental rotation performance? *Frontiers in Psychology*, 5, 792. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00792>
- Kane, M. J., Conway, A. R., Hambrick, D. Z., Engle, R. W. (2007). Variation in working memory capacity as variation in executive attention and control. *Variation in working memory*, 1, 21-48. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195168648.003.0002>
- Kane, M. J., Conway, A. R., Miura, T. K., Colflesh, G. J. (2007). Working memory, attention control, and the N-back task: a question of construct validity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33(3), 615-622. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.3.615>
- Karádi, K., Kállai, J., Kovács, B. (2001). Cognitive subprocesses of mental rotation: why is a good rotator better than a poor one? *Perceptual and Motor Skills*, 93(2), 333-337. <https://doi.org/10.2466/pms.93.6.333-337>
- Kaushall, P., Parsons, L. M. (1981). Optical information and practice in the discrimination of 3-D mirror-reflected objects. *Perception*, 10(5), 545-562. <https://doi.org/10.1068/p100545>
- Kell, H. J., Lubinski, D., Benbow, C. P., Steiger, J. H. (2013). Creativity and technical innovation: Spatial ability's unique role. *Psychological Science*, 24(9), 1831-1836. <https://doi.org/10.1177/0956797613478615>
- Kempel, P., Gohlke, B., Klempau, J., Zinsberger, P., Reuter, M., Hennig, J. (2005). Second-to-fourth digit length, testosterone and spatial ability. *Intelligence*, 33(3), 215-230. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2004.11.004>
- Kim, J., Gorman, J. (2005). The psychobiology of anxiety. *Clinical Neuroscience Research*, 4(5-6), 335-347. <https://doi.org/10.1016/j.cnr.2005.03.008>
- Kimura, D. (2000). *Sex and cognition*. MIT press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/6194.001.0001>
- R. L. (1998). Allocentric and egocentric spatial representations: Definitions, distinctions, and interconnections. W *Spatial cognition* (s. 1-17). Springer. [https://doi.org/10.1007/3-540-69342-4\\_1](https://doi.org/10.1007/3-540-69342-4_1)

- Knoch, D., Gianotti, L. R., Pascual-Leone, A., Treyer, V., Regard, M., Hohmann, M., Brugger, P. (2006). Disruption of right prefrontal cortex by low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation induces risk-taking behavior. *Journal of Neuroscience*, *26*(24), 6469-6472. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.0804-06.2006>
- Koshino, H., Carpenter, P. A., Keller, T. A., Just, M. A. (2005). Interactions between the dorsal and the ventral pathways in mental rotation: an fMRI study. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, *5*(1), 54-66. <https://doi.org/10.3758/cabn.5.1.54>
- Kosslyn, S. M. (1980). *Image and mind*. Harvard University Press.
- Kosslyn, S. M., Behrmann, M., Jeanerod, M. (1995). The cognitive neuroscience of mental imagery. *Neuropsychologia*, *33*(11), 1335-1344. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00067-D](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00067-D)
- Kosslyn, S. M., Chabris, C. F., Marsolek, C. J., Koenig, O. (1992). Categorical versus coordinate spatial relations: computational analyses and computer simulations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *18*(2), 562-577. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.18.2.562>
- Kosslyn, S. M., DiGirolamo, G. J., Thompson, W. L., Alpert, N. M. (1998). Mental rotation of objects versus hands: Neural mechanisms revealed by positron emission tomography. *Psychophysiology*, *35*(2), 151-161. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.3520151>
- Kosslyn, S. M., Ganis, G., Thompson, W. L. (2001). Neural foundations of imagery. *Nature Reviews Neuroscience*, *2*(9), 635-642. <https://doi.org/10.1038/35090055>
- Kosslyn, S. M., Thompson, W. L. (2003). When is early visual cortex activated during visual mental imagery? *Psychological Bulletin*, *129*(5), 723-746. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.129.5.723>
- Koster, E. H., Crombez, G., Verschuere, B., De Houwer, J. (2006). Attention to threat in anxiety-prone individuals: Mechanisms underlying attentional bias. *Cognitive Therapy and Research*, *30*(5), 635-643. <https://doi.org/10.1007/s10608-006-9042-9>
- Kozhevnikov, M., Blazhenkova, O. (2013). Individual differences in object versus spatial imagery: from neural correlates to real-world applications. W *Multisensory imagery* (s. 299-318). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5879-1\\_16](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5879-1_16)
- Kozhevnikov, M., Hegarty, M. (2001). A dissociation between object manipulation spatial ability and spatial orientation ability. *Memory and Cognition*, *29*(5), 745-756. <https://doi.org/10.3758/bf03200477>

- Kozhevnikov, M., Kosslyn, S., Shephard, J. (2005). Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. *Memory and Cognition*, 33(4), 710-726. <https://doi.org/10.3758/bf03195337>
- Kozhevnikov, M., Kozhevnikov, M., Yu, C. J., Blazhenkova, O. (2013). Creativity, visualization abilities, and visual cognitive style. *British Journal of Educational Psychology*, 83(2), 196-209. <https://doi.org/10.1111/bjep.12013>
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A., Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive science*, 31(4), 549-579. <https://doi.org/10.1080/15326900701399897>
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A., Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Science*, 31(4), 549-579. <https://doi.org/10.1080/15326900701399897>
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A., Rasch, B., Blajenkova, O. (2006). Perspective-taking vs. mental rotation transformations and how they predict spatial navigation performance. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 20(3), 397-417. <https://doi.org/10.1002/acp.1192>
- Krebs, J. R., Sherry, D. F., Healy, S. D., Perry, V. H., Vaccarino, A. L. (1989). Hippocampal specialization of food-storing birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86(4), 1388-1392.
- Kreiman, G., Koch, C., Fried, I. (2000). Imagery neurons in the human brain. *Nature*, 408(6810), 357-361. <https://doi.org/10.1038/35042575>
- Kremmyda, O., Hüfner, K., Flanagin, V. L., Hamilton, D. A., Linn, J., Strupp, M., Jahn, K., Brandt, T. (2016). Beyond dizziness: virtual navigation, spatial anxiety and hippocampal volume in bilateral vestibulopathy. *Frontiers in Human Neuroscience*, 139. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00139>
- Kubicek, W. G. (1966). Development and evaluation of an impedance cardiac output system. *Aerospace Medicine*, 37, 1208-1212.
- Kühn, S., Gallinat, J. (2014). Segregating cognitive functions within hippocampal formation: A quantitative meta-analysis on spatial navigation and episodic memory. *Human Brain Mapping*, 35(4), 1129-1142. <https://doi.org/10.1002/hbm.22239>

- Kühn, S., Gleich, T., Lorenz, R. C., Lindenberger, U., Gallinat, J. (2014). Playing Super Mario induces structural brain plasticity: gray matter changes resulting from training with a commercial video game. *Molecular Psychiatry*, 19(2), 265-271. <https://doi.org/10.1038/mp.2013.120>
- Kusek, M., Ciurej, I., Tokarski, K. (2019). Zmiany aktywności neuronów drobnokomórkowych jądra przykomorowego podwzgórza w trakcie reakcji stresowej. *Postępy Higieny i Medycyny Doswiadczałnej*, 73, 217-224.
- Kyttälä, M., Lehto, J. E. (2008). Some factors underlying mathematical performance: The role of visuospatial working memory and non-verbal intelligence. *European Journal of Psychology of Education*, 23(1), 77-94. <https://doi.org/10.1007/bf03173141>
- Lang, P. J., Bradley, M. M., Cuthbert, B. N. (1998). Emotion, motivation, and anxiety: Brain mechanisms and psychophysiology. *Biological Psychiatry*, 44(12), 1248-1263. [https://doi.org/10.1016/s0006-3223\(98\)00275-3](https://doi.org/10.1016/s0006-3223(98)00275-3)
- Laski, E. V., Casey, B. M., Yu, Q., Dulaney, A., Heyman, M., Dearing, E. (2013). Spatial skills as a predictor of first grade girls' use of higher level arithmetic strategies. *Learning and Individual Differences*, 23, 123-130.
- Lauer, J. E., Lourenco, S. F. (2016). Spatial processing in infancy predicts both spatial and mathematical aptitude in childhood. *Psychological Science*, 27(10), 1291-1298. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.08.001>
- Lauer, J. E., Yhang, E., Lourenco, S. F. (2019). The development of gender differences in spatial reasoning: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 145(6), 537-565. <https://doi.org/10.1037/bul0000191>
- Lawton, C. A. (1994). Gender differences in way-finding strategies: Relationship to spatial ability and spatial anxiety. *Sex Roles*, 30(11), 765-779.
- Lazarus, R. (1998). Uniwersalne zdarzenia poprzedzające emocje. W: P. Ekman i R. J. Davidson (red.), *Natura emocji* (s. 146-153). Gdańsk: GWP.
- LeDoux, J. (2003). The emotional brain, fear, and the amygdala. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 23(4), 727-738.
- LeDoux, J. E. (1995). Emotion: Clues from the brain. *Annual Review of Psychology*, 46(1), 209-235.
- LeDoux, J. E. (2000). Emotion circuits in the brain. *Annual review of neuroscience*, 23(1), 155-184. <https://doi.org/10.1176/foc.7.2.foc274>

- Lee, A. C., Yeung, L. K., Barense, M. D. (2012). The hippocampus and visual perception. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 91. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00091>
- Lennon, P. A. (2000). Improving students' flexibility of closure while presenting biology content. *The American Biology Teacher*, 62(3), 177-180. <https://doi.org/10.2307/4450869>
- Lenze, E. J., Wetherell, J. L. (2022). A lifespan view of anxiety disorders. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 13(4), 381-399. <https://doi.org/10.31887/dcns.2011.13.4/elenze>
- Leon, M. R., Revelle, W. (1985). Effects of anxiety on analogical reasoning: a test of three theoretical models. *Journal of Personality and Social Psychology*, 49(5), 1302-1315. <https://doi.org/10.31887/dcns.2011.13.4/elenze>
- Levine, D. N., Warach, J., Farah, M. (1985). Two visual systems in mental imagery: Dissociation of “what” and “where” in imagery disorders due to bilateral posterior cerebral lesions. *Neurology*, 35(7), 1010-1010. <https://doi.org/10.1093/neucas/2.6.521-s>
- Levine, S. C., Foley, A., Lourenco, S., Ehrlich, S., Ratliff, K. (2016). Sex differences in spatial cognition: Advancing the conversation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 7(2), 127-155. <https://doi.org/10.1002/wcs.1380>
- Liben, L. S., Susman, E. J., Finkelstein, J. W., Chinchilli, V. M., Kunselman, S., Schwab, J., Semon Dubas, J., Demers, L. M., Lookingbill, G., D'Arcangelo, M. R., Krogh, H. R., Kulin, H. E. (2002). The effects of sex steroids on spatial performance: A review and an experimental clinical investigation. *Developmental Psychology*, 38(2), 236–253. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.38.2.236>
- Lin, S., Keysar, B., Epley, N. (2010). Reflexively mindblind: Using theory of mind to interpret behavior requires effortful attention. *Journal of Experimental Social Psychology*, 46(3), 551-556. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.12.019>
- Lindberg, S. M., Hyde, J. S., Petersen, J. L., Linn, M. C. (2010). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: a meta-analysis. *Child Development*, 136(6), 1123-1135.
- Linn, M. C., Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child development*, 1479-1498. <https://doi.org/10.2307/1130467>
- Liu, J., Shen, K., Li, H. (2019). How state anxiety and attentional bias interact with each other: The moderating effect of cognitive appraisal. *Attention, Perception and Psychophysics*, 81(3), 694-706. <https://doi.org/10.3758/s13414-018-01650-y>

- Lohani, M., Payne, B. R., Strayer, D. L. (2019). A review of psychophysiological measures to assess cognitive states in real-world driving. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 57. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00057>
- Lord, T. R. (1990). Enhancing learning in the life sciences through spatial perception. *Innovative Higher Education*, 15(1), 5-16.
- Lorey, B., Bischoff, M., Pilgramm, S., Stark, R., Munzert, J., Zentgraf, K. (2009). The embodied nature of motor imagery: the influence of posture and perspective. *Experimental Brain Research*, 194(2), 233-243. <https://doi.org/10.1007/s00221-008-1693-1>
- Lövdén, M., Schaefer, S., Noack, H., Bodammer, N. C., Kühn, S., Heinze, H. J., Düzel, M., Bäckman, L., Lindenberger, U. (2012). Spatial navigation training protects the hippocampus against age-related changes during early and late adulthood. *Neurobiology of Aging*, 33(3), 620.e9-622.e9. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2011.02.013>.
- Lovett-Barron, M., Chen, R., Bradbury, S., Andalman, A. S., Wagle, M., Guo, S., Deisseroth, K. (2020). Multiple convergent hypothalamus–brainstem circuits drive defensive behavior. *Nature Neuroscience*, 23(8), 959-967. <https://doi.org/10.1038/s41593-020-0655-1>
- Lubinski, D. (2010). Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences*, 49(4), 344-351. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.03.022>
- Lyons, I. M., Ramirez, G., Maloney, E. A., Rendina, D. N., Levine, S. C., Beilock, S. L. (2018). Spatial Anxiety: A novel questionnaire with subscales for measuring three aspects of spatial anxiety. *Journal of Numerical Cognition*, 4(3), 526-553. <https://doi.org/10.5964/jnc.v4i3.154>
- MacLean, P. D. (1952). Some psychiatric implications of physiological studies on frontotemporal portion of limbic system (visceral brain). *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 4(4), 407-418.
- Maloney, E. A., Waechter, S., Risko, E. F., Fugelsang, J. A. (2012). Reducing the sex difference in math anxiety: The role of spatial processing ability. *Learning and Individual Differences*, 22(3), 380-384. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.01.001>
- Mammarella, N. (2011). Is there a “special relationship” between unconscious emotions and visual imagery? Evidence from a mental rotation test. *Consciousness and Cognition*, 20(2), 444-448. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2010.10.012>

- Mansell, W., Harvey, A., Watkins, E. R., Shafran, R. (2008). Cognitive behavioral processes across psychological disorders: A review of the utility and validity of the transdiagnostic approach. *International Journal of Cognitive Therapy*, 1(3), 181-191.  
<https://doi.org/10.1521/ijct.2008.1.3.181>
- Martens, J., Antonenko, P. D. (2012). Narrowing gender-based performance gaps in virtual environment navigation. *Computers in Human Behavior*, 28(3), 809-819.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.01.008>
- Martin, P. (2022). The epidemiology of anxiety disorders: a review. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 5(3), 281-298. <https://doi.org/10.31887/dens.2003.5.3/pmartin>
- Mascaro, J. S., Rentscher, K. E., Hackett, P. D., Mehl, M. R., Rilling, J. K. (2017). Child gender influences paternal behavior, language, and brain function. *Behavioral Neuroscience*, 131(3), 262-272. <https://doi.org/10.1037/bne0000199>
- Masters, M. S., Sanders, B. (1993). Is the gender difference in mental rotation disappearing? *Behavior Genetics*, 23(4), 337-341. <https://doi.org/10.1007/bf01067434>
- Mathews, A. (1990). Why worry? The cognitive function of anxiety. *Behaviour Research and Therapy*, 28(6), 455-468. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(90\)90132-3](https://doi.org/10.1016/0005-7967(90)90132-3)
- Mathews, A., MacLeod, C. (1994). Cognitive approaches to emotion and emotional disorders. *Annual Review of Psychology*, 45(1), 25-50. <https://doi.org/10.1146/annurev.ps.45.020194.000325>
- Mazard, A., Tzourio-Mazoyer, N., Crivello, F., Mazoyer, B., Mellet, E. (2004). A PET meta-analysis of object and spatial mental imagery. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16(5), 673-695. <https://doi.org/10.1080/09541440340000484>
- McConkey, K. M., Nogrady, H. (1986). Visual Elaboration Scale: Analysis of individual and group versions. *Journal of Mental Imagery*.
- McDonald, A. J. (1998). Cortical pathways to the mammalian amygdala. *Progress in Neurobiology*, 55(3), 257-332. [https://doi.org/10.1016/s0301-0082\(98\)00003-3](https://doi.org/10.1016/s0301-0082(98)00003-3)
- McEvoy, P. M., Saulsman, L. M. (2014). Imagery-enhanced cognitive behavioural group therapy for social anxiety disorder: A pilot study. *Behaviour Research and Therapy*, 55, 1-6.  
<https://doi.org/10.1016/j.brat.2014.12.011>

- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.5.889>
- McGrew, K. S., Evans, J. (2004). Expectations for students with cognitive disabilities: Is the cup half empty or half full? Can the cup flow over. *Synthesis Report*, 55.
- McNally, R. J. (1999). Theoretical approaches to the fear of anxiety. *Anxiety sensitivity: Theory, Research, and Treatment of the Fear of Anxiety*, 3-16. <https://doi.org/10.5860/choice.36-6565>
- McNally, R. J. (2019). Attentional bias for threat: Crisis or opportunity? *Clinical Psychology Review*, 69, 4-13. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2018.05.005>
- McNaughton, N., Gray, J. A. (2000). Anxiolytic action on the behavioural inhibition system implies multiple types of arousal contribute to anxiety. *Journal of Affective Disorders*, 61(3), 161-176. [https://doi.org/10.1016/s0165-0327\(00\)00344-x](https://doi.org/10.1016/s0165-0327(00)00344-x)
- McNaughton, N., Gray, J. A. (2000). Anxiolytic action on the behavioural inhibition system implies multiple types of arousal contribute to anxiety. *Journal of Affective Disorders*, 61(3), 161-176. [https://doi.org/10.1016/s0165-0327\(00\)00344-x](https://doi.org/10.1016/s0165-0327(00)00344-x)
- McRae, K., Gross, J. J. (2020). Emotion regulation. *Emotion*, 20(1), 1-9. <http://dx.doi.org/10.1037/emo0000703>
- Mello, A. D. A. F. D., Mello, M. F. D., Carpenter, L. L., Price, L. H. (2003). Update on stress and depression: the role of the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis. *Brazilian Journal of Psychiatry*, 25(4), 231-238. <https://doi.org/10.1590/s1516-44462003000400010>
- Metzger, R. L., Miller, M. L., Cohen, M., Sofka, M., Borkovec, T. D. (1990). Worry changes decision making: The effect of negative thoughts on cognitive processing. *Journal of Clinical Psychology*, 46(1), 78-88.
- Midway, S., Robertson, M., Flinn, S., Kaller, M. (2020). Comparing multiple comparisons: practical guidance for choosing the best multiple comparisons test. *PeerJ*, 8, 10387. <https://doi.org/10.7717/peerj.10387>
- Miller, D. I., Halpern, D. F. (2014). The new science of cognitive sex differences. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(1), 37-45. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.10.011>
- Miller, E. K., Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24(1), 167-202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>

- Miu, A. C., Heilman, R. M., Houser, D. (2008). Anxiety impairs decision-making: psychophysiological evidence from an Iowa Gambling Task. *Biological Psychology*, 77(3), 353-358. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2007.11.010>
- Miwa, H., Watari, J., Fukui, H., Oshima, T., Tomita, T., Sakurai, J., Kondo, T., Matsumoto, T. (2011). Current understanding of pathogenesis of functional dyspepsia. *Journal of gastroenterology and hepatology*, 26, 53-60. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1746.2011.06633.x>
- Mix, K. S., Levine, S. C., Cheng, Y. L., Young, C., Hambrick, D. Z., Ping, R., Konstantopoulos, S. (2016). Separate but correlated: The latent structure of space and mathematics across development. *Journal of Experimental Psychology: General*, 145(9), 1206-1227. <https://doi.org/10.1037/xge0000182>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P., Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(4), 621-640. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.4.621>
- Modi, S., Kumar, M., Nara, S., Kumar, P., Khushu, S. (2018). Trait anxiety and neural efficiency of abstract reasoning: An fMRI investigation. *Journal of Biosciences*, 43(5), 877-886. <https://doi.org/10.1007/s12038-018-9800-3>
- Moè, A. (2018). Effects of group gender composition on Mental Rotation Test performance in women. *Archives of Sexual Behavior*, 47(8), 2299-2305. <https://doi.org/10.1007/s10508-018-1245-0>
- Mogg, K., Bradley, B. P. (1998). A cognitive-motivational analysis of anxiety. *Behaviour Research and Therapy*, 36(9), 809-848. [https://doi.org/10.1016/s0005-7967\(98\)00063-1](https://doi.org/10.1016/s0005-7967(98)00063-1)
- Mogg, K., Bradley, B. P. (2005). Attentional bias in generalized anxiety disorder versus depressive disorder. *Cognitive Therapy and Research*, 29(1), 29-45. <https://doi.org/10.1007/s10608-005-1646-y>

- Mogg, K., Mathews, A., Weinman, J. (1987). Memory bias in clinical anxiety. *Journal of Abnormal Psychology, 96*(2), 94-98. <https://doi.org/10.1037/0021-843x.96.2.94>
- Mojs, E. (2010). Choroby skóry w ujęciu psychosomatycznym. *Dwumiesięcznik naukowy Uniwersytetu Medycznego, 79*(6), 483-486.
- Morissette, S. B., Tull, M. T., Gulliver, S. B., Kamholz, B. W., Zimering, R. T. (2007). Anxiety, anxiety disorders, tobacco use, and nicotine: a critical review of interrelationships. *Psychological Bulletin, 133*(2), 245-272. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.2.245>
- Moriya, J. (2018). Association between social anxiety and visual mental imagery of neutral scenes: The moderating role of effortful control. *Frontiers in Psychology, 8*, 2323. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02323>
- Moriya, J., Tanno, Y. (2008). Relationships between negative emotionality and attentional control in effortful control. *Personality and Individual Differences, 44*(6), 1348-1355. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2007.12.003>
- Morris, L. W., Davis, M. A., Hutchings, C. H. (1981). Cognitive and emotional components of anxiety: Literature review and a revised worry-emotionality scale. *Journal of Educational Psychology, 73*(4), 541-555. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.73.4.541>
- Muckli, L. (2010). What are we missing here? Brain imaging evidence for higher cognitive functions in primary visual cortex V1. *International Journal of Imaging Systems and Technology, 20*(2), 131-139. <https://doi.org/10.1002/ima.20236>
- Muckli, L., Petro, L. S. (2013). Network interactions: Non-geniculate input to V1. *Current Opinion in Neurobiology, 23*(2), 195-201. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2013.01.020>
- Mueller, E. M., Hofmann, S. G., Santesso, D. L., Meuret, A. E., Bitran, S., Pizza galli, D. A. (2009). Electrophysiological evidence of attentional biases in social anxiety disorder. *Psychological Medicine, 39*(7), 1141-1152. <https://doi.org/10.1017/s0033291708004820>
- Mulligan, J., Woolcott, G., Mitchelmore, M., Davis, B. (2018). Connecting mathematics learning through spatial reasoning. *Mathematics Education Research Journal, 30*(1), 77-87. <https://doi.org/10.1007/s13394-017-0210-x>
- Muris, P., Mayer, B., van Lint, C., Hofman, S. (2008). Attentional control and psychopathological symptoms in children. *Personality and Individual Differences, 44*(7), 1495-1505. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2008.01.006>

- Musa, C. Z., Lépine, J. P. (2000). Cognitive aspects of social phobia: A review of theories and experimental research. *European Psychiatry*, 15(1), 59-66.  
[https://doi.org/10.1016/s0924-9338\(00\)00210-8](https://doi.org/10.1016/s0924-9338(00)00210-8)
- Nabi, H., Hall, M., Koskenvuo, M., Singh-Manoux, A., Oksanen, T., Suominen, S., Kivimäki, M., Vahtera, J. (2010). Psychological and somatic symptoms of anxiety and risk of coronary heart disease: the health and social support prospective cohort study. *Biological Psychiatry*, 67(4), 378–385. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2009.07.040>
- Nanay, B. (2018). Multimodal mental imagery. *Cortex*, 105, 125-134.  
<https://doi.org/10.1093/oso/9780190648916.003.0004>
- Nęcka, E., Orzechowski, J., Szymura, B., Wichary, S. (2020). *Psychologia poznawcza*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Nelson, B. D., Jackson, F., Amir, N., Hajcak, G. (2015). Single-session attention bias modification and error-related brain activity. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 15(4), 776-786. <https://doi.org/10.3758/s13415-015-0365-4>
- Newcombe, N. S., Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. *Mind, Brain, and Education*, 4(3), 102-111. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228x.2010.01089.x>
- Newcombe, N. S., Levine, S. C., Mix, K. S. (2015). Thinking about quantity: The intertwined development of spatial and numerical cognition. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 6(6), 491-505. <https://doi.org/10.1002/wcs.1442>
- Nezu, A. M., Carnevale, G. J. (1987). Interpersonal problem solving and coping reactions of Vietnam veterans with posttraumatic stress disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 96(2), 155-157. <https://doi.org/10.1037/0021-843x.96.2.155>
- Nichols-Hoppe, K. T., Beach, L. R. (1990). The effects of test anxiety and task variables on predecisional information search. *Journal of Research in Personality*, 24(2), 163-172.  
[https://doi.org/10.1016/0092-6566\(90\)90014-w](https://doi.org/10.1016/0092-6566(90)90014-w)
- Nilsson, J. E., Lundh, L. G., Viborg, G. (2012). Imagery rescripting of early memories in social anxiety disorder: An experimental study. *Behaviour Research and Therapy*, 50(6), 387-392.  
<https://doi.org/10.1016/j.brat.2012.03.004>
- Nilsson, T., Hedman, L., Ahlqvist, J. (2007). Visual-spatial ability and interpretation of three-dimensional information in radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 36(2), 86-91.

