



Uniwersytet Rzeszowski  
Kolegium Nauk Medycznych  
Instytut Nauk o Kulturze Fizycznej

Rozprawa doktorska  
w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu,  
w dyscyplinie "nauki o kulturze fizycznej"

---

PROFIL SPRAWNOŚCI MOTORYCZNEJ  
I PSYCHOMOTORYCZNEJ KANDYDATÓW  
NA OPERATORA JEDNOSTEK WOJSK  
SPECJALNYCH NA RÓŻNYCH ETAPACH  
SZKOLENIA WOJSKOWEGO

---

MGR INŻ. WOJCIECH PAŚKO

Promotor:  
dr hab. inż. Krzysztof Przednowek, prof. UR

Promotor pomocniczy:  
dr Maciej Brożyna

Rzeszów, 2024

# Spis treści

Wykaz stosowanych skrótów . . . . .	3
Wstęp . . . . .	4
1. Wprowadzenie teoretyczne . . . . .	5
1.1. Sprawność motoryczna funkcjonariuszy służb mundurowych . . . . .	5
1.2. Charakterystyka Jednostek Wojsk Specjalnych . . . . .	11
1.3. Jednostka Wojskowa GROM . . . . .	15
2. Cel pracy i pytania badawcze . . . . .	20
2.1. Cel pracy . . . . .	20
2.2. Pytania badawcze . . . . .	20
3. Materiał i metody badań . . . . .	21
3.1. Charakterystyka grupy badanej . . . . .	21
3.2. Metody oceny sprawności motorycznej i psychomotorycznej . . . . .	21
3.3. Etapy selekcji i szkolenia w Jednostkach Wojsk Specjalnych . . . . .	28
3.4. Metody statystyczne . . . . .	30
4. Wyniki badań . . . . .	32
4.1 Analiza budowy i składu ciała . . . . .	32
4.2 Analiza zdolności kondycyjnych . . . . .	35
4.3 Analiza poziomu gibkości . . . . .	48
4.4 Analiza zdolności kompleksowych . . . . .	49
4.5 Analiza zdolności psychomotorycznych . . . . .	58
5. Dyskusja . . . . .	72
6. Wnioski . . . . .	94
7. Piśmiennictwo . . . . .	95
Spis rycin . . . . .	117
Spis tabel . . . . .	118
Streszczenie . . . . .	122
Abstract . . . . .	123
Załącznik nr 1 - Zgoda komisji bioetycznej . . . . .	124

## Wykaz stosowanych skrótów

Skrót	Angielskie rozwinięcie	Polskie znaczenie
AGAT		Jednostka Wojsk Specjalnych AGAT
CHORT	Choise Reaction Time Test	Test szybkości reakcji z wyborem
CMJ	Counter Movement Jump	Wyskok z kontrruchem
COP	Center of Pressure	Środek nacisku
FORMOZA		Jednostka Wojsk Specjalnych FORMOZA
GROM		Grupa Reagowania Operacyjno-Manewrowego
HECOR	Hand-eye Coordination Test	Test koordynacji wzrokowo-ruchowej
HR	Heart Rate	Tętno
JW		Jednostka Wojskowa
JWS		Jednostki Wojsk Specjalnych
KDS		Kurs Działań Specjalnych
KP		Kurs Podstawowy
max	maximum	wartość maksymalna
Me	median	mediana
min	minimum	wartość minimalna
MON		Ministerstwo Obrony Narodowej
NATO	North Atlantic Treaty Organization	Organizacja Traktatu Północnoatlantyckiego
NIL		Jednostka wojskowa Wojsk Specjalnych NIL
P		prawdopodobieństwo testowe
PAMT	Perception Anticipation Movement Test	Test antycypacji
PAP	Peak Anaerobic Power	Szczytowa Moc Anaerobowa
PUT	Pop-up Test	Test uwagi wzrokowej
Q1	first quartile	kwartył pierwszy
Q3	third quartile	kwartył trzeci
RER	Respiratory Exchange Ratio	Współczynnik wymiany oddechowej
SAS	Special Air Service	Brytyjska jednostka specjalna
sd	standard deviation	odchylenie standardowe
SERE	Survival, Evasion, Resistance, Escape	Przetrwanie, Unikanie, Opór, Ewakuacja
SIRT	Simple Reaction Time Test	Test szybkości reakcji prostej
SJ	Squat Jump	Wyskok z przysiadu
SOB	Special Operations Battalion	Batalion Operacji Specjalnych
SOF	Special Operations Forces	Siły Operacji Specjalnych
SPANT	Spatial Anticipation Test	Test dwuwymiarowy koordynacji wzrokowo-ruchowej
SWAT	Special Weapons and Tactics	Wyspecjalizowana jednostka policji dosł. Specjalne Uzbrojenie i Taktyka
V	coefficient of variation	współczynnik zmienności
VE	Ventilation	Wentylacja minutowa
VO <sub>2</sub>	Oxygen uptake	Pobór tlenu
VO <sub>2max</sub>	Maximal Oxygen Uptake	Maksymalny pułap tlenowy
$\bar{x}$	arithmetic mean	średnia arytmetyczna