- Nori, R., Palmiero, M., Bocchi, A., Piccardi, L. (2018). The enhanced cognitive interview: could individual differences in visuo-spatial working memory explain differences in recalling an event? *Psychology, Crime and Law*, 24(10), 998-1015. <https://doi.org/10.1080/1068316x.2018.1479751>
- Núñez-Peña, M. I., González-Gómez, B., Colomé, À. (2019). Spatial processing in a mental rotation task: Differences between high and low math-anxiety individuals. *Biological Psychology*, 146, 107727. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2019.107727>
- O'Toole, L., Dennis, T. A. (2012). Attention training and the threat bias: An ERP study. *Brain and Cognition*, 78(1), 63-73.
- Oberauer, K. (2001). Removing irrelevant information from working memory. A cognitive aging study with the modified Sternberg task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27, 948-957.
- Oberauer, K. (2009). Design for a working memory. *Psychology of learning and motivation*, 51, 45-100.
- Oberauer, K., Farrell, S., Jarrold, C., Lewandowsky, S. (2016). What limits working memory capacity? *Psychological Bulletin*, 142(7), 758-799.
- Oberauer, K., Kliegl, R. (2006). A formal model of capacity limits in working memory. *Journal of memory and language*, 55(4), 601-626. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2006.08.009>
- Oberauer, K., Lewandowsky, S., Awh, E., Brown, G. D. A., Conway, A., Cowan, N., Donkin, C., Farrell, S., Hitch, G. J., Hurlstone, M. J., Ma, W. J., Morey, C. C., Nee, D. E., Schweppe, J., Vergauwe, E., Ward, G. (2018). Benchmarks for models of short-term and working memory. *Psychological Bulletin*, 144(9), 885-958. <https://doi.org/10.1037/bul0000153>
- Oberauer, K., Süß, H. M., Wilhelm, O., Wittman, W. W. (2003). The multiple faces of working memory: Storage, processing, supervision, and coordination. *Intelligence*, 31(2), 167-193. [https://doi.org/10.1016/s0160-2896\(02\)00115-0](https://doi.org/10.1016/s0160-2896(02)00115-0)
- Oberauer, K., Süß, H. M., Wilhelm, O., Wittmann, W. W. (2008). Which working memory functions predict intelligence? *Intelligence*, 36(6), 641-652. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2008.01.007>
- Ochsner, K. N., Phelps, E. (2007). Emerging perspectives on emotion-cognition interactions. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(8), 317-318. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.06.008>
- Öhman, A. (2005). The role of the amygdala in human fear: automatic detection of threat. *Psychoneuroendocrinology*, 30(10), 953-958. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2005.03.019>

- Öhman, A. (2008). Fear and anxiety: Overlaps and dissociations. W.M. Lewis, J. M. Haviland-Jones, L. F. Barrett (Red.), *Handbook of emotions* (s. 709–728). The Guilford Press.
- Öhman, A., Flykt, A., Esteves, F. (2001). Emotion drives attention: detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(3), 466–478.  
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.3.466>
- O'Keefe, J. (1976). Place units in the hippocampus of the freely moving rat. *Experimental Neurology*, 51(1), 78–109. [https://doi.org/10.1016/0014-4886\(76\)90055-8](https://doi.org/10.1016/0014-4886(76)90055-8)
- Orion, N., Ben-Chaim, D., Kali, Y. (1997). Relationship between earth-science education and spatial visualization. *Journal of Geoscience Education*, 45(2), 129–132. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-45.2.129>
- Oshiyama, C., Sutoh, C., Miwa, H., Okabayashi, S., Hamada, H., Matsuzawa, D., Yoshiyuki, H., Takahashi, T., Niwa, S., Honda, M., Sakatsume, K., Nishimura, T., Shimizu, E. (2018). Gender-specific associations of depression and anxiety symptoms with mental rotation. *Journal of Affective Disorders*, 235, 277–284. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2018.04.006>
- Osinsky, R., Gebhardt, H., Alexander, N., Hennig, J. (2012). Trait anxiety and the dynamics of attentional control. *Biological Psychology*, 89(1), 252–259. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2011.10.016>
- Ouaknin, S. R. S. (2016). Anxiety as a risk factor for cardiovascular diseases. *Frontiers in Psychiatry*, 7, 25. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2016.00025>
- Owens, M., Stevenson, J., Hadwin, J. A., Norgate, R. (2014). When does anxiety help or hinder cognitive test performance? The role of working memory capacity. *British Journal of Psychology*, 105(1), 92–101. <https://doi.org/10.1111/bjop.12009>
- Pacheco-Unguetti, A. P., Lupiáñez, J., Acosta, A. (2009). Attention and anxiety: relationship between alertness and cognitive control with trait anxiety. *Psicologica*, 30(1), 1–25.  
<https://doi.org/10.1177/0956797609359624>
- Padgett, D. A., Glaser, R. (2003). How stress influences the immune system. *Trends in Immunology*, 24(8), 444–448. [https://doi.org/10.1016/s1471-4906\(03\)00173-x](https://doi.org/10.1016/s1471-4906(03)00173-x)
- Paivio, A. (1971). Imagery and language. In *Imagery* (pp. 7–32). Academic Press.
- Paivio, A. (1983). The mind's eye in arts and science. *Poetics*, 12(1), 1–18.
- Paradiso, S., Johnson, D. L., Andreasen, N. C., O'Leary, D. S., Watkins, G. L., Boles Ponto, L. L., Hichwa, R. D. (1999). Cerebral blood flow changes associated with attribution of emotional

- valence to pleasant, unpleasant, and neutral visual stimuli in a PET study of normal subjects. *American Journal of Psychiatry*, *156*(10), 1618-1629.  
<https://doi.org/10.1176/ajp.156.10.1618>
- Park, J., Moghaddam, B. (2017). Impact of anxiety on prefrontal cortex encoding of cognitive flexibility. *Neuroscience*, *345*, 193-202. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.06.013>
- Pashler, H., Johnston, J. C., Ruthruff, E. (2001). Attention and performance. *Annual Review of Psychology*, *52*(1), 629-651. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.629>
- Pazzaglia, F., Moè, A. (2013). Cognitive styles and mental rotation ability in map learning. *Cognitive Processing*, *14*(4), 391-399. <https://doi.org/10.1007/s10339-013-0572-2>
- Pearson, J. (2019). The human imagination: the cognitive neuroscience of visual mental imagery. *Nature Reviews Neuroscience*, *20*(10), 624-634. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0202-9>
- Pearson, J., Kosslyn, S. M. (2015). The heterogeneity of mental representation: Ending the imagery debate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(33), 10089-10092. <https://doi.org/10.1073/pnas.1504933112>
- Pearson, J., Naselaris, T., Holmes, E. A., Kosslyn, S. M. (2015). Mental imagery: functional mechanisms and clinical applications. *Trends in Cognitive Sciences*, *19*(10), 590-602. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.08.003>
- Peckham, A. D., McHugh, R. K., Otto, M. W. (2010). A meta-analysis of the magnitude of biased attention in depression. *Depression and Anxiety*, *27*(12), 1135-1142. <https://doi.org/10.1002/da.22092>
- Pérez-Fabello, M. J., Campos, A., Campos-Juanatey, D. (2016). Is object imagery central to artistic performance? *Thinking Skills and Creativity*, *21*, 67-74. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2016.05.006>
- Pérez-Fabello, M. J., Campos, A., Felisberti, F. M. (2018). Object-spatial imagery in fine arts, psychology, and engineering. *Thinking Skills and Creativity*, *27*, 131-138. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.12.005>
- Peterman, J. S., Carper, M. M., Elkins, R. M., Comer, J. S., Pincus, D. B., Kendall, P. C. (2016). The effects of cognitive-behavioral therapy for youth anxiety on sleep problems. *Journal of Anxiety Disorders*, *37*, 78-88. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2015.11.006>
- Phelps, E. A. (2006). Emotion and cognition: insights from studies of the human amygdala. *Annu. Rev. Psychol.*, *57*, 27-53. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.56.091103.070234>

- Phelps, E. A., LeDoux, J. E. (2005). Contributions of the amygdala to emotion processing: from animal models to human behavior. *Neuron*, 48(2), 175-187. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2005.09.025>
- Phelps, E. A., Ling, S., Carrasco, M. (2006). Emotion facilitates perception and potentiates the perceptual benefits of attention. *Psychological Science*, 17(4), 292-299. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01701.x>
- Picucci, L., Caffò, A. O., Bosco, A. (2011). Besides navigation accuracy: Gender differences in strategy selection and level of spatial confidence. *Journal of Environmental Psychology*, 31(4), 430-438. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2011.01.005>
- Pietsch, S., Jansen, P. (2012). Different mental rotation performance in students of music, sport and education. *Learning and Individual Differences*, 22(1), 159-163. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.11.012>
- Piotrowski, T., Stettner, Z., Orzechowski, J., Balas, R. (2009). Jak działa pamięć robocza. W: J. Orzechowski, K. T. Piotrowski, R. Balas i Z. Stettner (Red.), *Pamięć robocza*, 25-46.
- Pittalis, M., Christou, C. (2010). Types of reasoning in 3D geometry thinking and their relation with spatial ability. *Educational Studies in mathematics*, 75(2), 191-212. <https://doi.org/10.1007/s10649-010-9251-8>
- Pitta-Pantazi, D., Sophocleous, P., Christou, C. (2013). Spatial visualizers, object visualizers and verbalizers: Their mathematical creative abilities. *ZDM*, 45(2), 199-213. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0475-1>
- Plutchik, R. (2001). The nature of emotions: Human emotions have deep evolutionary roots, a fact that may explain their complexity and provide tools for clinical practice. *American Scientist*, 89(4), 344-350.
- Posner, M. I. (1990). Hierarchical distributed networks in the neuropsychology of selective attention. W A. Caramazza (Ed.), *Cognitive neuropsychology and neurolinguistics: Advances in models of cognitive function and impairment* (s. 187-210). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Postle, B. R. (2006). Working memory as an emergent property of the mind and brain. *Neuroscience*, 139(1), 23-38. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.06.005>
- Pourtois, G., Schettino, A., Vuilleumier, P. (2013). Brain mechanisms for emotional influences on perception and attention: what is magic and what is not. *Biological psychology*, 92(3), 492-512. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2012.02.007>

- Power, M., Dalgleish, T. (2015). *Cognition and emotion: From order to disorder*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781315708744>
- Pribyl, J. R., Bodner, G. M. (1987). Spatial ability and its role in organic chemistry: A study of four organic courses. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(3), 229-240. <https://doi.org/10.1002/tea.3660240304>
- Pruden, S. M., Levine, S. C. (2017). Parents' spatial language mediates a sex difference in preschoolers' spatial-language use. *Psychological Science*, 28(11), 1583-1596. <https://doi.org/10.1177/0956797617711968>
- Pruden, S. M., Levine, S. C., Huttenlocher, J. (2011). Children's spatial thinking: Does talk about the spatial world matter? *Developmental Science*, 14(6), 1417-1430. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01088.x>
- Przystańska, A., Ja sielska, A., Ziarko, M., Pobudek-Radzikowska, M., Maciejewska-Szaniec, Z., Prylińska-Czyżewska, A., Maciejowska – Szaniec, Z., Gawriołek, K., Strużycka, I., Czajka-Jakubowska, A. (2019). Psychosocial predictors of bruxism. *BioMed research international*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/2069716>
- Ralph, Y. K., Berinhout, K., Maguire, M. J. (2021). Gender differences in mothers' spatial language use and children's mental rotation abilities in preschool and kindergarten. *Developmental Science*, 24(2), e13037. <https://doi.org/10.1111/desc.13037>
- Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., Beilock, S. L. (2013). Math anxiety, working memory, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 14(2), 187-202. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.664593>
- Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., Beilock, S. L. (2012). Spatial anxiety relates to spatial abilities as a function of working memory in children. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(3), 474-487. <https://doi.org/10.1080/17470218.2011.616214>
- Ranganath, C., D'Esposito, M. (2005). Directing the mind's eye: prefrontal, inferior and medial temporal mechanisms for visual working memory. *Current Opinion in Neurobiology*, 15(2), 175-182. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.03.017>
- Rapee, R. M., Heimberg, R. G. (1997). A cognitive-behavioral model of anxiety in social phobia. *Behaviour Research and Therapy*, 35(8), 741-756. [https://doi.org/10.1016/s0005-7967\(97\)00022-3](https://doi.org/10.1016/s0005-7967(97)00022-3)

- Rehkämper, G., Haase, E., Frahm, H. D. (1988). Allometric comparison of brain weight and brain structure volumes in different breeds of the domestic pigeon, *Columba livia* fd (fantails, homing pigeons, strassers). *Brain, Behavior and Evolution*, *31*(3), 141-149.  
<https://doi.org/10.1159/000116581>
- Reimer, S. G., Moscovitch, D. A. (2015). The impact of imagery rescripting on memory appraisals and core beliefs in social anxiety disorder. *Behaviour Research and Therapy*, *75*, 48-59.  
<https://doi.org/10.1016/j.brat.2015.10.007>
- Reuhkala, M. (2001). Mathematical skills in ninth-graders: Relationship with visuo-spatial abilities and working memory. *Educational Psychology*, *21*(4), 387-399.  
<https://doi.org/10.1080/01443410120090786>
- Richards, H. J., Benson, V., Donnelly, N., Hadwin, J. A. (2014). Exploring the function of selective attention and hypervigilance for threat in anxiety. *Clinical Psychology Review*, *34*(1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2013.10.006>
- Richardson, A. (1977). Verbalizer-visualizer: a cognitive style dimension. *Journal of mental imagery*, *1*(1), 109-125.
- Richardson, A. (1994) *Individual differences in imaging*. Baywood.  
<https://doi.org/10.4324/9780429028786-3>
- Richardson, A. E., Tomasulo, M. M. V. (2011). Influence of a cute stress on spatial tasks in humans. *Physiology and Behavior*, *103*(5), 459-466.  
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.03.019>
- Richardson, J. T. (2011). Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational Research Review*, *6*(2), 135-147.  
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2010.12.001>
- Ricker, T. J., AuBuchon, A. M., Cowan, N. (2010). Working memory. *Wiley interdisciplinary reviews: Cognitive science*, *1*(4), 573-585.
- Rieser, J. J. (1989). Access to knowledge of spatial structure at novel points of observation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *15*(6), 1157-1165.  
<https://doi.org/10.1037/0278-7393.15.6.1157>
- Rodebaugh, T. L., Scullin, R. B., Langer, J. K., Dixon, D. J., Huppert, J. D., Bernstein, A., Zvielli, A., Lenze, E. J. (2016). Unreliability as a threat to understanding psychopathology: The cautionary

- tale of attentional bias. *Journal of Abnormal Psychology*, 125(6), 840-851.  
<https://doi.org/10.1037/abn0000184>
- Rogers, D., Murphy, E., Winders, S. J., Greene, C. (2020). Attentional Bias Components in Anxiety and Depression: A Systematic Review. <https://doi.org/10.31234/osf.io/2twux>
- Rogister, F., Pottier, L., El Haddadi, I., Monseur, J., Donneau, A. F., Diep, A. N., Camby, S., Defaweux, V., Bonnet, P., Tombu, S., Lefebvre, P., Poirrier, A. L. (2022). Use of Vandenberg and Kuse Mental Rotation Test to Predict Practical Performance of Sinus Endoscopy. *Ear, Nose and Throat Journal*, 101(2\_suppl), 24-30. <https://doi.org/10.1177/01455613211000599>
- Rolls, E. T. (2019). The cingulate cortex and limbic systems for emotion, action, and memory. *Brain Structure and Function*, 224(9), 3001-3018. <https://doi.org/10.1007/s00429-019-01945-2>
- Rosenberg, H. S. (1987). Visual artists and imagery. *Imagination, Cognition and Personality*, 7(1), 77-93. <https://doi.org/10.2190/avj5-n24b-p7mc-hr4r>
- Sadoski, M., Paivio, A. (2004). A dual coding theoretical model of reading. *Theoretical Models and Processes of Reading*, 5, 1329-1362. <https://doi.org/10.1598/0872075028.47>
- Sadowski, B. (2022). *Biologiczne podstawy zachowania się ludzi i zwierząt*. Warszawa: PWN.
- Saha, S., Lim, C. C., Cannon, D. L., Burton, L., Bremner, M., Cosgrove, P., Huo, J., McGrath, J. (2021). Co-morbidity between mood and anxiety disorders: A systematic review and meta-analysis. *Depression and Anxiety*, 38(3), 286-306. <https://doi.org/10.1002/da.23113>
- Sapolsky R.M. (2010). Stress, health and social behavior. W: *Encyclopedia of Animal Behavior*, red.: M.D. Breed, J. Moore. Academic Press., 350-357 <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-045337-8.00277-1>
- Sapolsky, R. M., Romero, L. M., Munck, A. U. (2000). How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocrine Reviews*, 21(1), 55-89. <https://doi.org/10.1210/er.21.1.55>
- Sara, S. J., Bouret, S. (2012). Orienting and reorienting: the locus coeruleus mediates cognition through arousal. *Neuron*, 76(1), 130-141. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.09.011>
- Sarason, I. G. (1988). Anxiety, self-preoccupation and attention. *Anxiety research*, 1(1), 3-7.
- Sarason, I. G., Sarason, B. R., Pierce, G. R. (1990). Anxiety, cognitive interference, and performance. *Journal of Social Behavior and Personality*, 5(2), 1.

- Sargolini, F., Fyhn, M., Hafting, T., McNaughton, B. L., Witter, M. P., Moser, M. B., Moser, E. I. (2006). Conjunctive representation of position, direction, and velocity in entorhinal cortex. *Science*, *312*(5774), 758-762. <https://doi.org/10.1126/science.1125572>
- Sari, B. A., Koster, E. H., Derakshan, N. (2017). The effects of active worrying on working memory capacity. *Cognition and Emotion*, *31*(5), 995-1003. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1170668>
- Saviola, F., Pappaianni, E., Monti, A., Grecucci, A., Jovicich, J., De Pisapia, N. (2020). Trait and state anxiety are mapped differently in the human brain. *Scientific Reports*, *10*(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68008-z>
- Schwarz, L. A., Luo, L. (2015). Organization of the locus coeruleus-norepinephrine system. *Current Biology*, *25*(21), R1051-R1056. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.09.039>
- Shang, J., Fu, Y., Ren, Z., Zhang, T., Du, M., Gong, Q., Lui, S., Zhang, W. (2014). The common traits of the ACC and PFC in anxiety disorders in the DSM-5: meta-analysis of voxel-based morphometry studies. *PloS one*, *9*(3), e93432. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093432>
- Shepard, R. N., Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, *171*(3972), 701-703.
- Sherry, D. F., Vaccarino, A. L., Buckenham, K., Herz, R. S. (1989). The hippocampal complex of food-storing birds. *Brain, Behavior and Evolution*, *34*(5), 308-317. <https://doi.org/10.1159/000116516>
- Shi, R., Sharpe, L., Abbott, M. (2019). A meta-analysis of the relationship between anxiety and attentional control. *Clinical Psychology Review*, *72*, 101754. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2019.101754>
- Shomstein, S. (2012). Cognitive functions of the posterior parietal cortex: top-down and bottom-up attentional control. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, *6*, 38. <https://doi.org/10.3389/fnint.2012.00038>
- Sibrava, N. J., Borkovec, T. D. (2006). The Cognitive Avoidance Theory of Worry. W G. C. L. Davey i A. Wells (Red.), *Worry and its psychological disorders: Theory, Assessment and Treatment* (s. 239–256). Wiley Publishing. <https://doi.org/10.1002/9780470713143.ch14>
- Siegle, G. J., Thompson, W., Carter, C. S., Steinhauer, S. R., Thase, M. E. (2007). Increased amygdala and decreased dorsolateral prefrontal BOLD responses in unipolar depression: related and

- independent features. *Biological Psychiatry*, 61(2), 198-209.  
<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.05.048>
- Siman-Tov, T., Papo, D., Gadoth, N., Schonberg, T., Mendelsohn, A., Perry, D., Hendler, T. (2009). Mind your left: spatial bias in subcortical fear processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(9), 1782-1789. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21120>
- Sirigu, A., Duhamel, J. R. (2001). Motor and visual imagery as two complementary but neurally dissociable mental processes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13(7), 910-919. <https://doi.org/10.1162/089892901753165827>
- Sladky, R., Baldinger, P., Kranz, G. S., Tröstl, J., Höflich, A., Lanzenberger, R., Lamm, C., Windischberger, C. (2013). High-resolution functional MRI of the human amygdala at 7 T. *European Journal of Radiology*, 82(5), 728-733. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2011.09.025>
- Sluming, V., Brooks, J., Howard, M., Downes, J. J., Roberts, N. (2007). Broca's area supports enhanced visuospatial cognition in orchestral musicians. *Journal of Neuroscience*, 27(14), 3799-3806. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.0147-07.2007>
- Smith, G. G., Olkun, S. (2005). Why interactivity works: Interactive priming of mental rotation. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 93-111. <https://doi.org/10.2190/4ka5-03ux-a70e-e53w>
- Spampinato, M. V., Wood, J. N., De Simone, V., Grafman, J. (2009). Neural correlates of anxiety in healthy volunteers: a voxel-based morphometry study. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 21(2), 199-205. <https://doi.org/10.1176/jnp.2009.21.2.199>
- Spielberger, C. D. (1966). Theory and research on anxiety. *Anxiety and Behavior*, 1(3), 413-428. <https://doi.org/10.1016/b978-1-4832-3131-0.50006-8>
- Spielberger, C. D., Jacobs, G., Russell, S., Crane, R. S. (1983). Assessment of anger: The state-trait anger scale. *Advances in Personality Assessment*, 2, 161-189. <https://doi.org/10.1037/e549972009-014>
- Spielberger, C. D. (1972). Anxiety as an emotional state. W. C. D. Spielberger (Red.), *Anxiety: Current trends in theory and research* (Vol. 1, pp. 24-49). Academic Press.
- Spielberger, C. D. (1976). Stress and anxiety and cardiovascular disease. *Journal of the South Carolina Medical Association, Suppl.*, 15(72), 15-22.

- Stefanopoulou, E., Hirsch, C. R., Hayes, S., Adlam, A., Coker, S. (2014). Are attentional control resources reduced by worry in generalized anxiety disorder? *Journal of Abnormal Psychology, 123*(2), 330-335. <https://doi.org/10.1037/a0036343>
- Stokes, M., Thompson, R., Cusack, R., Duncan, J. (2009). Top-down activation of shape-specific population codes in visual cortex during mental imagery. *Journal of Neuroscience, 29*(5), 1565-1572. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.4657-08.2009>
- Summerfeldt, L. J., Endler, N. S. (1998). Examining the evidence for anxiety-related cognitive biases in obsessive-compulsive disorder. *Journal of Anxiety Disorders, 12*(6), 579-598. [https://doi.org/10.1016/s0887-6185\(98\)00035-8](https://doi.org/10.1016/s0887-6185(98)00035-8)
- Sussman, T. J., Jin, J., Mohanty, A. (2016). Top-down and bottom-up factors in threat-related perception and attention in anxiety. *Biological Psychology, 121*, 160-172. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.08.006>
- Sylvers, P., Lilienfeld, S. O., LaPrairie, J. L. (2011). Differences between trait fear and trait anxiety: Implications for psychopathology. *Clinical Psychology Review, 31*(1), 122-137. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2010.08.004>
- Szabadi, E. (2013). Functional neuroanatomy of the central noradrenergic system. *Journal of Psychopharmacology, 27*(8), 659-693. <https://doi.org/10.1177/0269881113490326>
- Szymura, B., Waluszko, A., Stachów, D. (2003). Neurotyzm i lęk jako determinanty przebiegu procesów przetwarzania informacji. *Przegląd Psychologiczny, 46*(2), 197-208.
- Tagaris, G. A., Kim, S. G., Strupp, J. P., Andersen, P. (1996). Quantitative relations between parietal activation and performance in mental rotation. *Neuroreport: An International Journal for the Rapid Communication of Research in Neuroscience*. <https://doi.org/10.1097/00001756-199602290-00022>
- Takagi, Y., Sakai, Y., Abe, Y., Nishida, S., Harrison, B. J., Martínez-Zalacaín, I., Soriano – Mas, C., Narumoto, J., Tanaka, S. C. (2018). A common brain network among state, trait, and pathological anxiety from whole-brain functional connectivity. *Neuroimage, 172*, 506-516. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.01.080>
- Tallis, F., Eysenck, M., Mathews, A. (1991). Elevated evidence requirements and worry. *Personality and Individual Differences, 12*(1), 21-27. [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(91\)90128-x](https://doi.org/10.1016/0191-8869(91)90128-x)

- Tamietto, M., De Gelder, B. (2010). Neural bases of the non-conscious perception of emotional signals. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(10), 697-709. <https://doi.org/10.1038/nrn2889>
- Templeton, G. F. (2011). A two-step approach for transforming continuous variables to normal: implications and recommendations for IS research. *Communications of the Association for Information Systems*, 28(1), 41-58. <https://doi.org/10.17705/1cais.02804>
- Thakkar, K. N., Brugger, P., Park, S. (2009). *Exploring empathic space: correlates of perspective transformation ability and biases in spatial attention*, 4(6), 58-64. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005864>
- Thomas, K. G., Laurance, H. E., Nadel, L., Jacobs, W. J. (2010). Stress-induced impairment of spatial navigation in females. *South African Journal of Psychology*, 40(1), 44-53. <https://doi.org/10.1177/008124631004000104>
- Thompson, J. M., Nuerk, H. C., Moeller, K., Kadosh, R. C. (2013). The link between mental rotation ability and basic numerical representations. *Acta Psychologica*, 144(2), 324-331. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.05.009>
- Thompson, W. L., Kosslyn, S. M. (2000). Neural systems activated during visual mental imagery: A review and meta-analyses. *Brain Mapping: The Systems*, 535-560. <https://doi.org/10.1016/b978-012692545-6/50020-9>
- Thomsen, T., Hugdahl, K., Ersland, L., Barndton, R., Lundervold, A., Smievoll, A. I., Roscher, B. E., Sundberg, H. (2000). Functional magnetic resonance imaging (fMRI) study of sex differences in a mental rotation task. *Medical Science Monitor*, 6(6), 1186-1196.
- Thoresen, J. C., Francelet, R., Coltekin, A., Richter, K. F., Fabrikant, S. I., Sandi, C. (2016). Not all anxious individuals get lost: Trait anxiety and mental rotation ability interact to explain performance in map-based route learning in men. *Neurobiology of Learning and Memory*, 132, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2016.04.008>
- Thurstone, L. L. (1950). Some primary abilities in visual thinking. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 94(6), 517-521.
- Todd, A. R., Forstmann, M., Burgmer, P., Brooks, A. W., Galinsky, A. D. (2015). Anxious and egocentric: how specific emotions influence perspective taking. *Journal of Experimental Psychology: General*, 144(2), 374-391. <https://doi.org/10.1037/xge0000048>

- Todd, B. K., Fischer, R. A., Di Costa, S., Roestorf, A., Harbour, K., Hardiman, P., Barry, J. A. (2018). Sex differences in children's toy preferences: A systematic review, meta-regression, and meta-analysis. *Infant and Child Development*, 27(2), 2064. <https://doi.org/10.1002/icd.2064>
- Tohill, J. M., Holyoak, K. J. (2000). The impact of anxiety on analogical reasoning. *Thinking and Reasoning*, 6(1), 27-40. <https://doi.org/10.1080/135467800393911>
- Traczyk, W., Trzebski, A. (2015). *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Turner, M. L., Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of memory and language*, 28(2), 127-154. [https://doi.org/10.1016/0749-596x\(89\)90040-5](https://doi.org/10.1016/0749-596x(89)90040-5)
- Ulrich-Lai, Y. M., Herman, J. P. (2009). Neural regulation of endocrine and autonomic stress responses. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6), 397-409. <https://doi.org/10.1038/nrn2647>
- Unsworth, N., Engle, R. W. (2007). The nature of individual differences in working memory capacity: active maintenance in primary memory and controlled search from secondary memory. *Psychological Review*, 114(1), 104-132. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.114.1.104>
- Unsworth, N., Heitz, R. P., Schrock, J. C., Engle, R. W. (2005). An automated version of the operation span task. *Behavior Research Methods*, 37(3), 498-505. <https://doi.org/10.1037/t38797-000>
- Unsworth, N., Robison, M. K. (2017). The importance of arousal for variation in working memory capacity and attention control: A latent variable pupillometry study. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 43(12), 1962-1987. <https://doi.org/10.1037/xlm0000421>
- Unsworth, N., Robison, M. K. (2020). Working memory capacity and sustained attention: A cognitive-energetic perspective. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 46(1), 77-103. <https://doi.org/10.1037/xlm0000712>
- Unsworth, N., Schrock, J. C., Engle, R. W. (2004). Working memory capacity and the antisaccade task: individual differences in voluntary saccade control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30(6), 1302-1321. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.30.6.1302>
- Unterrainer, J. M., Ruff, C. C., Rahm, B., Kaller, C. P., Spreer, J., Schwarzwald, R., Halsband, U. (2005). The influence of sex differences and individual task performance on brain activation during planning. *Neuroimage*, 24(2), 586-590. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.09.020>

- Uttal, D. H., Cohen, C. A. (2012). Spatial thinking and STEM education: When, why, and how? In *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 57, s. 147-181). Academic Press.  
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-394293-7.00004-2>
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352-402. <https://doi.org/10.1037/a0028446>
- Vajsbaher, T., Schultheis, H., Francis, N. K. (2018). Spatial cognition in minimally invasive surgery: a systematic review. *BMC surgery*, 18(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s12893-018-0416-1>
- Valentino, R. J., Van Bockstaele, E. (2008). Convergent regulation of locus coeruleus activity as an adaptive response to stress. *European Journal of Pharmacology*, 583(2-3), 194-203.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2007.11.062>
- Vandenberg, S. G., Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47(2), 599-604.  
<https://doi.org/10.2466/pms.1978.47.2.599>
- Vannucci, M., Chiorri, C., Marchetti, I. (2020). Shaping our personal past: Assessing the phenomenology of autobiographical memory and its association with object and spatial imagery. *Scandinavian Journal of Psychology*, 61(5), 599-606. <https://doi.org/10.1111/sjop.12639>
- Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N. S. (2014). Finding the missing piece: Blocks, puzzles, and shapes fuel school readiness. *Trends in Neuroscience and Education*, 3, 7-13. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2014.02.005>
- Viaud-Delmon, I., Berthoz, A., Jouvent, R. (2002). Multisensory integration for spatial orientation in trait anxiety subjects: absence of visual dependence. *European Psychiatry*, 17(4), 194-199.  
[https://doi.org/10.1016/s0924-9338\(02\)00667-3](https://doi.org/10.1016/s0924-9338(02)00667-3)
- Visu-Petra, L., Miclea, M., Visu-Petra, G. (2013). Individual differences in anxiety and executive functioning: A multidimensional view. *International Journal of Psychology*, 48(4), 649-659.  
<https://doi.org/10.1080/00207594.2012.656132>
- Vogt, B. A., Derbyshire, S. W. (2009). Visceral circuits and cingulate-mediated autonomic functions. *Cingulate neurobiology and disease*, 219-236.

- Voyer, D. (2011). Time limits and gender differences on paper-and-pencil tests of mental rotation: a meta-analysis. *Psychonomic Bulletin and Review*, *18*(2), 267-277. <https://doi.org/10.3758/s13423-010-0042-0>
- Voyer, D., Voyer, S. D., Saint-Aubin, J. (2017). Sex differences in visual-spatial working memory: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin and Review*, *24*(2), 307-334. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1085-7>
- Voyer, D., Voyer, S., Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: a meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, *117*(2), 250-270. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.2.250>
- Vuilleumier, P., Schwartz, S. (2001). Beware and be aware: capture of spatial attention by fear-related stimuli in neglect. *Neuroreport*, *12*(6), 1119-1122. <https://doi.org/10.1097/00001756-200105080-00014>
- Vuoksimaa, E., Viken, R. J., Hokkanen, L., Tuulio-Henriksson, A., Rose, R. J., Kaprio, J. (2010). Are there sex differences in the genetic and environmental effects on mental rotation ability? *Twin Research and Human Genetics*, *13*(5), 437-441. <https://doi.org/10.1375/twin.13.5.437>
- Wager, T. D., van Ast, V. A., Hughes, B. L., Davidson, M. L., Lindquist, M. A., & Ochsner, K. N. (2009). Brain mediators of cardiovascular responses to social threat, part II: Prefrontal-subcortical pathways and relationship with anxiety. *Neuroimage*, *47*(3), 836-851. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.05.044>
- Wager, T. D., Waugh, C. E., Lindquist, M., Noll, D. C., Fredrickson, B. L., Taylor, S. F. (2009). Brain mediators of cardiovascular responses to social threat: part I: reciprocal dorsal and ventral sub-regions of the medial prefrontal cortex and heart-rate reactivity. *Neuroimage*, *47*(3), 821-835. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.05.044>
- Wagner III, W. E. (2019). *Using IBM® SPSS® statistics for research methods and social science statistics*. Sage Publications.
- Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, *101*(4), 817-835. <https://doi.org/10.1037/a0016127>
- Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C. P., Steiger, J. H. (2010). Accomplishment in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) and its relation to STEM educational dose: A 25-year

- longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 102(4), 860-871.  
<https://doi.org/10.1037/a0019454>
- Waltz, J. A., Knowlton, B. J., Holyoak, K. J., Boone, K. B., Mishkin, F. S., de Menezes Santos, M., Thomas, C. Miller, B. L. (1999). A system for relational reasoning in human prefrontal cortex. *Psychological science*, 10(2), 119-125. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00118>
- Watson, D., Clark, L. A. (1984). Negative affectivity: the disposition to experience aversive emotional states. *Psychological Bulletin*, 96(3), 465-490. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.96.3.465>
- Wei, W., Chen, C., Dong, Q., Zhou, X. (2016). Sex differences in gray matter volume of the right anterior hippocampus explain sex differences in three-dimensional mental rotation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 580. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00580>
- Wells, A., Clark, D. M., Salkovskis, P., Ludgate, J., Hackmann, A., Gelder, M. (1995). Social phobia: The role of in-situation safety behaviors in maintaining anxiety and negative beliefs. *Behavior Therapy*, 26(1), 153-161. [https://doi.org/10.1016/s0005-7894\(05\)80088-7](https://doi.org/10.1016/s0005-7894(05)80088-7)
- West, T. V., Koslov, K., Page-Gould, E., Major, B., Mendes, W. B. (2017). Contagious anxiety: Anxious European Americans can transmit their physiological reactivity to African Americans. *Psychological Science*, 28(12), 1796-1806. <https://doi.org/10.1177/0956797617722551>
- Wexler, M., Kosslyn, S. M., Berthoz, A. (1998). Motor processes in mental rotation. *Cognition*, 68(1), 77-94. [https://doi.org/10.1016/s0010-0277\(98\)00032-8](https://doi.org/10.1016/s0010-0277(98)00032-8)
- Wierzchoń, M. (2009). *Kształtowanie uczenia mimowolnego*. Wydawnictwo UJ.
- Williams, A. M., Vickers, J., Rodrigues, S. (2002). The effects of anxiety on visual search, movement kinematics, and performance in table tennis: A test of Eysenck and Calvo's processing efficiency theory. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 24(4), 438-455. <https://doi.org/10.1123/jsep.24.4.438>
- Williams, M. N., Grajales, C. A. G., Kurkiewicz, D. (2013). Assumptions of multiple regression: Correcting two misconceptions. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 18(1), 11. <https://doi.org/10.7287/peerj.3323v0.1/reviews/1>
- Wohlschläger, A., Wohlschläger, A. (1998). Mental and manual rotation. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 24(2), 397-412.

- Wolbers, T., Hegarty, M. (2010). What determines our navigational abilities? *Trends in Cognitive Sciences*, 14(3), 138-146. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.01.001>
- Wood, J., Mathews, A., Dalgleish, T. (2001). Anxiety and cognitive inhibition. *Emotion*, 1(2), 166-181. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.1.2.166>
- Wraga, M., Creem, S. H., Proffitt, D. R. (2000). Updating displays after imagined object and viewer rotations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(1), 151-168. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.26.1.151>
- Wraga, M., Shephard, J. M., Church, J. A., Inati, S., Kosslyn, S. M. (2005). Imagined rotations of self versus objects: an fMRI study. *Neuropsychologia*, 43(9), 1351-1361. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2004.11.028>
- Wright, C. A., Dobson, K. S., Sears, C. R. (2014). Does a high working memory capacity attenuate the negative impact of trait anxiety on attentional control? Evidence from the antisaccade task. *Journal of Cognitive Psychology*, 26(4), 400-412.
- Wright, D. B., London, K., Field, A. P. (2011). Using bootstrap estimation and the plug-in principle for clinical psychology data. *Journal of Experimental Psychopathology*, 2(2), 252-270. <https://doi.org/10.5127/jep.013611>
- Wright, R., Thompson, W. L., Ganis, G., Newcombe, N. S., Kosslyn, S. M. (2008). Training generalized spatial skills. *Psychonomic Bulletin and Review*, 15(4), 763-771. <https://doi.org/10.3758/pbr.15.4.763>
- Wu, H. K., Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88(3), 465-492. <https://doi.org/10.1002/sc.10126>
- Xue, J., Li, C., Quan, C., Lu, Y., Yue, J., Zhang, C. (2017). Uncovering the cognitive processes underlying mental rotation: an eye-movement study. *Scientific Reports*, 7(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-10683-6>
- Yang, Y., Miskovich, T. A., Larson, C. L. (2018). State anxiety impairs proactive but enhances reactive control. *Frontiers in Psychology*, 9, 2570. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02570>
- Yerkes, R. M., Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18, 459-482.
- Yiend, J. (2010). The effects of emotion on attention: A review of attentional processing of emotional information. *Cognition and Emotion*, 24(1), 3-47. <https://doi.org/10.1080/02699930903205698>

- Zacks, J. M. (2008). Neuroimaging studies of mental rotation: a meta-analysis and review. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(1), 1-19. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20013>
- Zacks, J. M., Vettel, J. M., Michelon, P. (2003). Imagined viewer and object rotations dissociated with event-related fMRI. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(7), 1002-1018. <https://doi.org/10.1162/089892903770007399>
- Zacks, J., Rypma, B., Gabrieli, J. D. E., Tversky, B., Glover, G. H. (1999). Imagined transformations of bodies: an fMRI investigation. *Neuropsychologia*, 37(9), 1029-1040. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(99\)00012-3](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(99)00012-3)
- Zapf, A. C., Glindemann, L. A., Vogeley, K., Falter, C. M. (2015). Sex differences in mental rotation and how they add to the understanding of autism. *PLoS one*, 10(4), 0124628. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124628>
- Zatorre, R. J., Halpern, A. R., Bouffard, M. (2010). Mental reversal of imagined melodies: a role for the posterior parietal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(4), 775-789. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21239>
- Takil, N. B., Sari, B. A. (2021). Trait anxiety vs career anxiety in relation to attentional control. *Current Psychology*, 40(5), 2366-2370. <https://doi.org/10.1007/s12144-019-0169-8>
- Zeman, A., Dewar, M., Della Sala, S. (2016). Reflections on aphantasia. *Cortex*, 74, 336-337. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.08.015>
- Zeman, A., Milton, F., Della Sala, S., Dewar, M., Frayling, T., Gaddum, J., Hattersley, A., Heuerman-Williamson, B., Jones, K., MacKisack, M., Winlove, C. (2020). Phantasia—the psychological significance of lifelong visual imagery vividness extremes. *Cortex*, 130, 426-440. <https://doi.org/10.31234/osf.io/sfn9w>
- Zwart, J. A., Dyb, G., Hagen, K., Ødegård, K. J., Dahl, A. A., Bovim, G., Stovner, L. J. (2003). Depression and anxiety disorders associated with headache frequency. The Nord-Trøndelag Health Study. *European Journal of Neurology*, 10(2), 147-152. <https://doi.org/10.1046/j.1468-1331.2003.00551.x>

## Wykaz tabel

Tabela 2.1	Obszary wykorzystania wyobraźni przestrzennej
Tabela 3.1	Zestawienie wybranych badań nad wpływem lęku na wyobraźnię przestrzenną
Tabela 6.1	Statystyki opisowe dla wyników uzyskanych w zakresie kurczliwości serca
Tabela 6.2	Statystyki opisowe dla wyników uzyskanych w zakresie okresu przedwyrzutowego
Tabela 6.3	Porównanie wskaźników behawioralnych na podstawie obecności pomiaru psychofizjologicznego za pomocą testu Manna – Whitneya
Tabela 6.4	Podsumowanie założeń wstępnych dotyczących powodzenia manipulacji eksperymentalnej
Tabela 6.5	Statystyki opisowe dla pamięci roboczej mierzonej za daniem Ospan
Tabela 6.6	Statystyki opisowe dla transformacji egocentrycznych mierzonych Testem Przyjmowania Perspektywy
Tabela 6.7	Statystyki opisowe dla transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej
Tabela 6.8	Statystyki opisowe dla transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej
Tabela 6.9	Korelacje między zmiennymi w całej próbie badanej
Tabela 6.10	Korelacje między zmiennymi w grupie eksperymentalnej
Tabela 6.11	Korelacje między zmiennymi w grupie kontrolnej
Tabela 6.12	Różnice w zakresie trafności transformacji egocentrycznych pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną mierzone testem Manna – Whitneya
Tabela 6.13	Różnice w zakresie efektywności transformacji egocentrycznych pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną mierzone testem Manna – Whitneya.
Tabela 6.14	Różnice w zakresie trafności transformacji allocentrycznych dla bodźców prostych w Teście Rotacji Mentalnych – wersji literowej pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną mierzone testem Manna – Whitneya.