# Wstęp

Na czele bezpieczeństwa narodowego stoi Armia Wojska Polskiego, w szczególności jednostki specjalne, które odpowiedzialne są za wykonywanie najbardziej wymagających i ryzykownych operacji. Jednostki wojsk specjalnych wykonują zadania bojowe w trudnych warunkach, które obciążają żołnierzy psychicznie i fizycznie. Żołnierz jednostek wojsk specjalnych powinien być gotowy w każdej chwili na udział w walce oraz odpowiednio reagować na różnorodne bodźce zewnętrzne. Stąd, aby zostać Operatorem Jednostek Wojsk Specjalnych, kandydat musi przejść wieloetapowy proces selekcji i szkolenia. Proces ten często charakteryzuje się ekstremalnym wysiłkiem, wielodniowymi i wymagającymi testami, podczas których czas na regenerację organizmu jest ograniczony. Dlatego też kandydat powinien charakteryzować się odpowiednimi umiejętnościami psychofizycznymi.

Celem badań było określenie profilu motorycznego i psychomotorycznego kandydatów na Operatora Jednostek Wojsk Specjalnych na różnych etapach szkolenia wojskowego. Stworzenie profilu motorycznego kandydata na Operatora umożliwi skuteczne planowanie procesu szkolenia, tak aby po jego ukończeniu, już jako Operator Jednostek Specjalnych, mógł on jak najlepiej sprostać wymaganiom, które napotka podczas zadań bojowych. Warto zaznaczyć, że tak obszerne badania nie zostały dotychczas przeprowadzone na elitarnych żołnierzach oraz kandydatach i mogą one istotnie wspomóc proces selekcji i szkolenia.

W pracy przedstawiono specyfikę zawodu żołnierza, charakterystykę Jednostek Wojsk Specjalnych, a główną uwagę skupiono na Jednostce Wojskowej GROM. Kolejny rozdział przedstawia cel pracy oraz postawione pytania badawcze. Trzeci rozdział zawiera charakterystykę grupy badanej, opis wykorzystanych metod pomiarowych, metodologię przeprowadzonego procesu badań oraz metody statystyczne. Dodatkowo przedstawiono proces selekcji oraz szkolenia do Jednostki Wojskowej GROM. Następnie zaprezentowano wyniki badań wykorzystując tabele oraz wykresy radarowe. Kolejnym krokiem było przeprowadzenie dyskusji, w której dokonano próby odniesienia się i porównania do innych wyników. Pracę podsumowano wnioskami.

# 1. Wprowadzenie teoretyczne

## 1.1. Sprawność motoryczna funkcjonariuszy służb mundurowych

Żołnierze czynnej służby powinni charakteryzować się wysokim poziomem sprawności fizycznej oraz psychofizycznej, aby podołać zadaniom bojowym (Lisowski i Miłhuta 2013; Martins i Lopes 2013). W zadaniach bojowych żołnierze mogą napotkać na trudne warunki klimatyczne, infiltrację czy eksfiltrację, utrudnienia logistyczne, deprawację snu, ciągłą aktywność fizyczną, ograniczony dostęp do pożywienia czy wody (Sporiš i wsp. 2012; Schulze i wsp. 2015). Występowanie tych i innego rodzaju stresorów może mieć wpływ na parametry fizjologiczne, sprawność poznawczą oraz na aktualny nastrój (Lieberman i wsp. 2005). Udział w czynnościach operacyjnych może nastąpić w każdej chwili i trwać od kilku dni do kilku tygodni często na wrażliwym politycznie terenie, dlatego żołnierz musi zachować gotowość fizyczną w każdym momencie swojej służby (Christensen i wsp. 2008; Nykänen i wsp. 2019; Sánchez-Molina i wsp. 2019b; Farina, Taylor i wsp. 2017). Żołnierze, którzy nie są przystosowani do danych warunków klimatycznych, podczas wykonywania zadań bojowych mogą mieć zmniejszony poziom uwagi, obniżony poziom wydolności oraz spowolnioną reakcję na bodźce (Radakovic i wsp. 2007; Xiaoli i wsp. 2013; Rintamäki i wsp. 2012). Natomiast zwiększona intensywność walki może spowodować wydłużenie szybkości reakcji (Marx i wsp. 2009). Należy również pamiętać, że zadania bojowe wykonywane pod wpływem lęku i zmęczenia mogą negatywnie wpłynąć na zdolności poznawcze oraz strzeleckie żołnierza (Nibbeling i wsp. 2014).