Tabela 6.15	Różnice w zakresie efektywności transformacji allocentrycznych dla bodźców prostych w Teście Rotacji Mentalnych – wersji literowej pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną mierzone testem t-Studenta.
Tabela 6.16	Różnice w zakresie trafności transformacji allocentrycznych dla bodźców lustrzanych w Teście Rotacji Mentalnych – wersji literowej pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną mierzone testem Manna – Whitneya.
Tabela 6.17	Różnice w zakresie efektywności transformacji allocentrycznych dla bodźców lustrzanych w Teście Rotacji Mentalnych – wersji literowej pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną mierzone testem t-Studenta
Tabela 6.18	Korelacja punktowo – seryjna pomiędzy wzbudzonym lękiem sytuacyjnym a pamięcią roboczą
Tabela 6.19	Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: trafność transformacji egocentrycznych
Tabela 6.20	Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: efektywność transformacji egocentrycznych
Tabela 6.21	Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: trafność transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji literowej, bodźców prostych
Tabela 6.22	Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: efektywność transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji literowej, bodźców prostych
Tabela 6.23	Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: trafność transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji literowej, bodźców lustrzanych
Tabela 6.24	Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: efektywność transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji literowej, bodźców lustrzanych
Tabela 6.25	Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: trafność względna transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji figurowej

Tabela 6.26	Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: trafność całkowita transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji figurowej
Tabela 6.27	Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: efektywność względna transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji figurowej
Tabela 6.28	Analiza moderacji metodą hierarchicznej analizy regresji. Predyktor: wzbudzony lęk sytuacyjny, moderator: pamięć robocza; zmienna zależna: efektywność całkowita transformacji allocentrycznych dla Testu Rotacji Mentalnych w wersji figurowej
Tabela 6.29	Podsumowanie hipotez

## Wykaz rysunków

Rysunek 5.1	Model statystyczny badania
Rysunek 5.2	Schemat zadania Ospan
Rysunek 5.5	Test Rotacji Mentalnych w wersji literowej
Rysunek 5.7	Zmodyfikowany Test Rotacji Mentalnych w wersji figurowej
Rysunek 5.8	Proces organizacji badań
Rysunek 5.9	Przebieg badania

## Wykaz załączników

Załącznik 1	Informacja o możliwości wzięcia udziału w badaniu rozesłana do studentów oraz zamieszczona w Internecie
Załącznik 2	Informacja dla osób badanych
Załącznik 3	Opis zasad realizacji badań naukowych w okresie pandemii COVID -19
Załącznik 4	Opis procedury projektu badawczego w epidemii COVID - 19
Załącznik 5	Ankieta dla uczestników badań w związku ze stanem epidemicznym
Załącznik 6	Oświadczenie o stanie zdrowia
Załącznik 7	Opracowanie danych EKG dla częstotliwości skurczów serca w programie VU – DAMS (zrzut ekranu)
Załącznik 8	Opracowanie danych ICG dla częstotliwości skurczów serca w programie VU – DAMS (zrzut ekranu)
Załącznik 9	Zadanie Ospan w wersji komputerowej, cz. arytmetyczna – zrzut ekranu
Załącznik 10	Zadanie Ospan w wersji komputerowej, cz. arytmetyczna – zrzut ekranu
Załącznik 11	Test Przyjmowania Perspektywy w wersji komputerowej – instrukcja (zrzut ekranu)
Załącznik 12	Test Przyjmowania Perspektywy w wersji komputerowej (zrzut ekranu) – przykład
Załącznik 13	Test Rotacji Mentalnych – forma literowa w wersji komputerowej – instrukcja (zrzut ekranu)
Załącznik 14	Test Rotacji Mentalnych – forma literowa w wersji komputerowej – instrukcja (zrzut ekranu)
Załącznik 15	Test Rotacji Mentalnych – forma figurowa w wersji komputerowej instrukcja (zrzut ekranu) –
Załącznik 16	Test Rotacji Mentalnych – forma figurowa w wersji komputerowej – instrukcja (zrzut ekranu)
Załącznik 17	Rozkłady wartości badanych zmiennych w postaci histogramów

## **Załączniki**

### **Załącznik 1**

*Informacja o możliwości wzięcia udziału w badaniu rozślana do studentów oraz zamieszczona w Internecie*

Zapraszamy Państwa do wzięcia udziału w badaniu dotyczącym funkcjonowania pamięci wyobraźni przestrzennej i jej psychofizjologicznych korelatów.

Badanie jest jednorazowe i trwa do 50 min. Polega na wykonywaniu kilku zadań na komputerze. Podczas badania rejestrowane będą parametry psychofizjologiczne dotyczące pracy autonomicznego układu nerwowego. Za udział w badaniu dostaną Państwo e-kartę do Empiku o wartości 20 zł lub bon do wykorzystania w serwisie Allegro na 20 zł. Całość odbywa się w Laboratorium Psychofizjologii Zdrowia na Wydziale Psychologii i Kognitywistyki UAM w Poznaniu. Adres: ul. Szamarzewskiego 89, bud. AB (obok pętli Ogrody).

Podczas badania zachowane zostaną wszelkie środki ostrożności wymagane w aktualnej sytuacji epidemiologicznej, określone w wytycznych Głównego Inspektoratu Sanitarnego.

W trakcie badania będą Państwo mieli kontakt jedynie z osobą prowadzącą badanie. Podczas badania obowiązuje konieczność zakrywania ust oraz nosa, a przed badaniem konieczna będzie dezynfekcja rąk. Ponadto sprzęt i wszystkie elementy wyposażenia laboratorium będą dezynfekowane każdorazowo przed rozpoczęciem badania, jak i po jego ukończeniu, a pomieszczenie będzie regularnie wietrzone. Terminy badań będą dobierane w taki sposób, by uczestnicy badania nie kontaktowali się ze sobą.

W badaniu będą mogli wziąć udział tylko osoby zdrowe, bez objawów sugerujących chorobę zakaźną. Nie mogą w nich uczestniczyć osoby, które są chore, przebywają w domu z osobą odbywającą kwarantannę lub izolację w warunkach domowych, albo sami są objęci kwarantanną lub izolacją w warunkach domowych.

Aby zgłosić chęć udziału w badaniach, proszę wypełnić poniższy form

Zapraszamy do udziału,

kierownik projektu: mgr Marta Molińska

opiekun naukowy projektu: prof. UAM dr hab. Aleksandra Parobkiewicz-Jasielska

Laboratorium Psychofizjologii Zdrowia

## **Załącznik 2**

### *Informacja dla osób badanych*

Szanowni Państwo,

nazywam się Marta Molińska, jestem doktorantką na Wydziale Psychologii i Kognitywistyki UAM w Poznaniu. Jestem organizatorką przeprowadzanego badania. Skontaktować się można ze mną w trakcie badań: Wydział Psychologii i Kognitywistyki UAM w Poznaniu, ul. Szamarzewskiego 89 AB, Tel.: 715-139-205, e-mail: m.j.molinska@gmail.com.

Zwracam się do Państwa z prośbą o udział w badaniach psychologicznych, potrzebnych do pracy doktorskiej. Badanie dotyczy poznania funkcjonowania wyobraźni przestrzennej i czynników, które mają znaczenie dla jej sprawności. Trwa 50 minut i polega na wykonywaniu zadań komputerowych oraz wypełnieniu kwestionariusza. W trakcie badania zostaną zarejestrowane parametry fizjologiczne związane z pracą układu sercowo – naczyniowego.

Proszę, aby Państwo przez okres 2 miesięcy nie opisywali procedury badawczej innym osobom, które potencjalnie mogą zostać uczestnikami tego badania. W tym okresie sukces badań wymaga ich poufności. W przypadku jakichkolwiek wątpliwości, pytań, a także odnotowanego pogorszonego samopoczucia, proszę aby kontaktowali się ze mną Państwo na podstawie wyżej podanych danych kontaktowych. Istnieje także możliwość skontaktowania się z psychologiem studenckim UAM.

Po zakończeniu badania otrzymają także Państwo pisemnie sporządzony komunikat zachęcający do monitorowania swojego samopoczucia przez najbliższe dni. Jeżeli zauważą u siebie Państwo niepokojące objawy mogące być następstwem udziału w badaniach, bardzo proszę o skontaktowanie się z mną. W przypadku odnotowania pogorszonego samopoczucia, a także wszelkich wątpliwości i pytań dotyczących badania, także zachęcam do kontaktu. Po tygodniu oraz miesiącu od udziału w badaniu skontaktuję się z Państwem celem upewnienia się, że czują się Państwo dobrze po udziale w badaniu. Za udział w badaniu otrzymają Państwo upominek – bon do Empiku lub Allegro o wartości 20 zł. Wyniki badania zostaną zaprezentowane w pracy doktorskiej organizatorki projektu badawczego, a także opublikowane w czasopiśmie naukowym.

Wszelkie dane, mogące dopomóc do ewentualnej identyfikacji konkretnej osoby zostaną zatarłe lub zmienione. Po zebraniu danych nie będzie możliwa identyfikacja konkretnej osoby, wyniki analizowane będą wyłącznie jako element grupy. Będzie to zatem analiza statystyczna, a nie

diagnostyczna. Wyniki będą prezentowane wyłącznie na poziomie danych grupowych, a dostęp do wyników surowych będę mieć ja i oraz moja Promotor, prof. UAM dr hab. Aleksandra Parobkiewicz – Jasielska.

Aby zachować zasadę anonimowości nie zbieram pisemnej zgody, a zgodę ustną traktuję jako wiążącą. Wyrażacie Państwo świadomą zgodę na uczestnictwo w badaniach w opisaney wyżej formie, przystępując do tego badania. Udział w badaniu jest dobrowolny i w każdym momencie można się z niego wycofać. Przeciwwskazaniem do udziału w badaniu jest historia zaburzeń lękowych lub afektywnych. W niektórych przypadkach, ze względu na cel badań mogą Państwo poczekać na odpowiedź do kooca badania. Jeżeli jakaś informacja jest dla Państwa ważna dla podjęcia decyzji o udziale i nie otrzymacie potrzebnej informacji, można w takiej sytuacji odmówić udziału w badaniu.

Ze względu na troskę o jakość badań, proszę zachować tę informację. Jeżeli jesteście Państwo zainteresowani wynikami mojej pracy to proszę o kontakt pod e-mailem: [m.j.molinska@gmail.com](mailto:m.j.molinska@gmail.com) lub telefonem 725-139-205.

Dziękuję za współpracę.

Marta Molinska

## Załącznik 3

### *Opis zasad realizacji badań naukowych w okresie pandemii COVID -19*

#### **Zasady realizacji stacjonarnych badań naukowych z udziałem osób badanych na Wydziale Psychologii i Kognitywistyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu w okresie pandemii COVID-19**

1. Badania naukowe powinny być realizowane w warunkach bezpiecznych, uwzględniających aktualny stan zagrożenia dla zdrowia, zgodnie z bieżącymi zaleceniami i wytycznymi Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Głównego Inspektora Sanitarnego.
2. Przebywając na terenie Wydziału, osoby przeprowadzające badanie i osoby badane są zobowiązane przestrzegać procedur bezpieczeństwa obowiązujących w Uczelni.
3. Osoby przeprowadzające badanie i osoby badane muszą być zdrowe, bez objawów chorobowych sugerujących chorobę zakaźną. Badania nie mogą prowadzić i nie mogą w nim uczestniczyć osoby, które są chore, przebywają w domu z osobą odbywającą kwarantannę lub izolację w warunkach domowych, albo same są objęte kwarantanną lub izolacją w warunkach domowych.
4. Konieczne jest prowadzenie rejestracji osób przeprowadzających badanie i osób badanych.
5. Przed przyjściem osób badanych na teren Wydziału należy przeprowadzić z osobami badanymi wywiad/ankietę na COVID-19<sup>1</sup> lub pozyskać od osób badanych oświadczenia o dobrym stanie zdrowia<sup>2</sup>. Osoby przeprowadzające badanie mogą wykonać pomiar temperatury.
6. Udzielenie informacji w wywiadzie oraz wypełnienie ankiety przez osobę badaną jest dobrowolne. Udzielenie informacji w wywiadzie lub wypełnienie ankiety jest warunkiem koniecznym wzięcia udziału w badaniu.
7. Osoby przeprowadzające badanie i osoby badane muszą być wyposażone w środki ochrony osobistej (maseczki, rękawiczki, ochraniacze na obuwiu w przypadku badań prowadzonych w pomieszczeniach z wykładziną podłogową).
8. Jeżeli z uwagi na charakter badania konieczny lub możliwy jest kontakt fizyczny osób przeprowadzających badanie z osobami badanymi (np. w celu założenia aparatury badawczej), konieczne jest stosowanie przez osoby przeprowadzające badanie i osoby badane środków ochrony osobistej.
9. Jeżeli osoby przeprowadzające badanie lub osoby badane z uwagi na charakter badania będą zdejmować środki ochrony osobistej, konieczne jest zachowanie dystansu społecznego minimum 1,5-2 metrów.
10. Badania odbywają się w wyznaczonych pomieszczeniach (laboratoriach), zgodnie z ustalonymi harmonogramami czasowymi ich dostępności. Organizację pracy danego laboratorium zatwierdza Dziekan lub wyznaczone przez niego osoby.
11. W pomieszczeniu przeznaczonym do realizacji badań powinna przebywać jednocześnie określona w opisie procedury badawczej liczba osób, z zachowaniem limitu osób przebywających jednocześnie w pomieszczeniu: 1 osoba na 4 metry kwadratowe.

Należy unikać tworzenia się grup osób badanych przed badaniem, w jego trakcie i po badaniu. Zaleca się z wyprzedzeniem czasowym przekazać osobom badanym zasady bezpieczeństwa i oczekiwane zachowania, zorganizować przystąpienie do badania w sposób uniemożliwiający grupowanie się osób (np. odstępy czasowe).

12. Przed pomieszczeniem przeznaczonym do realizacji badań należy udostępnić płyn do dezynfekcji rąk oraz zamieścić informację o obowiązkowym korzystaniu z niego. Zaleca się udostępnienie instrukcji prawidłowej dezynfekcji rąk. Zarówno osoby przeprowadzające badanie, jak i osoby badane są zobowiązane skorzystać z tych środków każdorazowo przed i po zakończeniu badania.
13. Konieczna jest dezynfekcja aparatury i urządzeń badawczych, przedmiotów używanych wspólnie, jeżeli nie są to materiały jednorazowe, oraz powierzchni dotykowych po badaniu każdej osoby.
14. Z pomieszczenia przeznaczonego do realizacji badań należy usunąć przedmioty i sprzęty, których nie można skutecznie umyć, uprać lub dezynfekować.
15. Osoby badane mogą wносить ze sobą na badanie jedynie niezbędne rzeczy osobiste oraz rzeczy niezbędne do udziału w badaniu, wskazane przez osoby przeprowadzające badanie (np. przybory piśmiennicze).
16. Należy zapewnić miejsce, w którym osoby badane będą mogły zostawić rzeczy osobiste przed wejściem na badanie (np. odrębne pomieszczenie, w którym będą przygotowane foliowe worki).
17. Pomieszczenie przeznaczone do realizacji badań powinno być regularnie wietrzone (w zależności od warunków technicznych: grawitacyjnie lub mechanicznie) po każdym badaniu.
18. Harmonogram prowadzonych badań musi przewidywać przerwy techniczne umożliwiające bezpieczną wymianę osób, dezynfekcję i przewietrzenie pomieszczenia.
19. Przemieszczanie się po terenie Wydziału osób przeprowadzających badanie i osób badanych powinno być ograniczone do stref bezpośrednio związanych z realizacją badań.
20. Środki ochrony osobistej i środki do dezynfekcji zapewnia Wydział.
21. Realizacja stacjonarnych badań naukowych z udziałem osób badanych wymaga zgody Dziekana. We wniosku wymagane jest przedstawienie szczegółowego opisu procedury badawczej. Wniosek należy składać z co najmniej 10-dniowym wyprzedzeniem drogą mailową na adres [natalia.skrzypczak@amu.edu.pl](mailto:natalia.skrzypczak@amu.edu.pl). Wniosek składa kierownik projektu.
22. Zasady obowiązują od 15.10.2020 roku do odwołania.

Dziekan  
Wydziału Psychologii i Kogniwalistyki UAM  
Prof. UAM dr hab. Mariusz Urbański



## Załącznik 4

### *Opis procedury projektu badawczego w epidemii COVID - 19*

Opis procedury projektu badawczego:

#### *Wpływ lęku sytuacyjnego na wyobraźnię przestrzenną - rola pamięci roboczej*

Spis treści:

- I. Informacje wprowadzające
- II. Organizacja badania
- III. Opis działań przed spotkaniem z uczestnikiem badania
- IV. Przebieg badania
- V. Opis działań po spotkaniu z uczestnikiem badania

Informacje wprowadzające

W opisie zostały umieszczone odniesienia do Zasad realizacji stacjonarnych badań naukowych z udziałem osób badanych na Wydziale Psychologii i Kognitywistyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu w okresie pandemii COVID-19 znajdujących się na stronie WPiK (źródło:[http://psychologia.amu.edu.pl/wp-uploads/Zasady-realizacji-stacjonarnych-badan-naukowych\\_WPiK\\_2020-2.pdf](http://psychologia.amu.edu.pl/wp-uploads/Zasady-realizacji-stacjonarnych-badan-naukowych_WPiK_2020-2.pdf)). W przypadku odnoszenia konkretnego zachowania eksperymentatora/badacza do określonej zasady zastosowano poniższy zapis: (por. Zasada X - nr konkretnej zasady.).

Opis procedury bazuje na uprzednio złożonym opisie, jednakże zostały wprowadzone pewne zmiany. Badanie wymaga skorzystania z pomiaru psychofizjologicznego, wobec czego w opisie zostały podjęte wagi bezpiecznego korzystania z aparatury w kontakcie z uczestnikami badania. Zostało to przedstawione w cz. IV opisu procedury.

Organizacja badania:

Badanie będzie miało charakter jednokrotnego spotkania z badanym, które potrwa maksymalnie 50 min. Badanie zostanie zrealizowane w Laboratorium Psychofizjologii Zdrowia na Wydziale Psychologii i Kognitywistyki UAM w Poznaniu. W pomieszczeniu podczas badania będzie przebywać jedynie eksperymentator i osoba badana (por. Zasada 11). Planowane jest zbadanie 100-120 osób. Organizatorką badań jest mgr Marta Molińska. Badanie jest przeprowadzane w ramach rozprawy doktorskiej.

Opis działań przed spotkaniem z uczestnikiem badania:

Osoby badane po zakwalifikowaniu do udziału w badaniu otrzymają z wyprzedzeniem mailowo informację: (1) w jakim miejscu odbywa się badanie ze wskazaniem konkretnego pomieszczenia, (2) jakie zasady bezpieczeństwa będą zachowywane oraz (3) o konieczności zabrania ze sobą długopisu. Badani zostaną poinformowani, aby czekać na eksperymentatora w wyznaczonym miejscu, tzn. w środku budynku, pomiędzy szatnią a drzwiami do budynku. Badani otrzymają również informację, aby przyjść na badanie we własnej maseczce i mieć ją założoną przez cały czas, kiedy będą przebywali na terenie Wydziału. Badani

będą tak umawiani, aby wykluczyć możliwość spotkania się na terenie Wydziału, tj. z godzinnymi odstępami pomiędzy kolejnymi sesjami (Por. Zasada 12).

Będą także proszeni o to, aby nie pojawiać się zbyt wcześnie (Por. Zasada 12 i 19). Eksperymentatorzy w dniu poprzedzającym badanie oraz dniu badania będą proszeni o pomiar temperatury w domu oraz zapisanie wartości i podanie jej osobie organizującej badanie drogą telefoniczną lub mailową. Eksperymentatorzy będą kontaktowali się telefonicznie z badanymi w dniu ich przyścia w celu uzyskania informacji na temat zdrowia badanych - będzie przeprowadzana ankieta, którą badani będą podpisywali na miejscu, kiedy przyjdą na Wydział (Por. Zasada 5). Po przyściu na uczelnię eksperymetatorzy będą dezynfekowali dłonie, pozostawiali płaszcze na terenie szatni oraz ubierali maseczki i rękawiczki ochronne (por. Zasada 7).

Zadaniem eksperymetatora przed rozpoczęciem będzie także wywietrzenie pomieszczenia (Por. Zasada 18), w którym odbywa się badanie, a także dezynfekcja wszelkich powierzchni, z którymi będzie się stykał uczestnik badania (Por. Zasada 14). Na biurku, przy którym będzie siedział podczas badania uczestnik, będą leżały następujące dokumenty: opis badania, zgoda na udział w badaniu, wcześniej przeprowadzana telefonicznie ankieta w związku ze stanem epidemicznym zakażeń koronawirusem SARS-CoV-2, którą badani będą podpisywali na miejscu (Por. Zasada 5).

O wyznaczonej godzinie eksperymetatorzy będą witali przy wejściu do budynku uczestników badania jednocześnie zachowując odległość kilku metrów. Po wejściu na teren WPiK badani będą proszeni o dezynfekcję dłoni, a także będzie dokonywany pomiar temperatury ich ciała (por. Zasada 3; Zasada 5). Następnie, eksperymetator zaprowadzi uczestnika badania do pokoju nr 96, gdzie badany będzie mógł zostawić rzeczy, których nie potrzebuje podczas badania - będą one przechowywane w jednorazowym worku, a pokój będzie zamykany na klucz na czas badania (Por. Zasada 16, 17 i 20).

#### Przebieg badania:

Podczas badania będzie prowadzona rejestracja osób badanych, wobec czego badacz będzie zapisywał dane uczestników (por. Zasada 4). Eksperymetator wraz z badanym przejdą do laboratorium. W laboratorium badany zostanie poproszony o ponowną dezynfekcję dłoni oraz ubranie jednorazowych rękawiczek ochronnych (Por. Zasada 7 i 13). Następnie badany zostanie poproszony o zajęcie miejsca na fotelu przy komputerze, zapoznania się z opisem procedury, podpisania zgody na udział w badaniu, wypełnienia ankiety w związku ze stanem epidemicznym (Por. Zasada 5). Eksperymetator w tym czasie będzie siedział krześle znajdującym się w odległości przekraczającej dwa metry. Po podpisaniu zgody badacz zada uczestnikowi kilka pytań demograficznych oraz dotyczących wypicia ostatniej kawy, ostatniego posiłku, ewentualnych wad wzroku, ręczności. Następnie zmierzone zostaną wzrost i waga osób badanych na potrzeby badania pod kątem wskaźników fizjologicznych. W tym celu uczestnik zostanie poproszony o wejście na wagę i ustawienie plecami przy miarce. Powierzchnie, z którymi badany będzie miał bezpośrednią styczność będą dezynfekowane zarówno przed, jak i po badaniu.

Następnie badacz przystąpi do podłączenia aparatury do pomiarów fizjologicznych. W tym celu badacz będzie musiał skrócić dystans wobec osoby badanej i na czas zakładania aparatury przebywać obok. Jednakże, niezmiennie zarówno badacz, jak i uczestnik badania pozostaną w maseczkach oraz rękawiczkach (por. Zasada 7). Badacz na bieżąco będzie informował uczestnika badania jakie czynności wykonuje. W pierwszej kolejności badacz oczyści gazikiem z alkoholem miejsca na klatce piersiowej oraz plecach osoby badanej, w których zostaną przyklejone sensory. Następnie eksperymetator przyklei sensory, które zostaną połączone

z aparaturą VU-AMS. Niezwłocznie po podłączeniu aparatury badacz zwiększy odległość wobec osoby badanej i przejdzie do pomieszczenia obok, w którym znajduje się komputer dający możliwość sterowania przebiegiem badania.

W następnej kolejności badany zostanie poproszony o przejście do zadań komputerowych. W tym celu w pierwszej kolejności uczestnik badania włączy przyciskiem monitor. Zadania zostały tak przygotowane aby badany mógł samodzielnie pomiędzy nimi przechodzić bez ingerencji eksperymentatora. Badany w pierwszej kolejności zaznaczy swoje odpowiedzi w Liście Przymiotników Thayera w wersji skomputeryzowanej celem zbadania pobudzenia.

Następnie, zostanie przeprowadzona manipulacja eksperymentalna w grupie eksperymentalnej oraz procedura kontrolna w grupie kontrolnej. Kolejno, zostaną wyświetlone na ekranie trzy zadania na wyobraźnię przestrzenną.

Po zakończeniu tych zadań eksperymentator zdejmie sensory do pomiaru psychofizjologicznego. W tym celu będzie znowu konieczne, aby przybliżyć się do osoby badanej, jednakże odbędzie się to w możliwie najkrótszy sposób i z zachowaniem środków ochronnych w postaci maseczki oraz rękawiczek (por. Zasada 7). Następnie, po odłączeniu aparatury, badany będzie miał możliwość skorzystania z krótkiej, 5-minutowej przerwy. Po przerwie zostanie przeprowadzone ostatnie zadanie – test pamięci roboczej OSPAN w wersji komputerowej.

Po udzieleniu odpowiedzi przez badanego w ostatnim zadaniu eksperymentator wyjaśni konieczność zastosowania manipulacji eksperymentalnej. Po skończonym badaniu zarówno eksperymentator, jak i badany obowiązkową przystąpią do dezynfekcji rąk (Por. Zasada 13).

Opis działań po spotkaniu z uczestnikiem badania:

Następnie, eksperymentator zachowując bezpieczną odległość od badanego zaprowadzi go do pokoju 96, z którego badany będzie mógł odebrać swoje rzeczy (Por. Zasada 20). Worek, w którym się one znajdowały zostanie wyrzucony do kosza. Eksperymentator zachowując bezpieczną odległość od badanego odprowadzi go do wyjścia. Następnie pożegna się z badanym i wróci do laboratorium. Zadaniem badacza po przeprowadzeniu badania będzie dezynfekcja wszelkich powierzchni, z którymi stykał się badany oraz wywietrzenie pomieszczenia (Por. Zasada 14, 18 i 19). Następnie, badacz przygotowuje kolejny komplet dokumentów oraz upominek dla badanego i położy je na biurku, przy którym będzie siedział badany.

## Załącznik 5

Ankieta dla uczestników badań w związku ze stanem epidemicznym

### Ankieta w związku ze stanem epidemicznym zakażeń koronawirusem SARS-CoV-2

Imię i nazwisko osoby badanej:

.....

Adres zamieszkania osoby badanej:

.....

Aktualny numer telefonu osoby badanej:

.....

1. Czy w ciągu ostatnich 24 godzin występowały u Pani/Pana następujące objawy:  
a. Objawy przeziębieniowe np. katar, drapanie w gardle

b. Temperatura powyżej 38°C

TAK/ NIE

c. Kaszel

TAK/ NIE

d. Duszność

TAK/ NIE

e. Ból mięśni i stawów

TAK/ NIE

f. Ból głowy

TAK/ NIE

g. Objawy podrażnienia i zapalenia spojówek

TAK/ NIE

h. Utrata zmysłu węchu lub smaku

TAK/ NIE

i. Biegunka

TAK/ NIE

j. Zmiany skórne

TAK/ NIE

TAK/ NIE

2. Czy w ostatnich 14 dniach miała Pani/miał Pan kontakt z osobą, u której potwierdzono zakażenie SARS-CoV-2 lub z kimś, kto miał którykolwiek z wyżej wymienionych objawów?

TAK/ NIE

Jeśli tak, to kiedy (data lub przedział czasowy od-do): .....

3. Czy obecnie jest Pani/Pan w nadzorze epidemiologicznym lub w czasie kwarantanny?

TAK/ NIE

4. Jeśli wykryto u Pani/Pana zakażenie SARS-CoV-2, to czy posiada Pani/Pan zaświadczenie lekarskie o wyzdrowieniu?

NIE DOTYCZY/TAK/ NIE

Wszystkie powyżej podane przeze mnie dane są prawdziwe zgodnie z moją najlepszą wiedzą, a ich prawdziwość potwierdzam złożonym poniżej własnoręcznym podpisem.

Data i podpis osoby badanej: .....

Data i podpis osoby przeprowadzającej badanie: .....

## Załącznik 6

### Oświadczenie o stanie zdrowia

#### Oświadczenie o stanie zdrowia

I. Dane osoby badanej

Imię i nazwisko:

.....

Adres zamieszkania:

.....

Aktualny numer telefonu:

.....

II. Oświadczenie o stanie zdrowia osoby badanej

Oświadczam, że nie występują u mnie żadne niepokojące objawy chorobowe (wysoka temperatura, kaszel, trudności z oddychaniem, bóle mięśni i stawów, bóle głowy, biegunka, zapalenie spojówek, utrata węchu lub smaku, zmiany skórne).

Ponadto nie miałem/-am świadomego kontaktu:

a) z osobą chorym na COVID-19,  
b) z osobą będącą wirusosię,  
c) z osobą przebywającą w kwadratniku.

III. Oświadczam, że zapoznałem/-łam się z wytycznymi w zakresie bezpieczeństwa

Obowiązującymi podczas realizacji badań na terenie Wydziału Psychologii i Kognitywistyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu w okresie pandemii COVID-19 i zobowiązuję się do ich przestrzegania.

IV. Wyrażam zgodę na pomiar temperatury przez osobę przeprowadzającą badanie przed przystąpieniem do badania oraz wyrażam zgodę na niedopuszczenie do badania w przypadku stwierdzenia podwyższonej temperatury ciała.

V. Oświadczenie o odpowiedzialności kamej

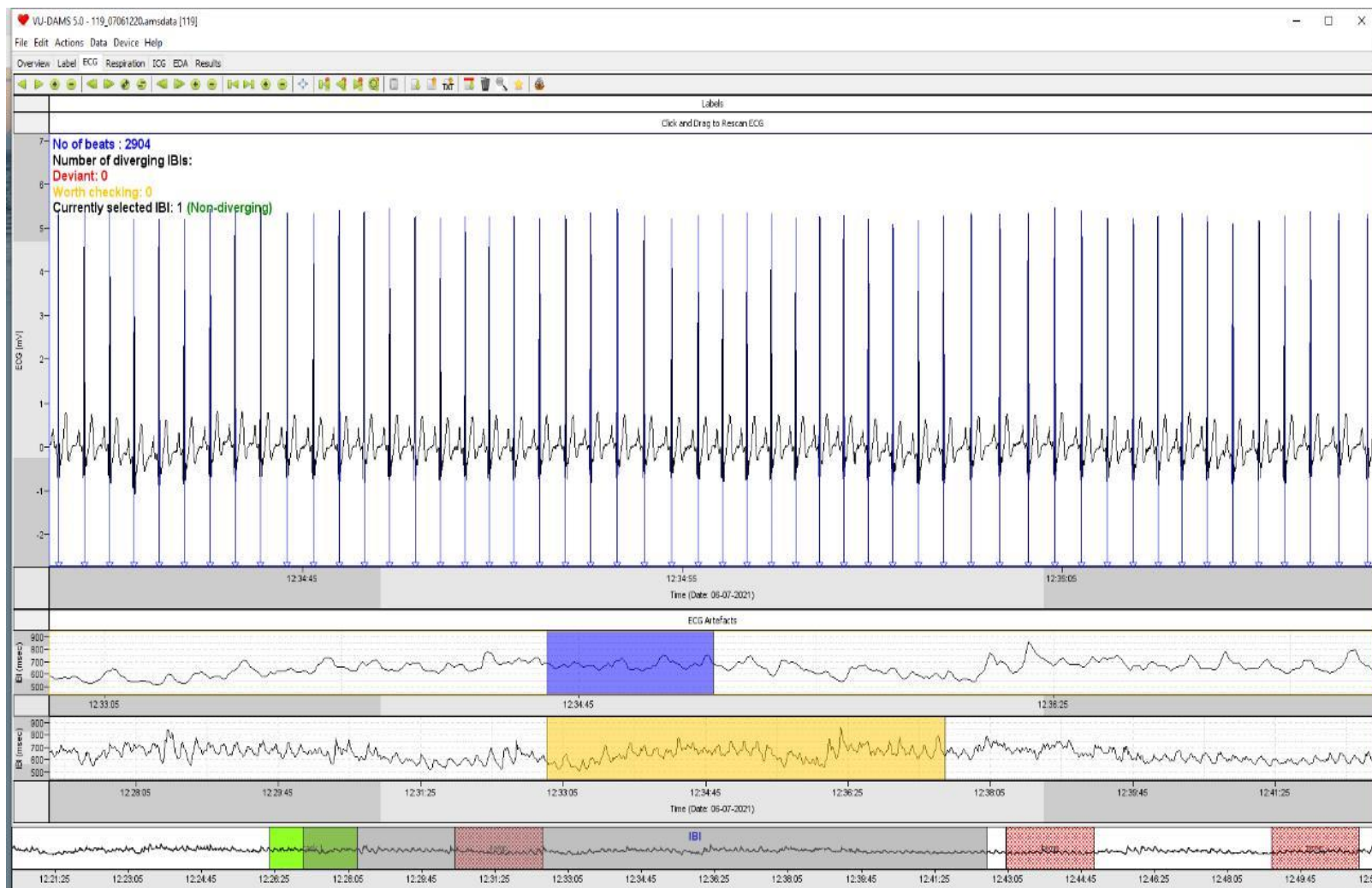
Oświadczam, że podane przeze mnie w niniejszym oświadczeniu dane i informacje są zgodne z rzeczywistością oraz zdaję sobie sprawę z odpowiedzialności prawnej z tytułu podania nieprawdziwych danych.

Poznań, dnia .....

.....

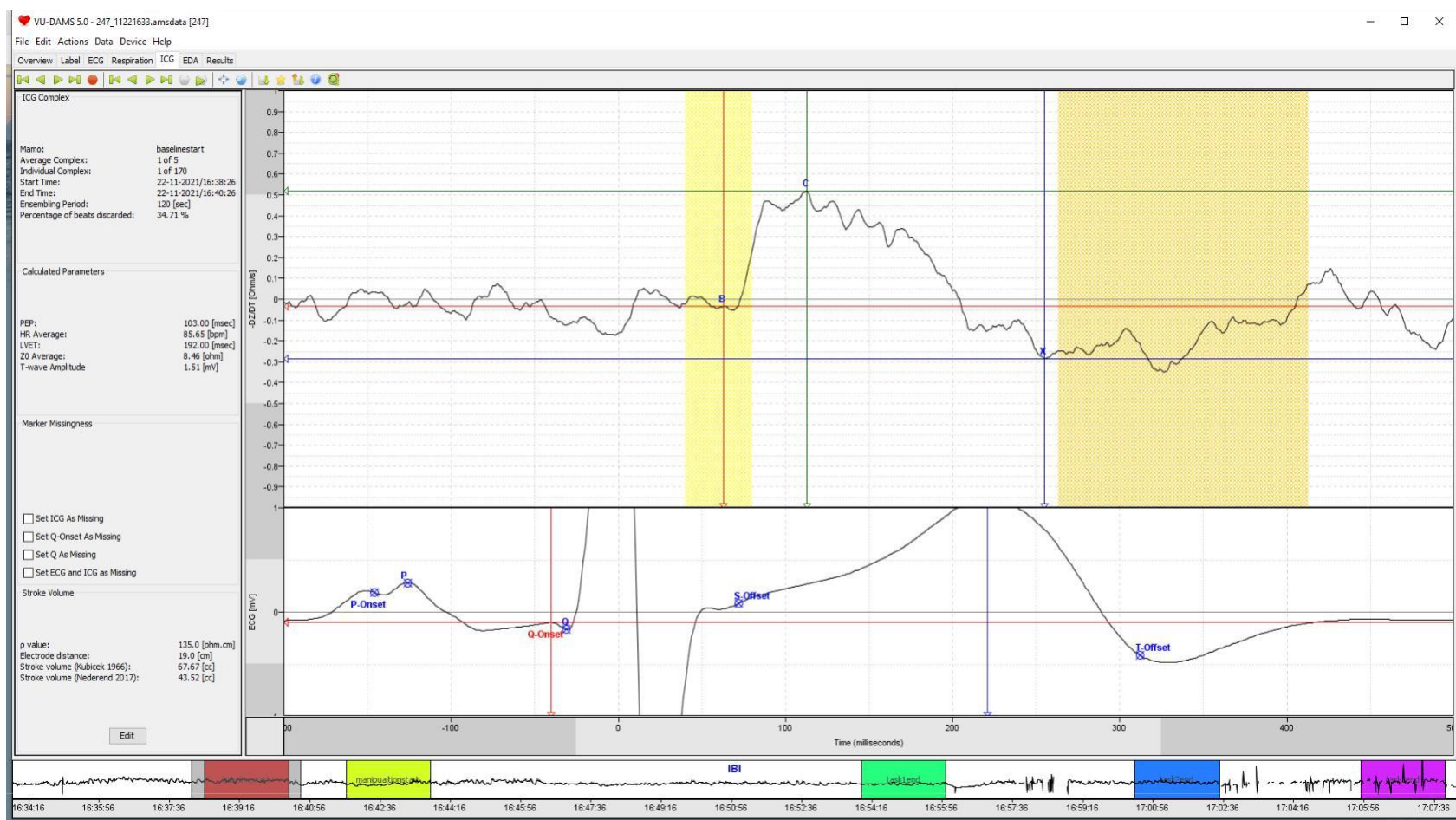
## Załącznik 7

Opracowanie danych EKG dla częstotliwości skurczów serca w programie VU – DAMS (zrzut ekranu)



## Załącznik 8

Opracowanie danych ICG dla częstotliwości skurczów serca w programie VU – DAMS (zrzut ekranu)



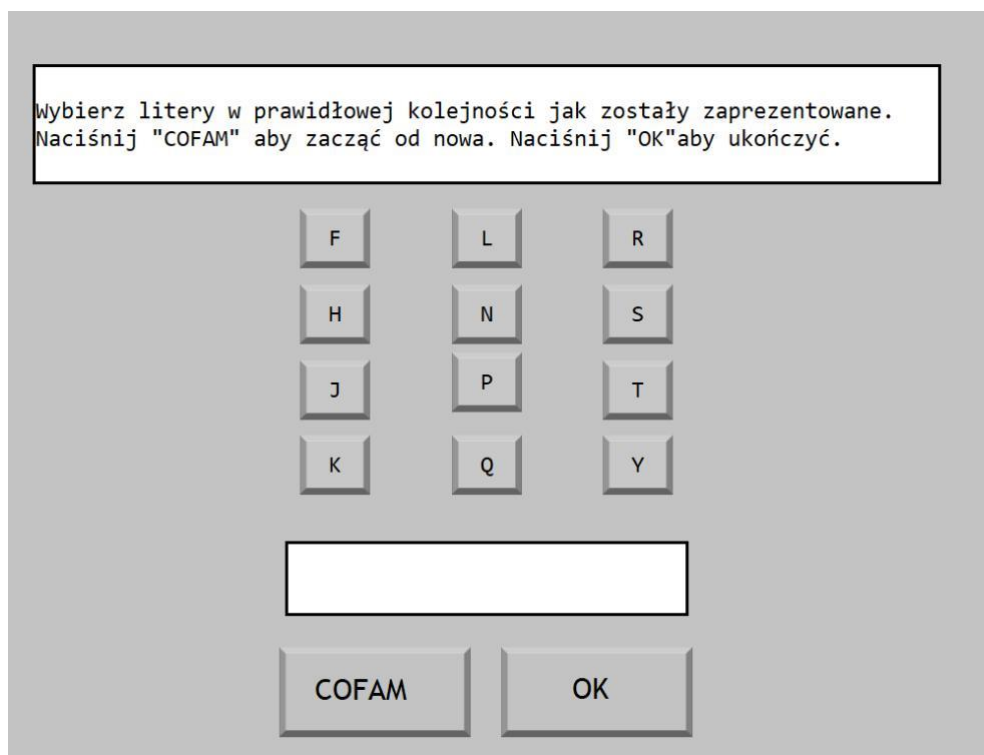
## Załącznik 9

*Zadanie Ospan w wersji komputerowej, cz. arytmetyczna – zrzut ekranu*



## Załącznik 10

*Zadanie Ospan w wersji komputerowej, cz. arytmetyczna – zrzut ekranu*



## Załącznik 11

### Test Przyjmowania Perspektywy w wersji komputerowej – instrukcja (zrzut ekranu)

Przed Tobą Test Przyjmowania Perspektywy.

Bada on umiejętność przyjmowania perspektywy oraz orientacji w przestrzeni. Na każdym slajdzie zobaczysz rysunek przedstawiający różne obiekty oraz okrąg ze strzałką. Pomiędzy rysunkiem a okręgiem znajduje się pytanie dotyczące kierunku w jakim znajdują się obiekty.

W każdym zadaniu zostaniesz poproszony o wyobrażenie sobie, iż stoisz przy jednym z obiektów (zostanie on wskazany także w środku okręgu) i przed Tobą znajduje się inny obiekt (zostanie on wskazany przy górnej zewnętrznej krawędzi okręgu).

Twoim zadaniem będzie wybranie właściwej odpowiedzi dotyczącej położenia strzałki wychodzącej ze środka okręgu w kierunku obiektu wskazanego w pytaniu, z perspektywy którą przyjmujesz patrząc na obiekt.

Na następnym slajdzie będzie wyświetlony przykład, następnie odbędzie się część treningowa oraz właściwa.

Naciśnij SPACJĘ, aby kontynuować.

## Załącznik 12

### Test Przyjmowania Perspektywy w wersji komputerowej – przykład (zrzut ekranu)

drzewo

drzewo

drzewo

kwiat

kwiat

kwiat

auto

auto

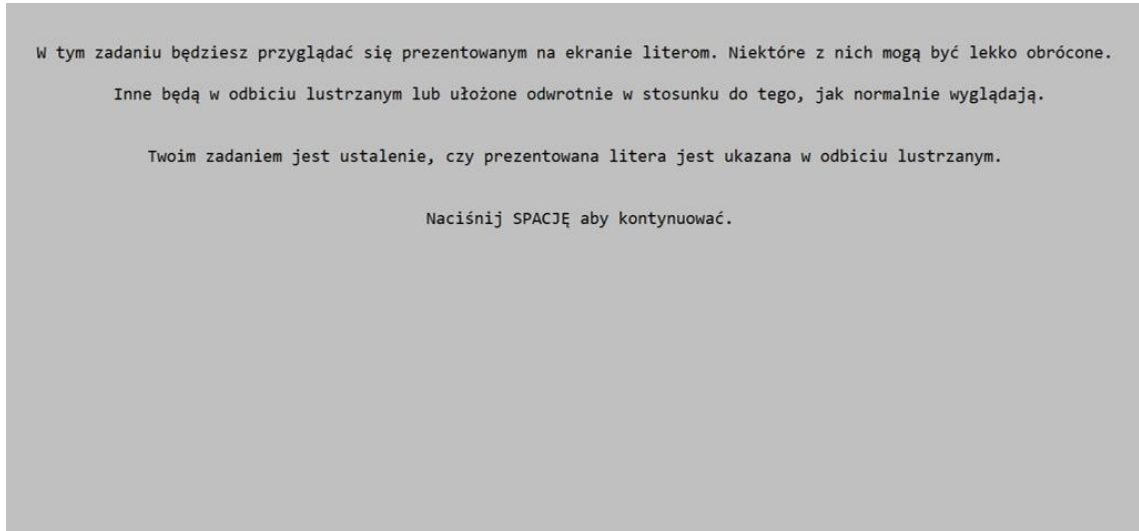
auto

Wyobraź sobie, że stoisz przy kwiecie i patrzysz na drzewo.  
Gdzie znajduje się auto?