Podczas szkoleń oraz działań bojowych uczestnicy są narażeni na ryzyko urazów mięśniowo-szkieletowych, które mogą zagrozić skutecznemu wykonywaniu operacji wojskowych (M. Anderson i wsp. 2017; Nikroo i wsp. 2014; Kyröläinen, Häkkinen i wsp. 2008; Blacker, D. M. Wilkinson i wsp. 2008; Sefton i wsp. 2016). Badanie wykazało, że od 19% do 44% żołnierzy uczestniczących we wstępnym szkoleniu doznaje w różnym stopniu urazu mięśniowo-szkieletowego (Sefton i wsp. 2016). W konsekwencji wymagana jest ciągła obserwacja poziomu sprawności fizycznej i składu ciała żołnierza, aby był on w gotowości bojowej w złożonych i wymagających warunkach (Bigelman i wsp. 2019; Różański i wsp. 2020; Tomczak 2012; Tomczak 2013; Lester, Knapik i wsp. 2010; Martin i wsp. 2016; Ricciardi i wsp. 2007; Tomczak, J. Bertrandt i A. Kłós 2012; McDowell i Hubbard 2013). Obserwacja powinna dotyczyć nie tylko służby czynnej, ale również rezerwistów, u których skład ciała oraz poziom sprawności fizycznej jest na niższym poziomie, co może skutkować niewystarczającą

gotowością bojową (Russell i wsp. 2019). Przegląd literatury pokazuje, że wprowadzone obserwacje i interwencje związane z dietą oraz aktywnością fizyczną mogą przynieść pozytywne skutki, szczególnie związane z utratą masy tkanki tłuszczowej. Konieczne są jednak dalsze badania w tym zakresie, aby móc uzyskać informacje dotyczące interwencji w okresie dłuższym niż 12 miesięcy (Malkawi i wsp. 2018).

Należy pamiętać, że, pomimo dokonujących się na przestrzeni lat zmian w uzbrojeniu żołnierza, wykorzystywanym sprzęcie, metodach i taktyce działań wojskowych, wartość sprawności motorycznej i psychologicznej żołnierzy dla działań bojowych stale wzrasta (Oderov i wsp. 2017). Żołnierze podczas udziału w operacjach wojskowych mają styczność m.in. z pieszymi patrolami, podnoszeniem i przenoszeniem sprzętu wojskowego, przygotowaniem i utrzymaniem pozycji obronnych. W trakcie wielomiesięcznej misji wymagania oraz zmienność wykonywanych zadań mogą przeszkodzić w systematycznym treningu, co może skutkować obniżonym poziomem sprawności motorycznej oraz wzrostem tkanki tłuszczowej (Lester, Knapik i wsp. 2010). Zależność ta analizowana była wśród żołnierzy w wielu krajach (Sharp i wsp. 2008; Pihlainen, Santtila, Vasankari i wsp. 2018; Fallowfield i wsp. 2014; Dyrstad, Miller i wsp. 2007; Hofstetter i wsp. 2012).

U amerykańskich żołnierzy, uczestniczących w 9-miesięcznej misji w Afganistanie, zaobserwowano spadek wydolności tlenowej, siły mięśniowej, masy ciała i masy beztłuszczowej, natomiast procentowa zawartość tkanki tłuszczowej wzrosła (Sharp i wsp. 2008). Podobnie u fińskich żołnierzy, biorących udział w operacji międzynarodowej w Libanie trwającej 6 miesięcy, charakteryzującej się spokojnym środowiskiem pracy, zaobserwowano spadek aktywności fizycznej (Pihlainen, Santtila, Vasankari i wsp. 2018). Natomiast badania wśród brytyjskich żołnierzy, przebywających w Afganistanie przez okres 6 miesięcy, wykazały spadek masy tkanki tłuszczowej, a poziom wydolności tlenowej oraz siły został podtrzymany (Fallowfield i wsp. 2014). W kolejnym badaniu analizowano sprawność motoryczną norweskich żołnierzy podczas misji pokojowej trwającej rok. Trening motoryczny był dobrowolny co wiązało się z motywacją wewnętrzną żołnierzy. Jednak tylko 1/3 żołnierzy poprawiła swoją sprawność aerobową w trakcie trwania misji (Dyrstad, Miller i wsp. 2007). Badania żołnierzy armii szwajcarskiej wskazały, że treningi motoryczne podczas służby nie są realizowane zgodnie z zaleceniami American College of Sports Medicine, mówiącymi o co najmniej 3 treningach tygodniowo (Hofstetter i wsp. 2012).