### **Załącznik 13**

*Test Rotacji Mentalnych – forma literowa w wersji komputerowej – instrukcja*

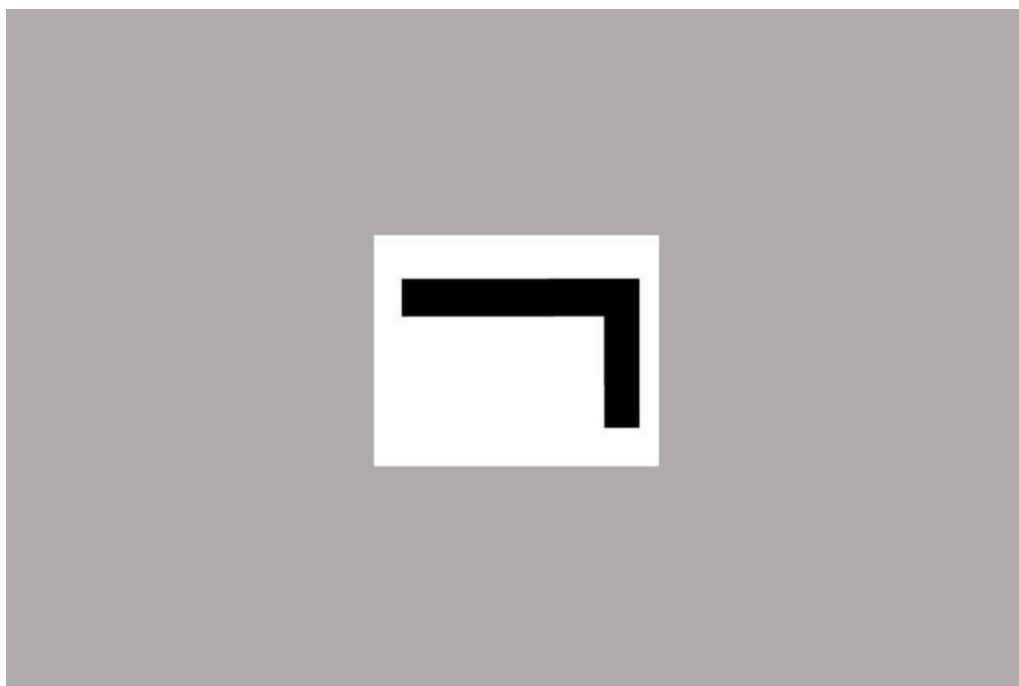
*(zrzut ekranu)*



### **Załącznik 14**

*Test Rotacji Mentalnych – forma literowa w wersji komputerowej – przykład*

*(zrzut ekranu)*



## Załącznik 15

*Test Rotacji Mentalnych – forma figurowa w wersji komputerowej – instrukcja*

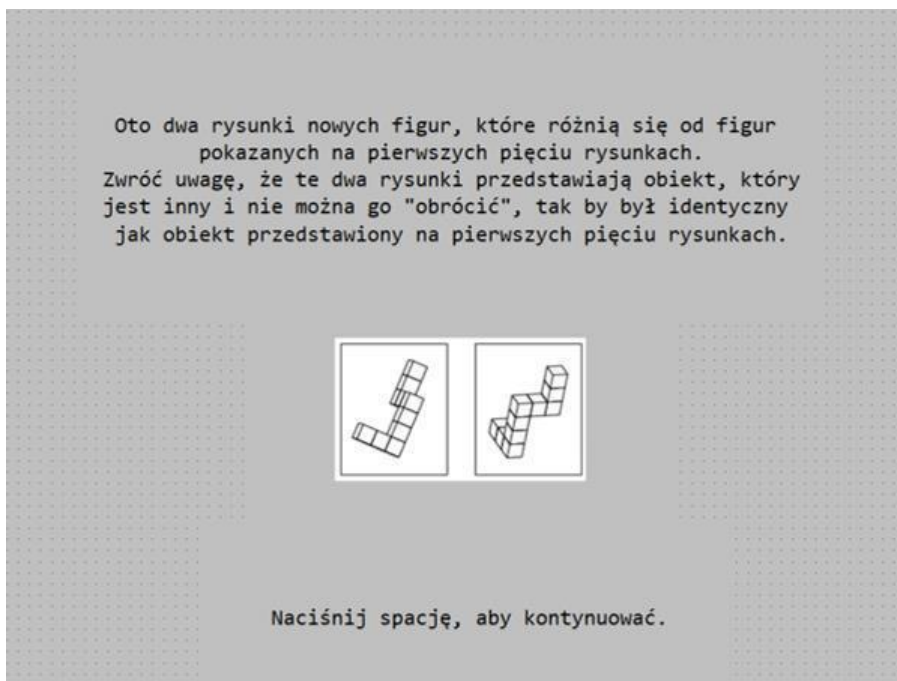
*(zrzut ekranu)*



## Załącznik 16

*Test Rotacji Mentalnych – forma figurowa w wersji komputerowej – przykład*

*(zrzut ekranu)*

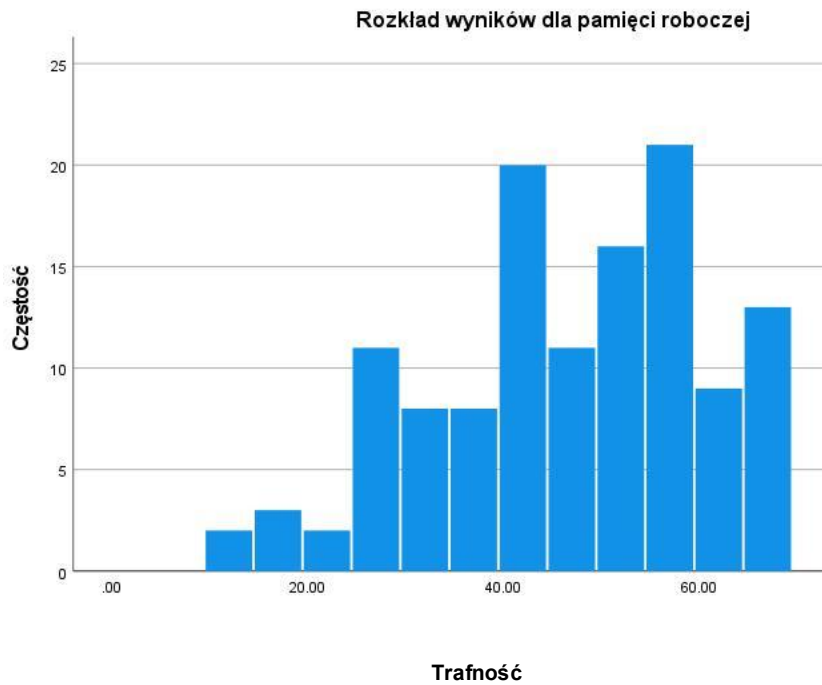


## Załącznik 17

Rozkłady wartości badanych zmiennych w postaci histogramów

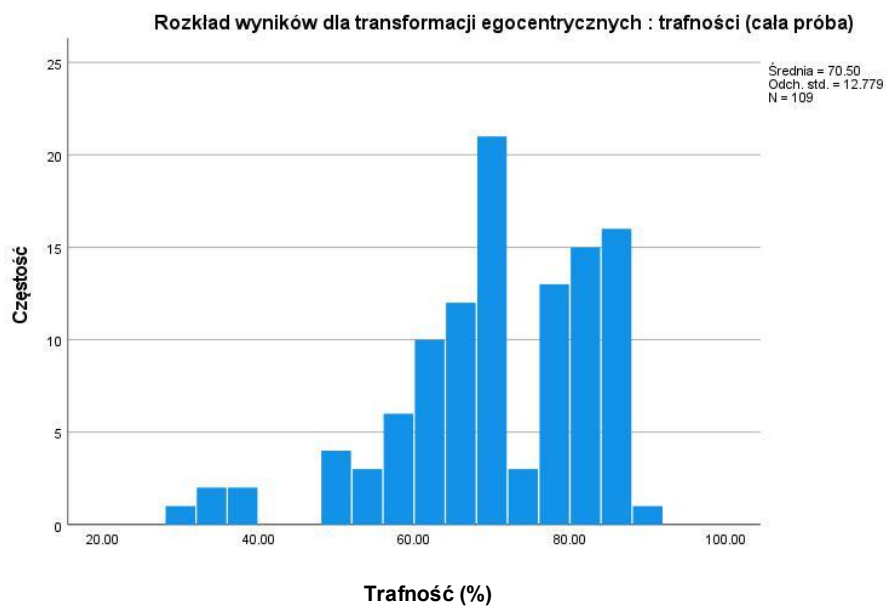
### Wykres 1.1

Rozkład wyników dla pamięci roboczej ( $N = 124$ )



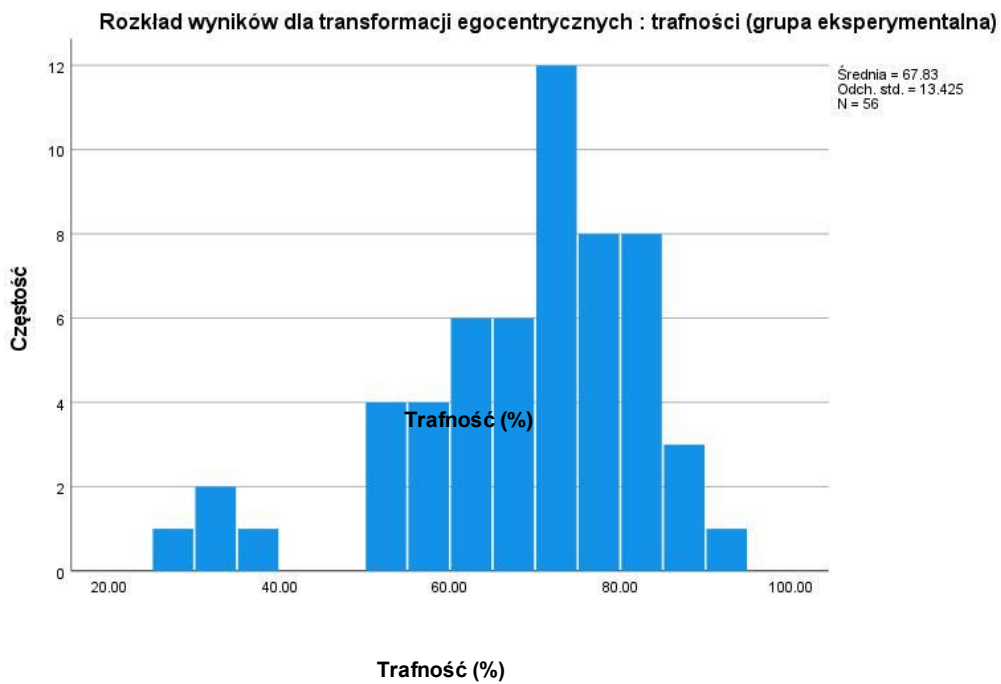
### Wykres 1.2

Rozkład wyników dla trafności transformacji egocentrycznych ( $N = 109$ )



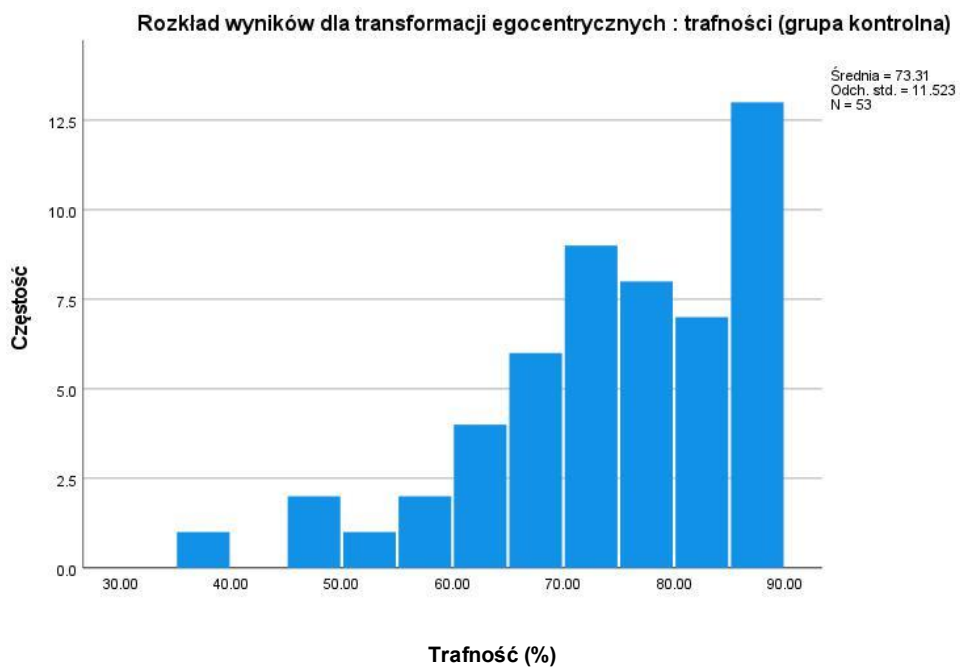
### Wykres 1.3

Rozkład wyników dla trafności transformacji egocentrycznych w próbie eksperymentalnej ( $n = 56$ )



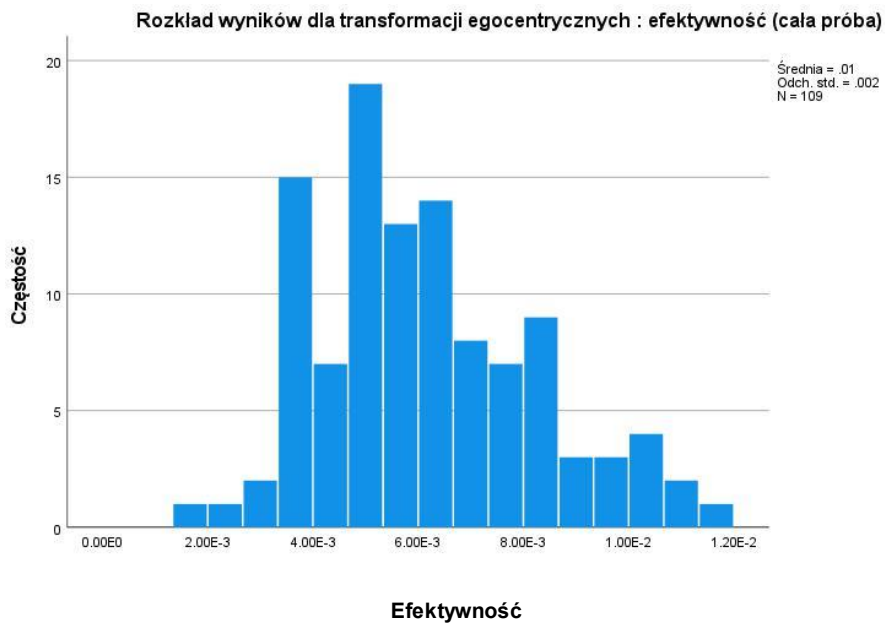
### Wykres 1.4

Rozkład wyników dla trafności transformacji egocentrycznych w próbie kontrolnej ( $n = 53$ )



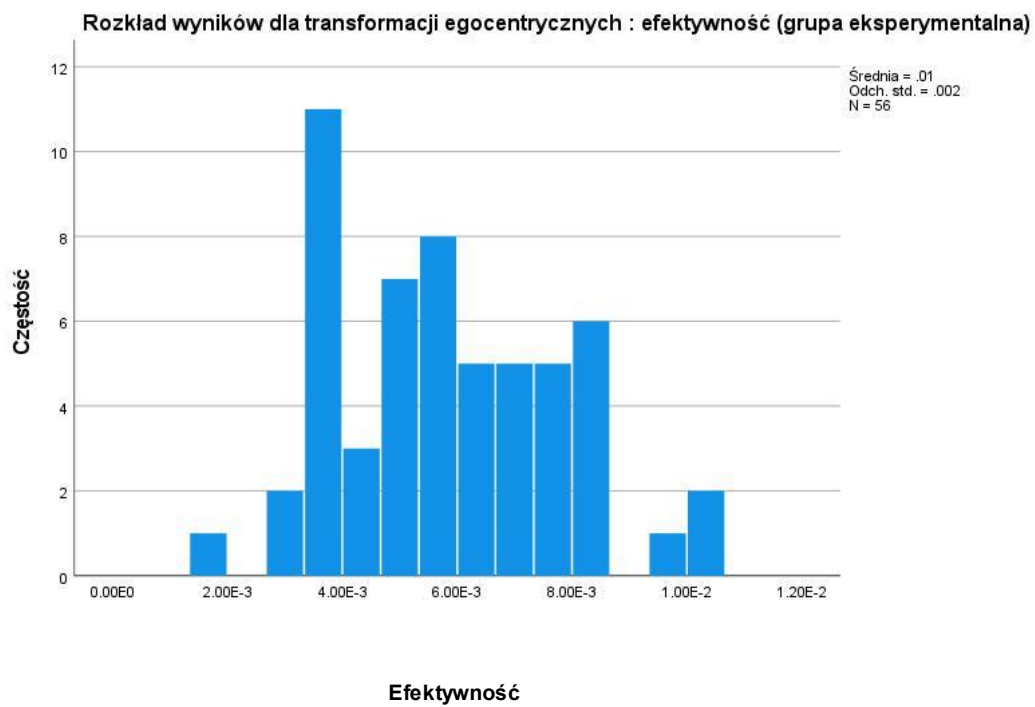
### Wykres 1.5

Rozkład wyników dla efektywności transformacji egocentrycznych w całej próbie (n = 109)



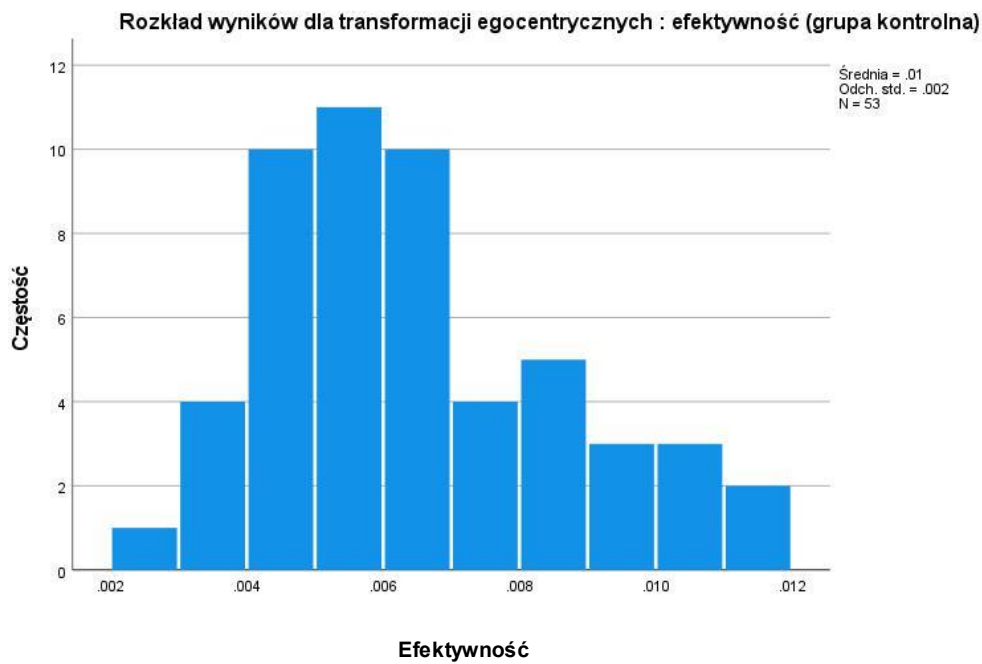
### Wykres 1.6

Rozkład wyników dla efektywności transformacji egocentrycznych w grupie eksperymentalnej (n = 56)



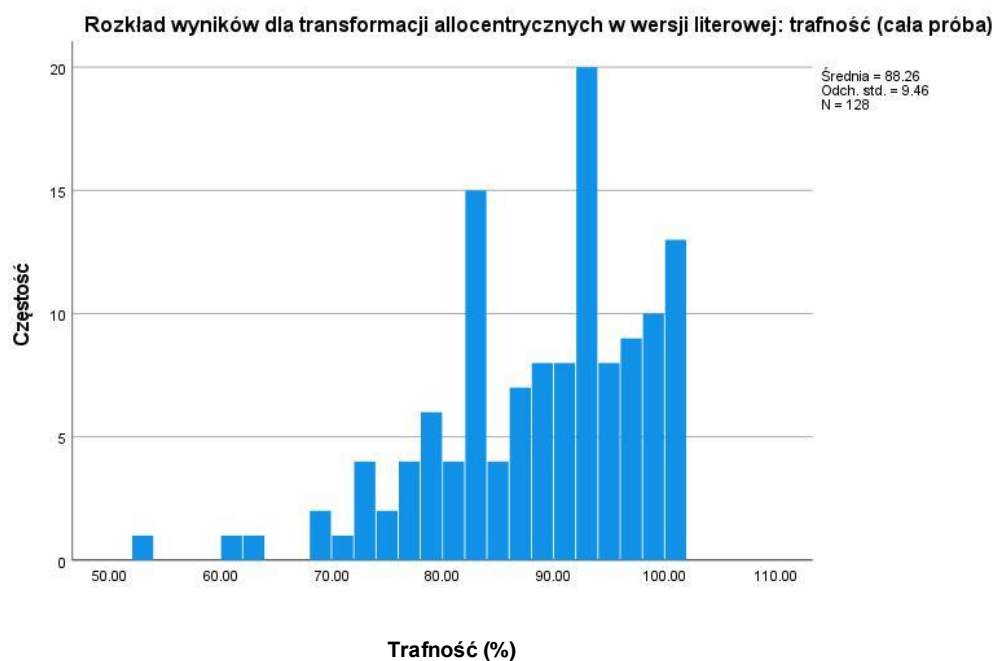
### Wykres 1.7

Rozkład wyników dla efektywności transformacji egocentrycznych w grupie kontrolnej (n = 53)



### Wykres 1.8

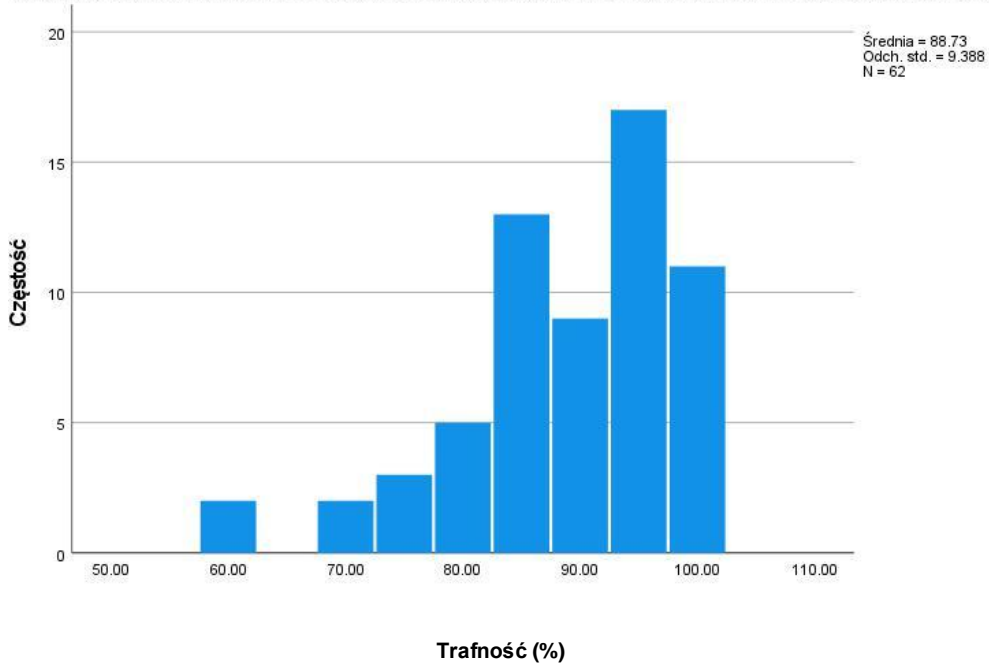
Rozkład wyników dla trafności dla bodźców prostych transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej w całej próbie (n = 128)



### Wykres 1.9

Rozkład wyników dla trafności dla bodźców prostych transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej w grupie eksperymentalnej ( $n = 62$ )

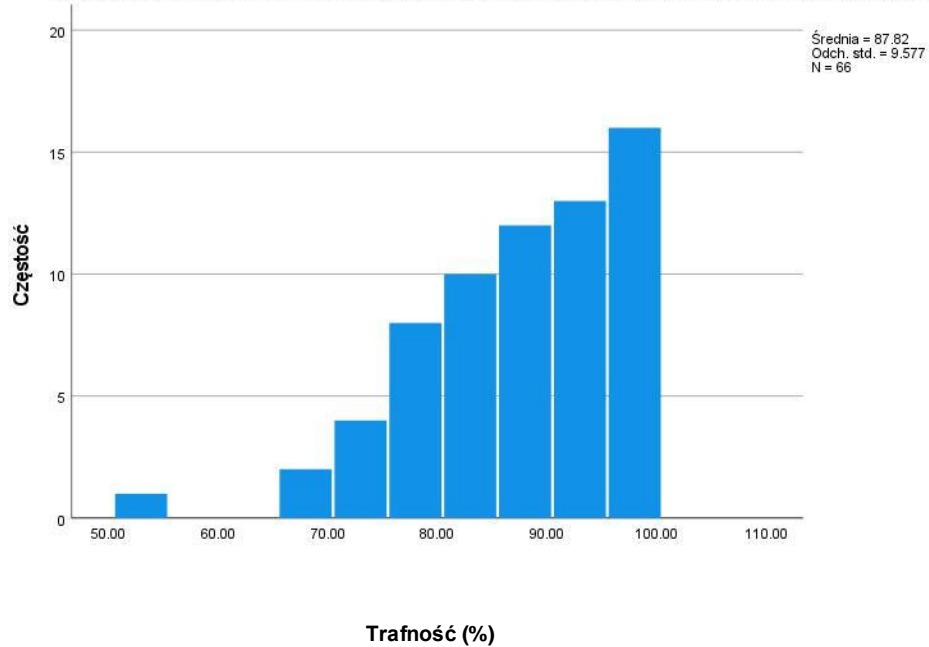
Rozkład wyników dla transformacji allocentrycznych w wersji literowej: trafność (grupa eksperymentalna)



### Wykres 1.10

Rozkład wyników dla trafności dla bodźców prostych transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej w grupie kontrolnej ( $n = 66$ )

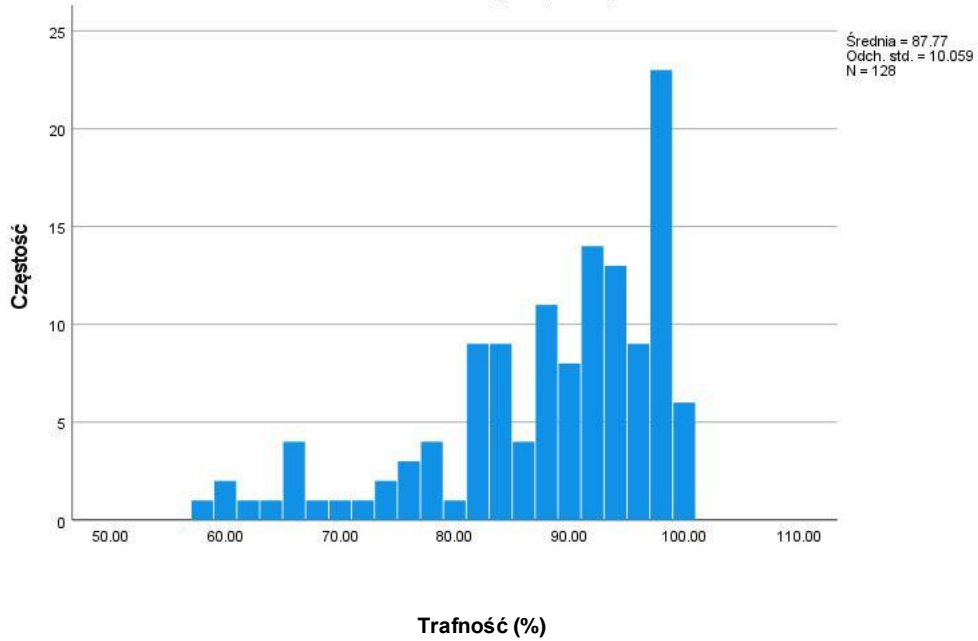
Rozkład wyników dla transformacji allocentrycznych w wersji literowej: trafność (grupa kontrolna)



### Wykres 1.11

Rozkład wyników dla trafności dla bodźców lustrzanych transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej w całej próbie ( $n = 128$ )

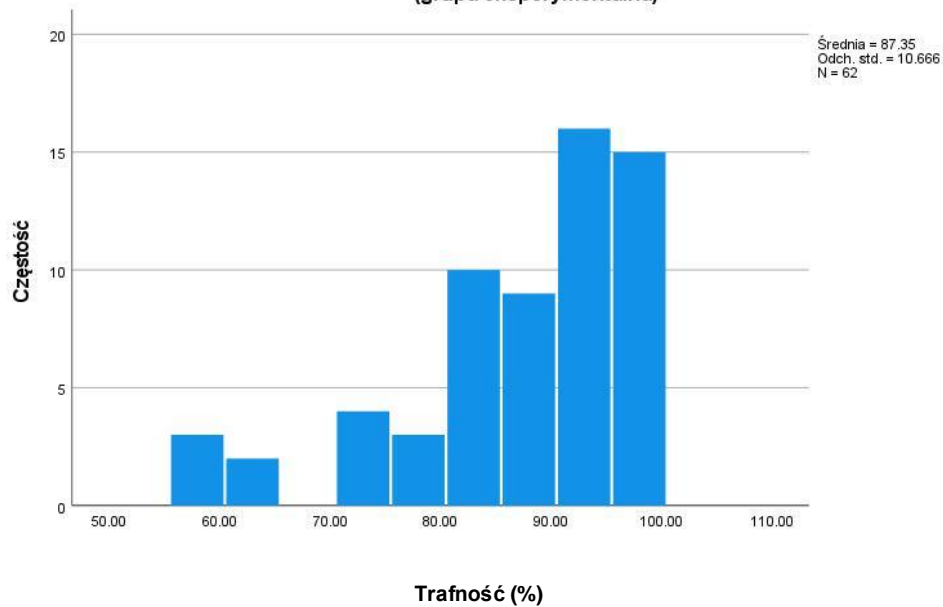
Rozkład wyników dla transformacji allocentrycznych w wersji literowej: trafność dla bodźców lustrzanych (cała próba)



### Wykres 1.12

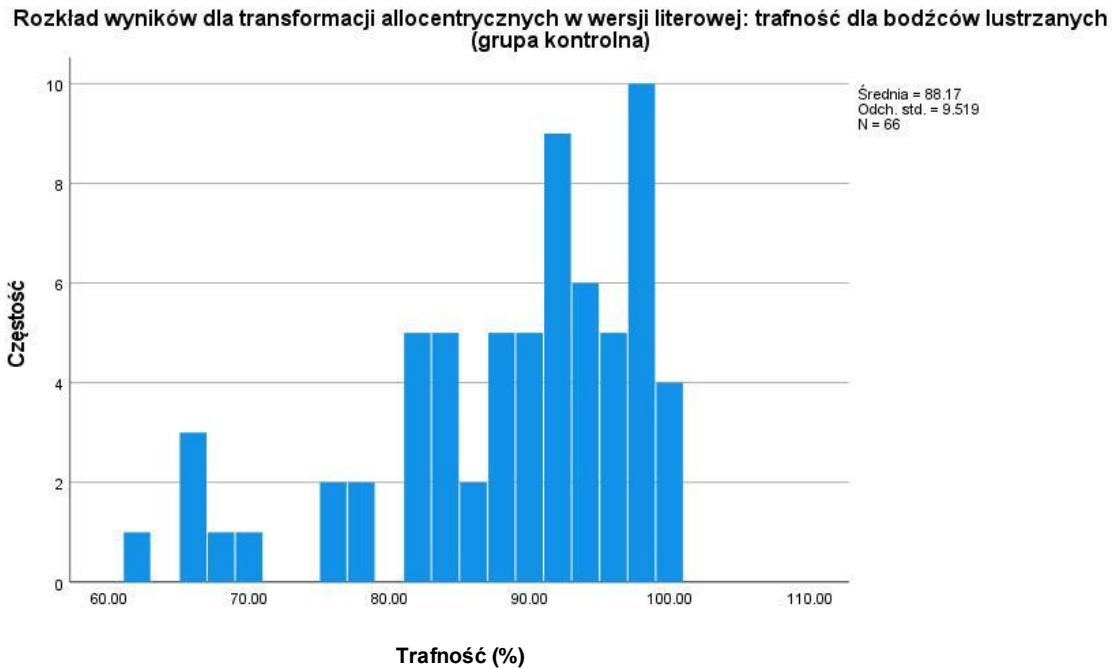
Rozkład wyników dla trafności dla bodźców lustrzanych transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej w próbie eksperymentalnej ( $n = 62$ )

Rozkład wyników dla transformacji allocentrycznych w wersji literowej: trafność dla bodźców lustrzanych (grupa eksperymentalna)



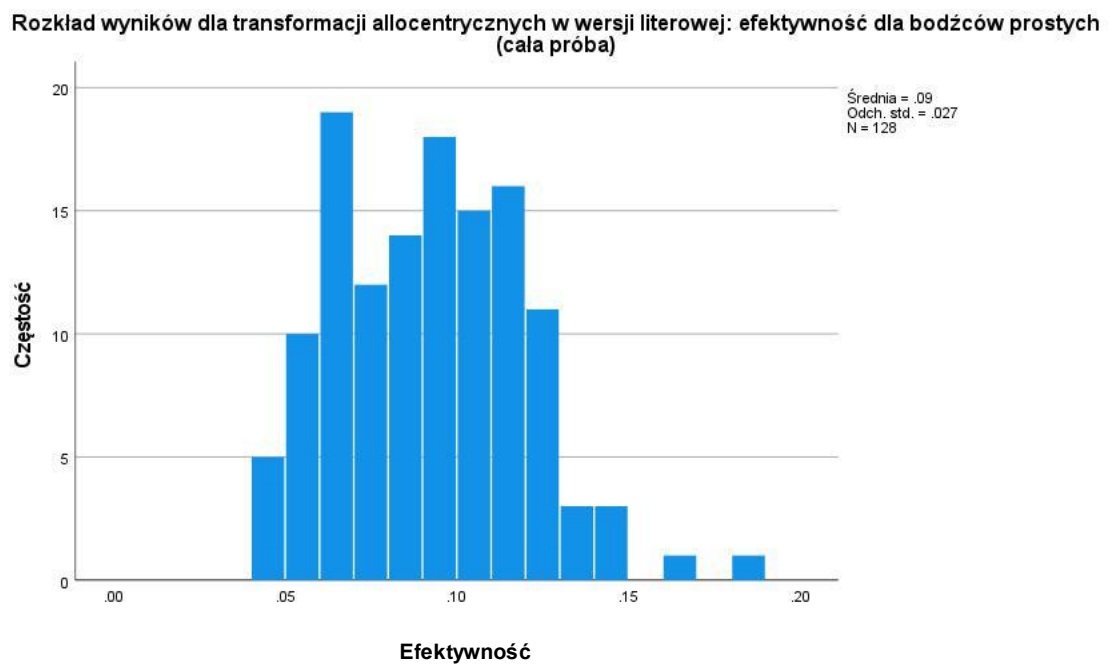
### Wykres 1.13

Rozkład wyników dla trafności dla bodźców lustrzanych transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej w próbie kontrolnej (n = 66)



### Wykres 1.14

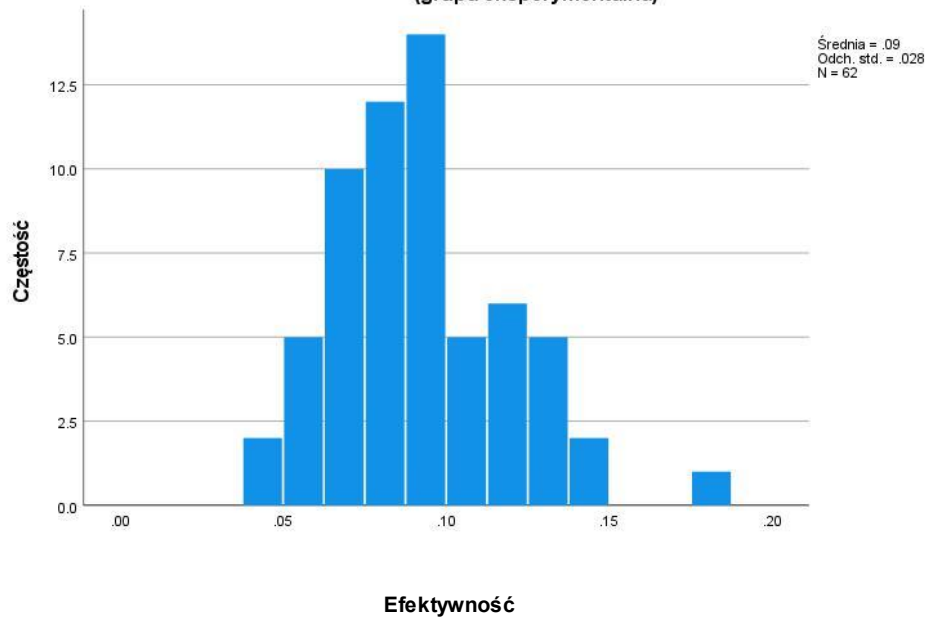
Rozkład wyników dla efektywności dla bodźców prostych transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej w całej próbie (n = 128)



### Wykres 1.15

Rozkład wyników dla efektywności dla bodźców prostych transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej w grupie eksperymentalnej ( $n = 62$ )

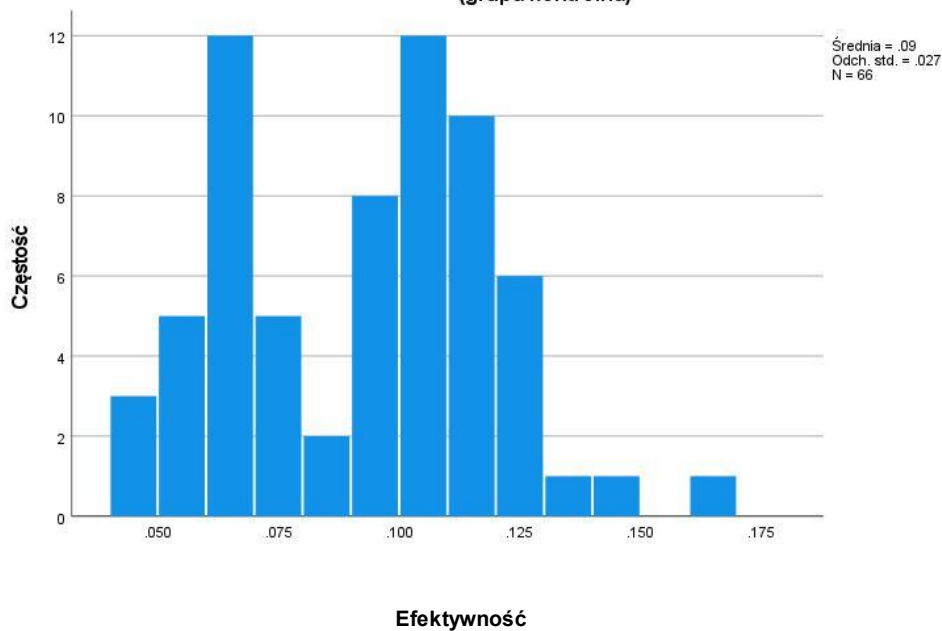
Rozkład wyników dla transformacji allocentrycznych w wersji literowej: efektywność dla bodźców prostych (grupa eksperymentalna)



### Wykres 1.16

Rozkład wyników dla efektywności dla bodźców prostych transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej w grupie eksperymentalnej ( $n = 62$ )

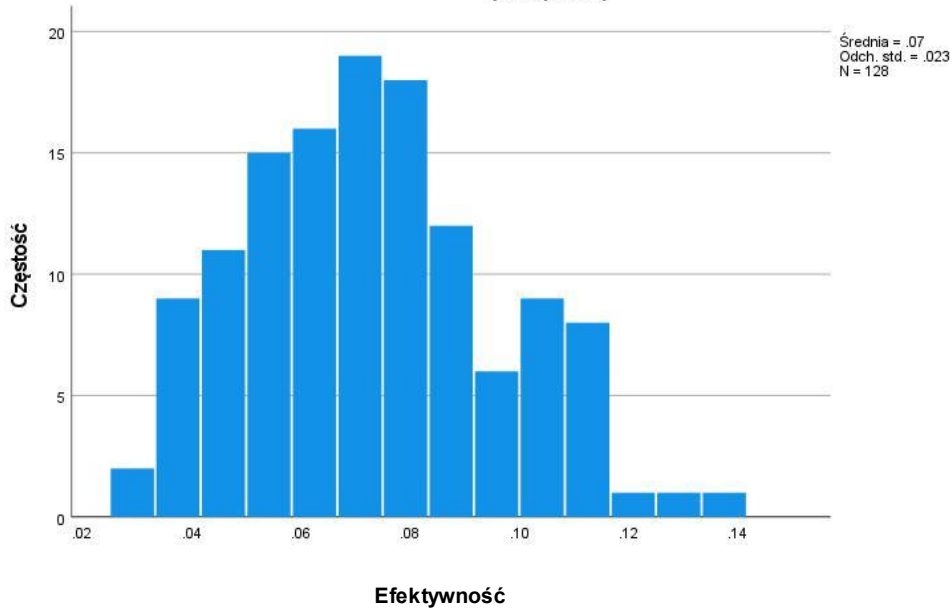
Rozkład wyników dla transformacji allocentrycznych w wersji literowej: efektywność dla bodźców prostych (grupa kontrolna)



### Wykres 1.17

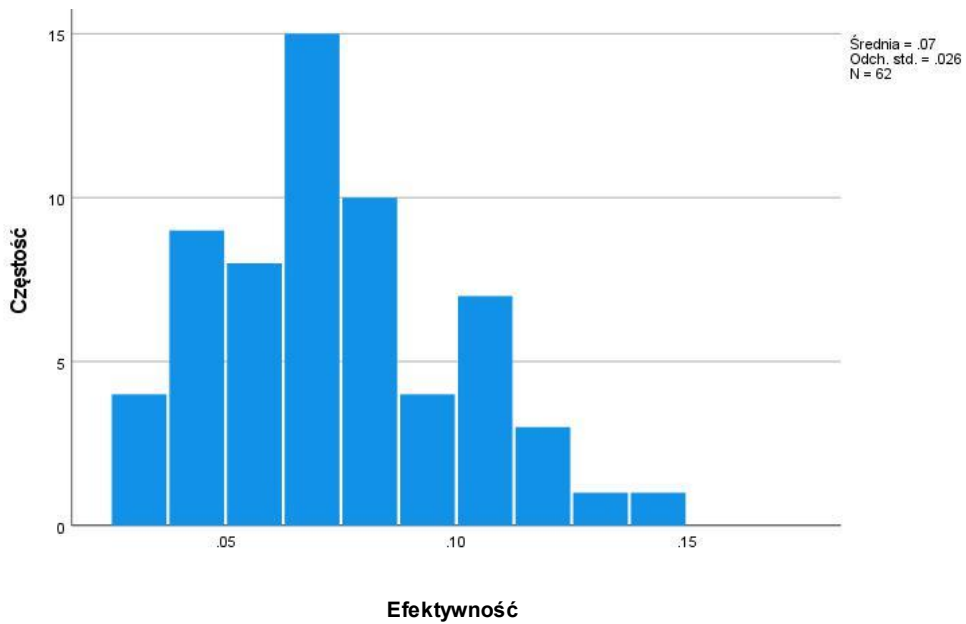
Rozkład wyników dla efektywności dla bodźców lustrzanych transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej w całej próbie ( $n = 128$ )

Rozkład wyników dla transformacji allocentrycznych w wersji literowej: efektywność dla bodźców lustrzanych (cała próba)



### Wykres 1.18

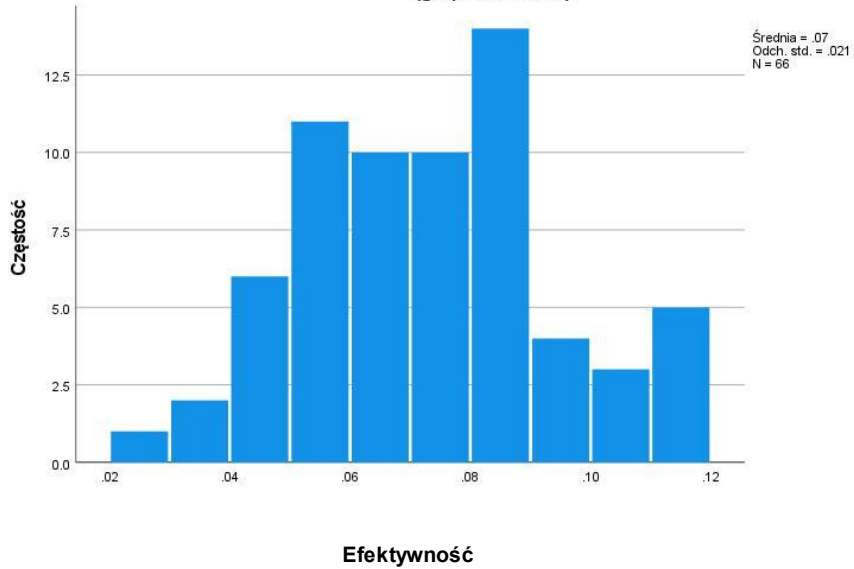
Rozkład wyników dla efektywności dla bodźców lustrzanych transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej w grupie eksperymentalnej ( $n = 62$ )



### Wykres 1.19

Rozkład wyników dla efektywności dla bodźców lustrzanych transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji literowej w grupie kontrolnej (n = 66)

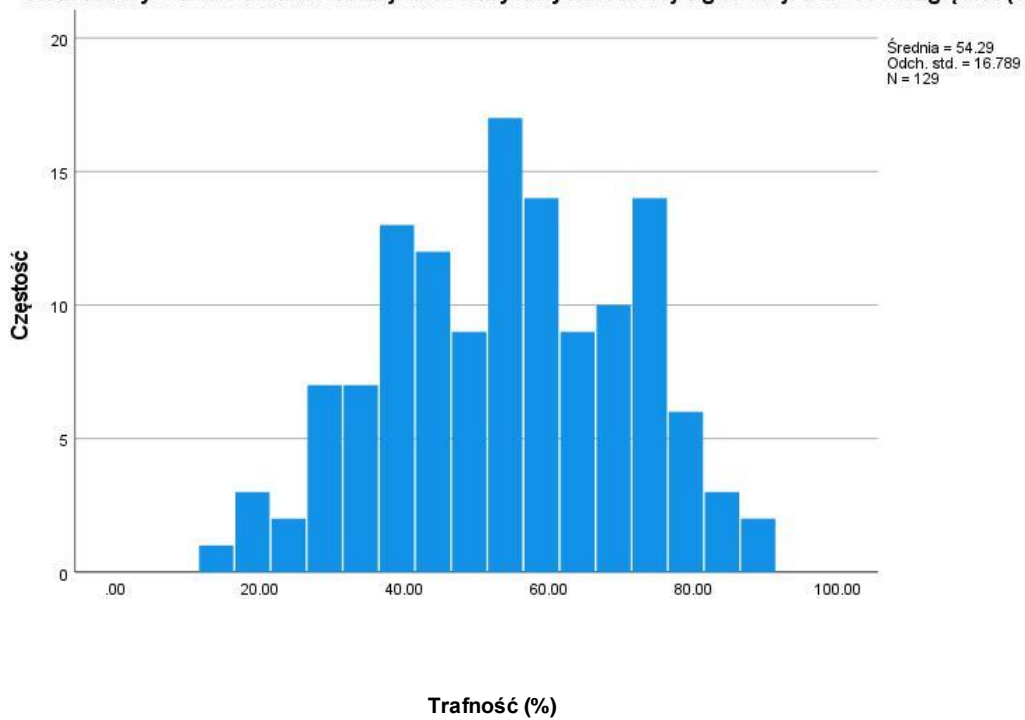
Rozkład wyników dla transformacji allocentrycznych w wersji literowej: efektywność dla bodźców lustrzanych (grupa kontrolna)



### Wykres 1.20

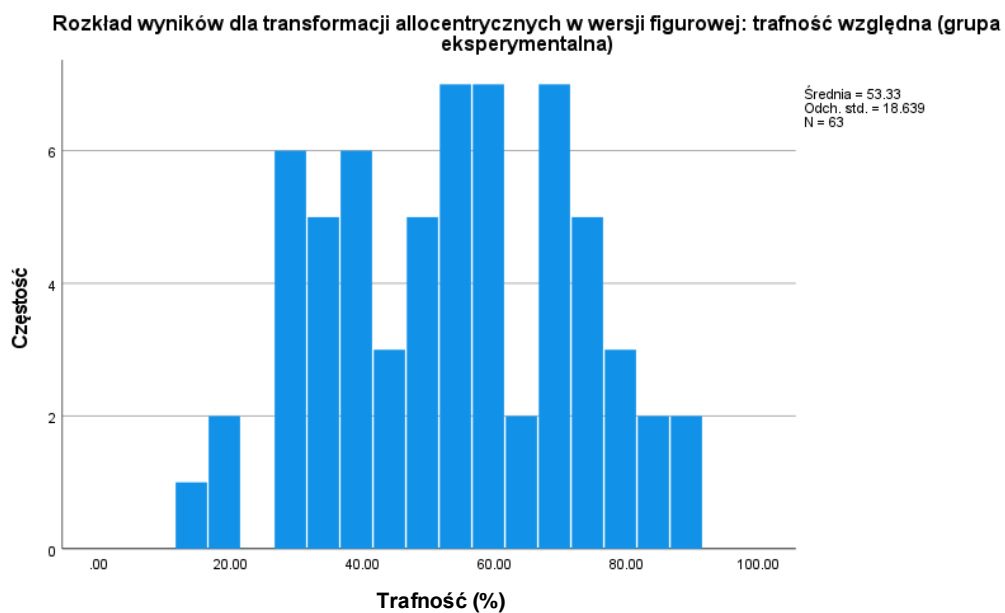
Rozkład wyników dla trafności względnej transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej w całej próbie badawczej (n = 129)

Rozkład wyników dla transformacji allocentrycznych w wersji figurowej: trafność względna (cała próba)