Wynika z tego, że w celu utrzymania sprawności motorycznej u każdego żołnierza podczas służby niezbędne jest wprowadzenie obowiązkowych treningów ukierunkowanych głównie na zdolności tlenowe, siłę kończyn dolnych oraz pokonywanie oporu zewnętrznego aby podczas zadań wojskowych był w pełnej gotowości bojowej

(Dyrstad, Miller i wsp. 2007; Pihlainen, Santtila, Vasankari i wsp. 2018; Pihlainen, Santtila, Häkkinen i wsp. 2018). Celem zwiększenia efektywności, treningi powinny być przygotowywane indywidualnie dla każdego żołnierza. Dla przykładu wprowadzony program treningowy u żołnierzy Republiki Południowej Afryki, przypisany zarówno dla kobiet jak i mężczyzn, nie przyniósł wystarczających bodźców treningowych dla sprawniejszych żołnierzy płci męskiej (Wood i wsp. 2017). Solberg i wsp. (2015) w swojej pracy, na przykładzie norweskich sił operacji specjalnych potwierdził, że indywidualizacja sesji treningowych może przynieść pozytywne skutki dotyczące sprawności motorycznej.

Badanie przeprowadzone na 627 142 poborowych w latach 1975-2015 w Finlandii pokazuje, że sprawność aerobowa na przestrzeni lat uległa pogorszeniu. Dodatkowo zwiększył się odsetek poborowych z niskim poziomem siły mięśniowej (Santtila i wsp. 2018). Również u oficerów z Łotwy zaobserwowano, że jedynie 33,3% badanych cechuje się wysokim poziomem tego typu aktywności, natomiast 22,7% charakteryzuje się niskim poziomem aktywności fizycznej (Pławińska 2011). Celem wstępnego szkolenia jest fizyczne i psychiczne przygotowanie rekrutów do zawodu żołnierza, aby w trakcie trwania zadań bojowych zmniejszyć ryzyko wystąpienia zespołu stresu pourazowego, który często wiąże się ze zmniejszoną uwagą. Badania potwierdzają, że dobre przygotowanie fizyczne pozytywnie wpływa na zdrowie psychiczne zarówno w trakcie szkolenia jak i podczas wykonywanej służby (J. Dawes i wsp. 2014; J. J. Dawes i wsp. 2016). Crowley i wsp. (2015) przed podstawowym szkoleniem wojskowym dokonali podziału grupy badanej na dwie podgrupy ze względu na poziom sprawności fizycznej. Doszli do wniosku, że u żołnierzy z wysoką sprawnością fizyczną prawdopodobieństwo wystąpienia objawów depresji podczas podstawowego szkolenia wojskowego jest niższe o 60% niż u żołnierzy z niższym poziomem sprawności fizycznej.

Gubata i wsp. (2013) analizowali związek pomiędzy sprawnością fizyczną i nadwagą a zdrowiem psychicznym. Wyniki pokazują, że osoby o niższym poziomie sprawności fizycznej mają o 36% większą szansę na wystąpienie zaburzeń psychicznych podczas pierwszego roku trwania służby. Wykazano również, że zwiększona zawartość tkanki tłuszczowej powoduje obniżony poziom sprawności fizycznej (J. Dawes i wsp. 2014; J. J. Dawes i wsp. 2016). Analiza zależności pomiędzy zawartością tkanki tłuszczowej a wytrzymałością mięśniową u członków jednostki SWAT (ang. Special Weapons and Tactics), którzy pracują w niepełnym wymiarze czasu, potwierdziła, że zwiększona zawartość tkanki tłuszczowej powoduje zmniejszoną wytrzymałość mięśniową. Osoby osiągające niższe wyniki w testach siłowych (przysiady, uginanie ramion w podporze przodem i podciąganie na drążku) charakteryzowały się wyż-

szą zawartością tkanki tłuszczowej (J. Dawes i wsp. 2014). J. J. Dawes i wsp. (2016) potwierdzili tą zależność w kolejnym badaniu, które przeprowadzone zostało na policjantach. Wyniki wykazały, że zwiększona zawartość tkanki tłuszczowej powoduje obniżenie poziomu sprawności fizycznej, natomiast zwiększona zawartość beztłuszczowej masy ciała wpływa pozytywnie na uzyskane rezultaty w wybranych testach sprawnościowych (wyciskanie na ławce, skok w pionie, uginanie ramion w podporze przodem) (J. J. Dawes i wsp. 2016). Dlatego istotne jest dobre przygotowanie psychofizyczne każdego żołnierza, od którego wymaga się szybkiej i prawidłowej reakcji bojowej na cel. Odpowiedni poziom zdolności poznawczych oraz sprawność fizyczna nabyta podczas szkoleń mogą pomóc w skutecznym wykonaniu zadania bojowego i zminimalizować ofiary w ludności cywilnej (Biggs i wsp. 2015).

Aby zostać profesjonalnym żołnierzem, kandydaci mają do wykonania różne testy sprawnościowe oraz muszą ukończyć wstępny program szkolenia (Hofstetter i wsp. 2012; Malmberg 2011). Testy sprawnościowe nieustannie są doskonalone wraz z rozwojem koncepcji sprawności fizycznej oraz dostosowane do zadań bojowych, które żołnierze wykonują w trakcie służby. Dla przykładu aktualne testy sprawnościowe w amerykańskiej armii są oparte na literaturze naukowej, doświadczeniu bojowym oraz opinii naukowców i dowódców armii (Knapik i East 2014). W każdym kraju ocena sprawności fizycznej odbywa się według własnych przyjętych norm. Niektóre armie, np. australijskie siły zbrojne, posiadają osobne normy dla płci oraz względem wieku, natomiast inne armie, np. kanadyjskie siły zbrojne, posiadają takie same normy dla mężczyzn i kobiet bez względu na wiek (Williams i wsp. 2020). Ocenie najczęściej podlega siła mięśniowa, skład ciała oraz zdolności tlenowe. Wykonywane próby sprawnościowe, ocena składu masy ciała oraz normy w każdym kraju są zróżnicowane (Colmenero i wsp. 2014). Do najczęstszych prób sprawnościowych zaliczamy bieg na 2.4 km, podciąganie na drążku, przysiady, natomiast ocena składu i masy ciała sprowadza się do wskaźnika BMI (ang. Body Mass Index), beztłuszczowej masy ciała oraz procentowej zawartości tkanki tłuszczowej (Colmenero i wsp. 2014).

Szkolenie kandydatów oraz żołnierzy powinno opierać się na ćwiczeniach, które są zbliżone do warunków bojowych, aby żołnierze rozwijali swoje umiejętności w zakresie pokonywania przeszkód w trakcie występowania stresu, niebezpieczeństwa, zmiennej intensywności oraz nieprzewidywalnych sytuacji (Papay i Simonek 2017). Klymovych i wsp. (2020) także potwierdzili, że szkolenie wojskowe powinno być ukierunkowane na warunki bojowe, które podniosą umiejętności zawodowe personelu wojskowego. Dlatego też podczas szkolenia wojskowego kandydaci oraz żołnierze często mają do czynienia z ujemnym bilansem kalorycznym oraz wysoką aktywnością

fizyczną. (Richmond i wsp. 2014; Charlot 2021; Kyröläinen, Karinkanta i wsp. 2008).

W armii brytyjskiej szkolenie początkowe rekrutów (ang. British Army standard entry basic training) trwa 14 tygodni, podczas których uczestnicy nabywają umiejętności wojskowe i poprawiają swoją sprawność fizyczną (O’Leary i wsp. 2018). Szkolenie składa się z codziennych bloków treningowych trwających po 40 minut. W trakcie szkolenia rekruci mają do czynienia z 63 sesjami związanymi z treningiem fizycznym. Do tych sesji zaliczamy pływanie, rozwój wydolności tlenowej, siłę, trening sztuk walki, zwinność, uprawianie różnych dyscyplin sportowych. Dodatkowo rekruci muszą sprostać ćwiczeniom terenowym, marszom z obciążeniem, rozwojem umiejętności specjalnych oraz tzw. treningowi przygodowemu (ang. Adventurous Training), który ma na celu wyprowadzenie rekrutów poza strefę komfortu i rozwijanie u nich cech przywódczych, pewności siebie, radzenia sobie z stresem, podejmowania decyzji oraz pracy zespołowej podczas zajęć w trudnym środowisku zewnętrznym (Mellor i wsp. 2012; O’Leary i wsp. 2018).