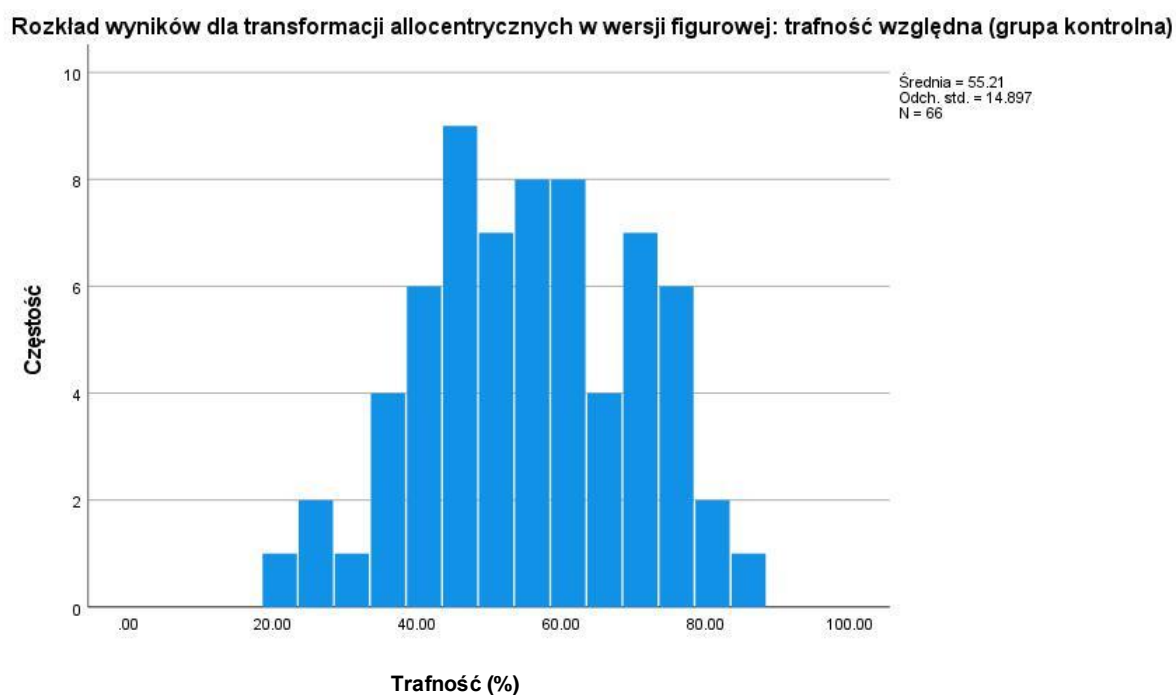
### Wykres 1.21

Rozkład wyników dla trafności względnej transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej w całej grupie kontrolnej (n = 63)



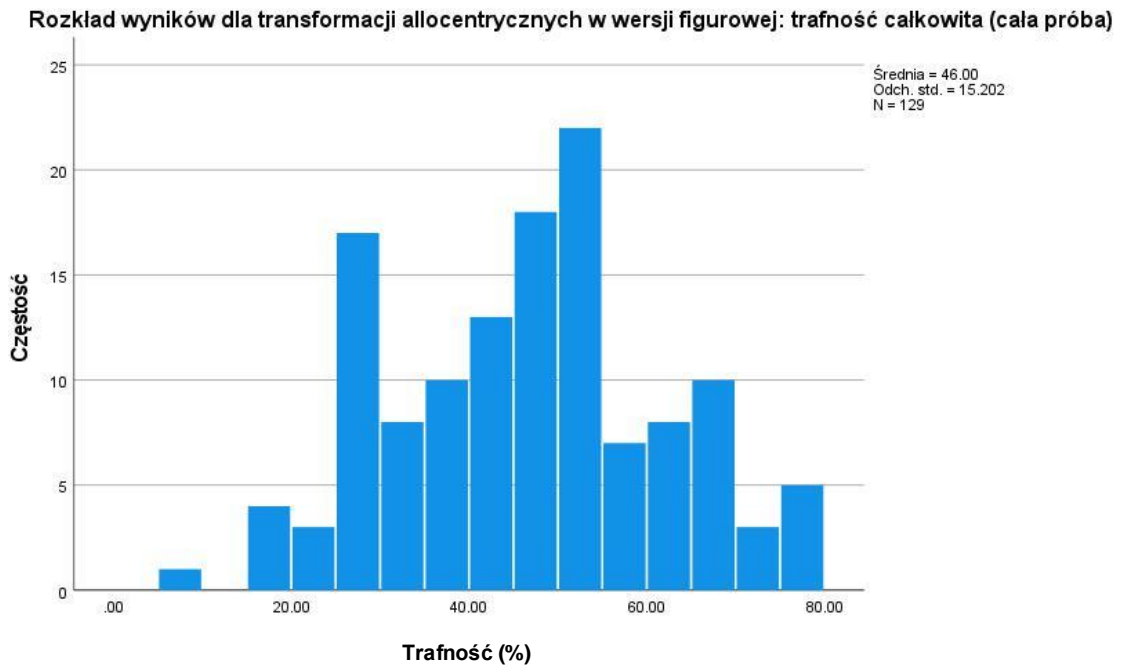
### Wykres 1.22

Rozkład wyników dla trafności względnej transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej w grupie kontrolnej (n = 66)



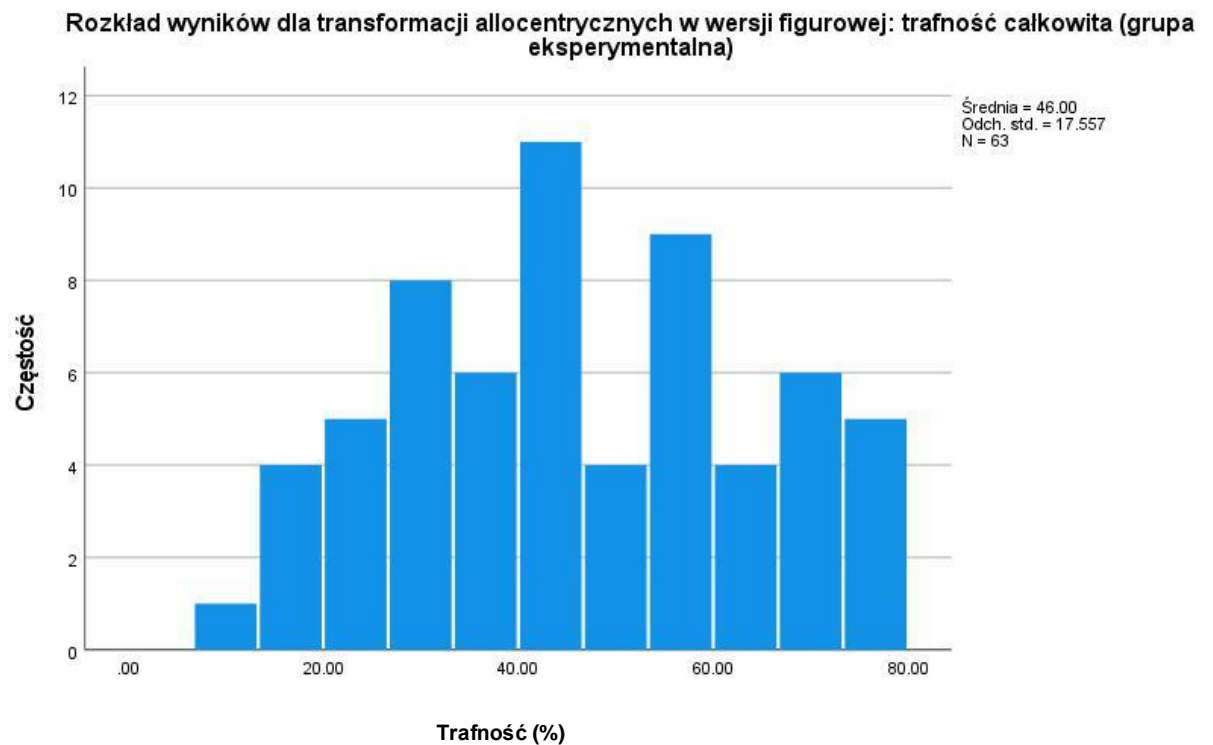
### Wykres 1.23

Rozkład wyników dla trafności całkowitej transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej w całej próbie ( $n = 129$ )



### Wykres 1.24

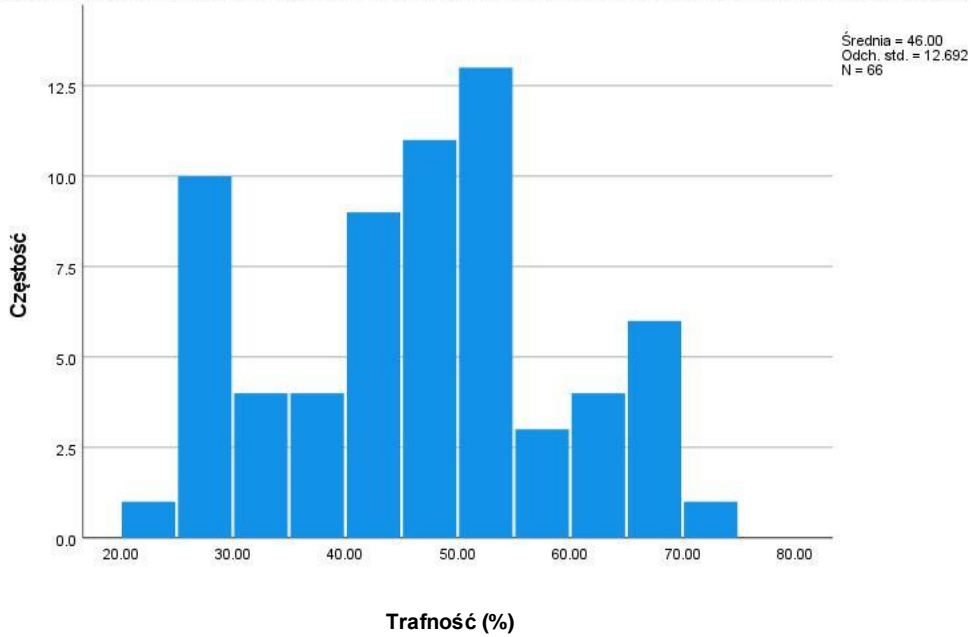
Rozkład wyników dla trafności całkowitej transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej w grupie eksperymentalnej ( $n = 63$ )



### Wykres 1.25

Rozkład wyników dla trafności całkowitej transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej w grupie kontrolnej ( $n = 66$ )

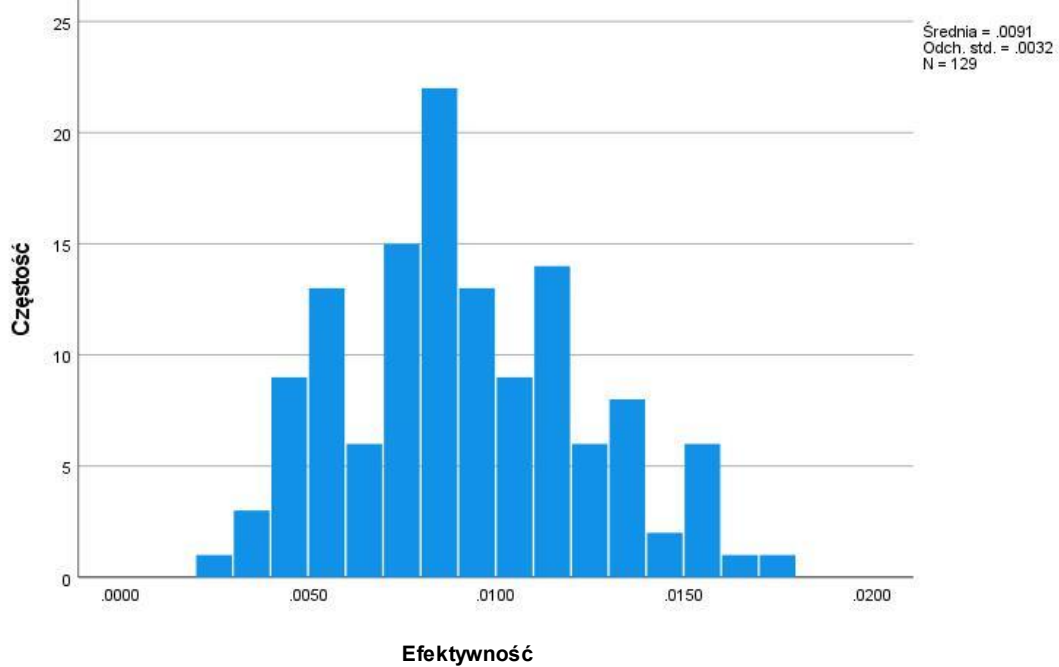
Rozkład wyników dla transformacji allocentrycznych w wersji figurowej: trafność całkowita (grupa kontrolna)



### Wykres 1.26

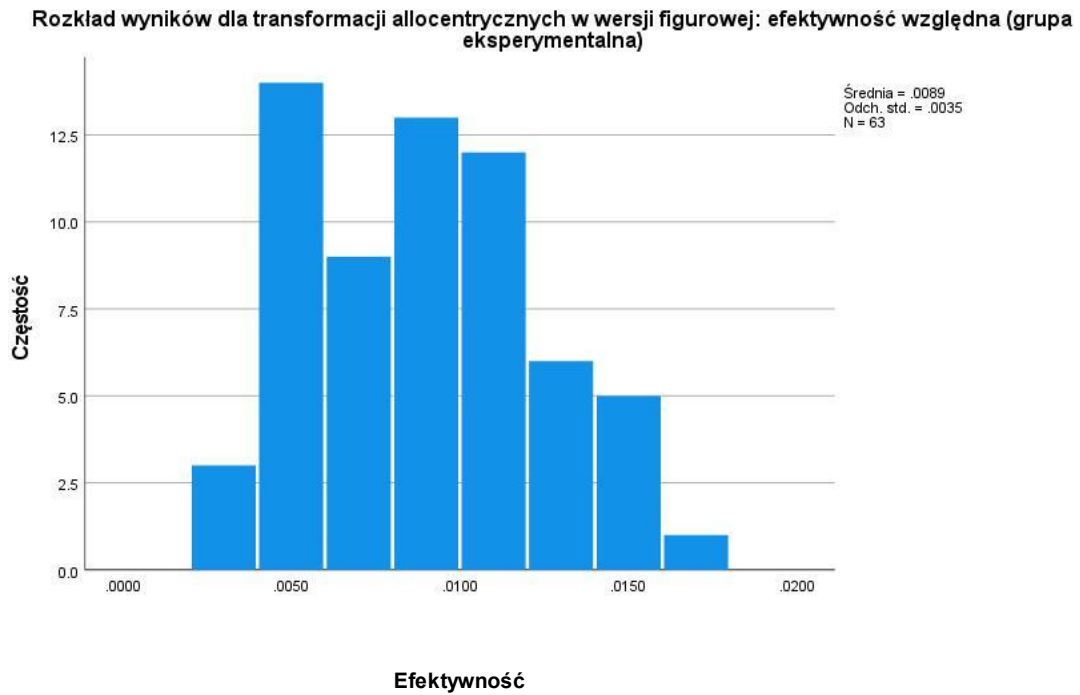
Rozkład wyników dla efektywności względnej transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej w całej próbie ( $n = 129$ )

Rozkład wyników dla transformacji allocentrycznych w wersji figurowej: efektywność względna (cała próba)



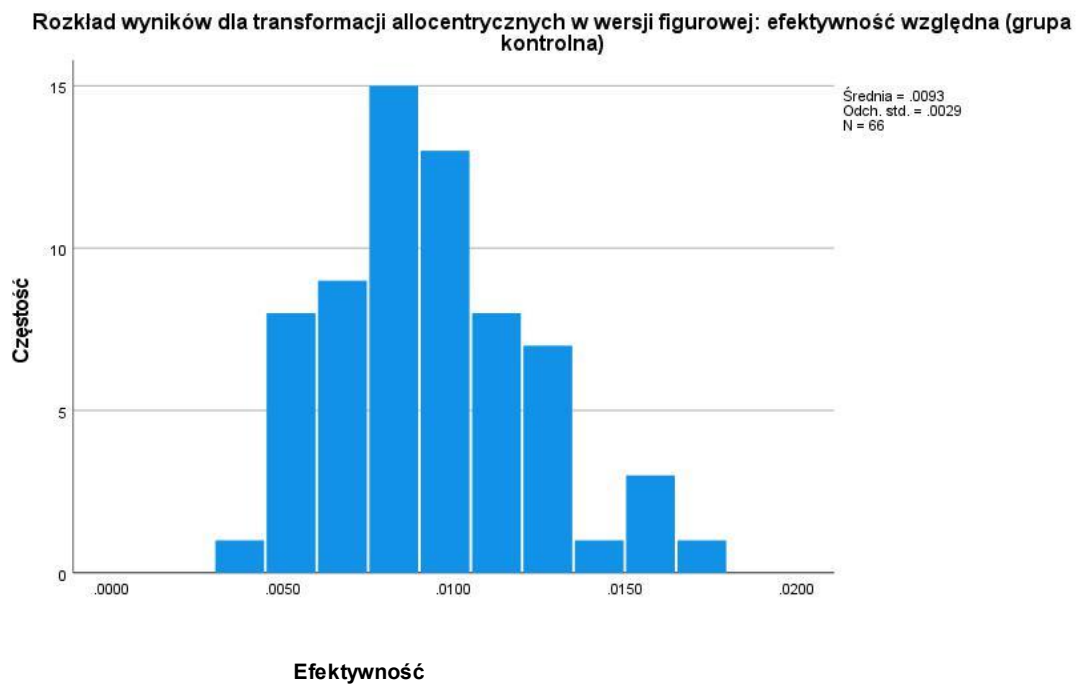
### Wykres 1.27

Rozkład wyników dla efektywności względnej transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej w grupie eksperymentalnej (n = 63)



### Wykres 1.28

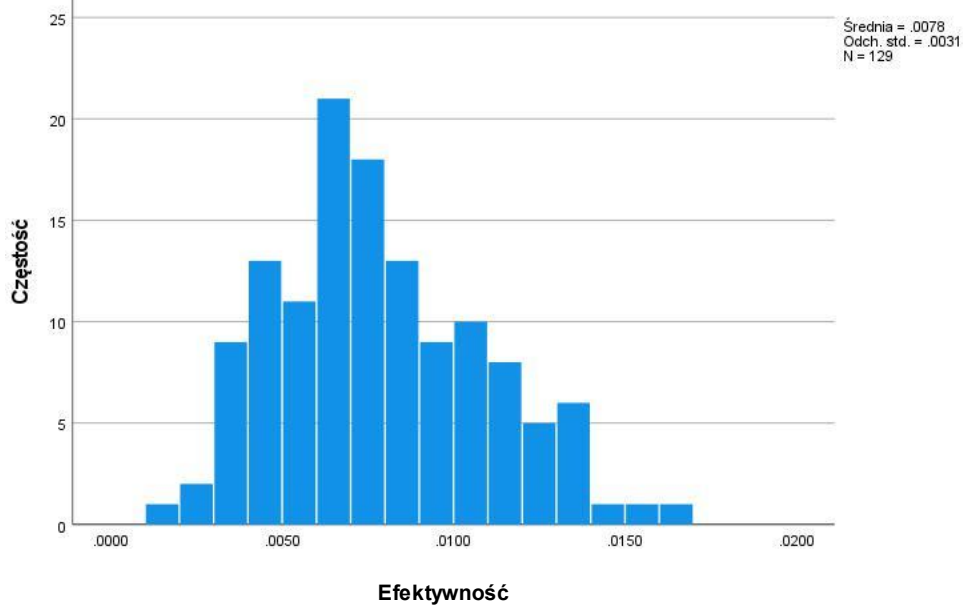
Rozkład wyników dla efektywności względnej transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej w grupie kontrolnej (n = 66)



### Wykres 1.29

Rozkład wyników dla efektywności całkowitej transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej w całej próbie ( $n = 129$ )

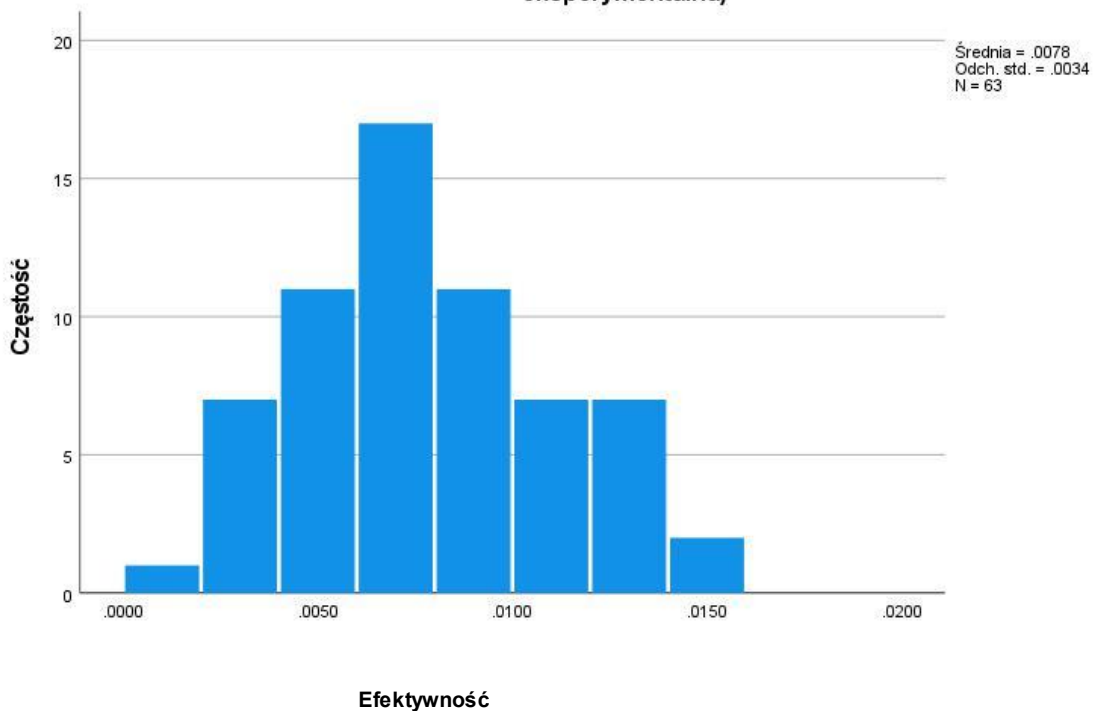
Rozkład wyników dla transformacji allocentrycznych w wersji figurowej: efektywność całkowita (cała próba)



### Wykres 1.30

Rozkład wyników dla efektywności całkowitej transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej w grupie eksperymentalnej ( $n = 63$ )

Rozkład wyników dla transformacji allocentrycznych w wersji figurowej: efektywność całkowita (grupa eksperymentalna)



### Wykres 1.31

Rozkład wyników dla efektywności całkowitej transformacji allocentrycznych mierzonych Testem Rotacji Mentalnych w wersji figurowej w grupie kontrolnej (n = 66)

Rozkład wyników dla transformacji allocentrycznych w wersji figurowej: efektywność całkowita (grupa kontrolna)