Podstawowe szkolenie rekrutów do armii australijskiej trwa 12 tygodni i skupia się głównie na wiedzy ogólnej, podstawowych umiejętnościach, sprawności fizycznej oraz psychicznej. Szkolenie obejmuje 39 jednostek treningowych skupiających się na sprawności fizycznej, gdzie każda jednostka trwa od 60 do 120 min. Jednostki treningowe składają się z: treningu obwodowego skupiającego się na sile i wytrzymałości mięśniowej, biegów długodystansowych, marszów z obciążeniem, pływania, wspinaczki linowej, torów przeszkód, testów sprawnościowych (uginanie ramion w podporze przodem, przysiady, bieg na 2.4 km, 20-metrowy bieg wahadłowy). Przez pierwsze 4 tygodnie częstotliwość treningów jest wyższa niż przez kolejny okres trwania szkolenia. Podczas badań zaobserwowano znaczną poprawę zdolności tlenowych po pierwszych ośmiu tygodniach szkolenia. Po ukończeniu szkolenia podstawowego żołnierze są wysyłani na szkolenie wstępne, podczas którego zdobywają specjalne umiejętności związanych ze specyfiką późniejszych wykonywanych zadań (Orchard 2015).

W Polsce można zgłosić się do dobrowolnej zasadniczej służby wojskowej, do której mogą wstąpić osoby pełnoletnie, z polskim obywatelstwem, które nie były nigdy karane. Przed przystąpieniem do podstawowego szkolenia rekruci muszą przejść badania, mające na celu stwierdzić, czy osoba jest zdolna fizycznie oraz psychicznie uczestniczyć w szkoleniu. Szkolenie podstawowe trwa 28 dni, podczas których rekruci zdobywają wiedzę oraz umiejętności z zakresu musztry, regulaminu wojskowego oraz posługiwania się bronią. Po pomyślnym ukończeniu szkolenia podstawowego żołnierz może zostać przeniesiony do rezerwy lub wziąć udział w szkoleniu specjalistycznym, które trwa do 11 miesięcy. Szkolenie specjalistyczne wiąże się z wykonywaniem służby

w JW (jednostka wojskowa) (Glińska 2022).

Badanie przeprowadzone na piechocie zmechanizowanej pokazuje, że szkolenie (8 godzin dziennie) wojskowe trwające 9 miesięcy wpłynęło na poprawę wytrzymałości szybkościowej oraz na przyrost masy ciała, który związany jest z przyrostem masy mięśniowej (Tomczak, J. Bertrandt, A. Kłos i K. Kłos 2016). U norweskich żołnierzy podczas szkolenia podstawowego trwającego 10 tygodni zaobserwowano poprawę siły mięśniowej oraz wzrost  $VO_{2max}$  u osób, którzy mieli pułap tlenowy na niskim poziomie. Jednak po upływie 10 miesięcy od szkolenia ilość treningów sprawnościowych u żołnierzy zmniejszyła się o 35% oraz poziom  $VO_{2max}$  spadł u wszystkich żołnierzy niezależnie od wartości przed szkoleniem podstawowym (Dyrstad, Soltvedt i wsp. 2006). Szkolenie spadochroniarzy w Wojsku Polskim, trwające 18 miesięcy, wykazało, że u żołnierzy poprawiona została wydolność beztlenowa oraz przyrost beztłuszczowej masy ciała z jednoczesnym spadkiem tkanki tłuszczowej, natomiast nie zaobserwowano zmian dotyczących wydolności tlenowej (Faff i Korneta 2000). Canino i wsp. (2019) po przeprowadzonych badaniach uważają, że wstępne szkolenie armii amerykańskiej zapewnia wystarczające przygotowanie do służby wojskowej. Ponad 90% uczestników spełniło minimalne wymagania dotyczące wydajności podczas wykonywania typowych i specyficznych zadań fizycznych dla wojskowej specjalizacji zawodowej (Canino i wsp. 2019).

Odpowiednie przygotowanie jest kluczowe, ponieważ podczas zadań bojowych żołnierze szturmowi są uzbrojeni w sprzęt ważący średnio od 15 do 18 kg w zależności od działań taktycznych (Sell i wsp. 2010). Jak pokazują badania, obciążenie żołnierzy lub funkcjonariuszy służb mundurowych może różnić się w zależności od sytuacji oraz przydzielonego zadania (Roy i wsp. 2013; Lindner i wsp. 2012; G. S. Anderson i wsp. 2002; Keeler 2014; Blacker, J. M. Carter i wsp. 2013; Rayson 2005). Obserwacja brygady armii amerykańskiej, uczestniczącej w rocznej misji w Afganistanie, wykazała, że podczas patrolu żołnierze noszą sprzęt ważący ponad 22 kg. Zaś w sytuacji zwanej podejściem awaryjnym nawet 32 kg (Roy i wsp. 2013). W badaniach dotyczących analizy wpływu ciężaru wyposażenia na aktywność mięśni kończyn dolnych u niemieckich żołnierzy sił powietrznych zaznaczono, że łączna waga sprzętu wynosi około 21,1 kg (Lindner i wsp. 2012). Natomiast funkcjonariusze policji podczas 12-godzinnej zmiany swoje zadania zawodowe wykonują w sprzęcie ważącym około 10 kg (G. S. Anderson i wsp. 2002). Funkcjonariusze wyspecjalizowanej jednostki policyjnej SWAT podczas wykonywania niektórych operacji noszą na sobie około 40 kg sprzętu taktycznego (Keeler 2014). Blacker, J. M. Carter i wsp. (2013) przeprowadzili 3 symulacje wykonywanych przez policjantów akcji gdzie łączna masa odzieży i sprzętu wynosiła od 21,9 do 27,1 kg na osobę w zależności od wykonywanego zadania.

nia. Personel straży pożarnej podczas wykonywania czynności zawodowych pracuje w środkach ochrony osobistej ważących około 25 kg (Rayson 2005). Podsumowując, żołnierze oraz funkcjonariusze służb mundurowych są narażeni na spore obciążenia, z którymi muszą wykonywać zadania zawodowe. Potwierdza to fakt, że przygotowanie motoryczne musi być na wysokim poziomie.

## 1.2. Charakterystyka Jednostek Wojsk Specjalnych

Na czele bezpieczeństwa narodowego stoją Jednostki Wojsk Specjalnych (JWS), które odpowiedzialne są za wykonywanie najbardziej wymagających i ryzykownych operacji. JWS charakteryzują się głównie elitarnością żołnierzy, wysokim poziomem przygotowania fizycznego, zaangażowaniem, kreatywnością, dostosowaniem się do zmieniających się warunków bojowych, elastycznością czyli większym zakresem umiejętności oraz są bardziej niezależne niż jednostki konwencjonalne (Spulak Jr 2007). Według NATO (Organizacja Traktatu Północnoatlantyckiego ang. North Atlantic Treaty Organization) JWS to „wyznaczone aktywne lub rezerwowe siły składowe Narodowych Sił Zbrojnych specjalnie zorganizowane, wyszkolone i wyposażone do prowadzenia i wsparcia operacji specjalnych”. Literatura posługuje się również definicją, że SOF to „stosunkowo niewielkie jednostki wojskowe, które wyszkolone są do prowadzenia rozpoznania, niekonwencjonalnych działań wojennych oraz operacji specjalnych” (NATO 2012). JWS stawiają głównie na jakość, dlatego, aby ją utrzymać, Dowództwo Operacji Specjalnych USA stworzyło tzw. „SOF Truth” czyli 5 zasad JWS (Alexander 2010):

1. Ludzie są ważniejsi niż sprzęt.
2. JWS nie są tworzone masowo.
3. Jakość jest lepsza niż ilość.
4. Wykwalifikowanych JW Specjalnych nie stworzy się w trakcie występowania zagrożenia.
5. Większość operacji wykonywanych przez JWS wymaga wsparcia sił konwencjonalnych.

Działania wojskowe przeprowadzane przez JWS wykonywane są za pomocą niestandardowych dla jednostek konwencjonalnych technik operacyjnych dla osiągnięcia

celów militarnych, gospodarczych, politycznych, informacyjnych czy psychologicznych. Doktryna NATO wyróżnia trzy podstawowe rodzaje zadań JWS (Wiśniewski i wsp. 2014; Jagodziński 2020; Romański 2020):

- Rozpoznanie Specjalne (ang. Special Reconnaissance) – pozyskiwanie informacji na temat zdolności militarnych, celów i działań przeciwnika.
- Akcje Bezpośrednie (ang. Direct Action) – krótkotrwałe akcje zbrojne oraz inne akcje ofensywne na małą skalę dla opanowania, zniszczenia, schwytania lub odzyskania m.in. celów na obszarach zabronionych.
- Wsparcie Militarne (ang. Military Support) – udzielana pomoc wojskom sojusznikom w czasie trwania kryzysu i wojny poprzez wsparcie militarne lub organizacyjne. Podczas pokoju wsparcie polega na szkoleniu wojsk sojuszników.

Zadania JWS charakteryzują się często m.in. transportowaniem ciężkich ładunków przez długi czas, wykonywaniem operacji, podczas których występują krótkie zrywy o wysokiej intensywności wysiłku fizycznego czy wspinaczką wraz z obciążeniem i noszeniem środków ochrony osobistej (Carlson i Jaenen 2012; Aharony i wsp. 2008; Sporiš i wsp. 2012). Dlatego od żołnierzy JWS wymaga się pracy na najwyższym poziomie, co wiąże się z jak najlepszym przygotowaniem fizycznym i psychicznym. Poziom przygotowania fizycznego i psychicznego jest wyższy niż poziom ludności cywilnej oraz zwykłego personelu taktycznego (m.in. żołnierze lub funkcjonariusze policji do zadań ogólnych) (Maupin i wsp. 2018; Cooper i wsp. 2020). Potrzeby energetyczne JWS także są wyższe niż u przeciętnego żołnierza, co wskazuje, że praca żołnierza JWS jest bardziej wymagająca. Wojskowa referencyjna dawka żywienia dla armii USA wynosi ok. 3248 kcal/dzień, natomiast badania wykazały, że podczas szkolenia elitarnych służb zapotrzebowanie energetyczne wynosi ok. 4204 kcal/dzień (Margolis, Crombie i wsp. 2014). W trakcie kursu na oficera piechoty United States Marines odnotowano wydatek energetyczny, który wyniósł 5401,4 kcal/dzień (Tharion, Lieberman i wsp. 2005). Dwóch norweskich komandosów, którzy przeszli 2928 km w 86 dni przez Grenlandię, uzyskali wydatek energetyczny na poziomie 5329,7 kcal/dzień. U tych samych komandosów zaobserwowano również wydatek energetyczny wynoszący 7098,3 kcal/dzień podczas wędrówki przez Ocean Arktyczny nad biegunem północnym (Tharion, Lieberman i wsp. 2005).

Wyższy poziom sprawności fizycznej oraz zdrowia psychicznego żołnierzy JWS wiąże się również ze zdrowszym trybem życia. Na te zachowania zdrowotne składają się: niższe spożycie alkoholu oraz wyrobów tytoniowych, wysoki poziom aktywności

fizycznej oraz odpowiednia ilość snu (Cooper i wsp. 2020; Nowak i wsp. 1997; Tomczak, J. Bertrandt, A. Kłos i B. Bertrandt 2014). Badanie przeprowadzone na kandydatach do Wojsk Specjalnych, którzy ukończyli etap górski selekcji, wykazało, że żołnierze powinni charakteryzować się lepszymi zdolnościami psychomotorycznymi (Paśko i wsp. 2022). Do analizy wykorzystano cztery testy komputerowe, służące do oceny czasu reakcji prostej, czasu reakcji z wyborem, koordynacji wzrokowo-ruchowej oraz orientacji przestrzennej. Kandydatów do Wojsk Specjalnych porównano ze sportowcami oraz grupą niesportowców. W każdym teście kandydaci do Wojsk Specjalnych uzyskali najlepszy czas motoryki, która jest składową szybkości reakcji niezbędnej podczas zadań bojowych (Paśko i wsp. 2022). Lepsze przygotowanie fizyczne oraz psychiczne żołnierzy JWS potwierdza również badanie, w którym przeprowadzono symulację walki (Tornero-Aguilera i wsp. 2017). Symulacja polegała na odbiciu jeńca z rąk przeciwnika w terenie zurbanizowanym. Podczas symulacji jednostki operacyjne miały do czynienia z uzbrojonymi siłami przeciwnika, ludnością cywilną oraz niezidentyfikowanymi siłami przyjaznymi ukrytymi w wiosce. W badaniu brały udział jednostki operacyjne, składające się z elitarnych i nieelitarnych żołnierzy. Wyniki pokazały, że żołnierze elitarni prezentowali wyższą siłę mięśniową, wyższe stężenie mleczanu we krwi oraz mieli niższe tętno zarówno przed jak i po symulacji walki (Tornero-Aguilera i wsp. 2017). Podobne porównanie hiszpańskich elitarnych i nieelitarnych żołnierzy zostało przedstawione w badaniach przeprowadzonych przez Sanchez-Sánchez-Molina i wsp. (2019a). Badanie wykazało, że elitarni żołnierze, pomimo wyższego poziomu mleczanu we krwi po wykonanej symulacji, wykonali misję pomyślnie i bez większego spadku wydajności.

Także trening żołnierzy JWS jest bardziej wymagający od treningu profesjonalnych sportowców. Pomimo wysokiego wykształcenia ponad 20% Operatorów amerykańskich JWS rocznie doznaje urazu podczas szkolenia. Większość z nich spowodowana jest urazem mięśniowo-szkieletowym, któremu można by było zapobiec poprzez odpowiednią identyfikację oraz korygowanie deficytu sił poszczególnych grup mięśniowych (Heebner i wsp. 2017). W tym celu JWS wprowadzają programy treningowe, które mają zmniejszyć ryzyko wystąpienia urazów. Szkoła Komandosów Gwardii Narodowej w Tunezji wprowadziła specjalny cykl szkoleniowy komandosów, który składa się z 14 cykli i każdy z nich trwa 14 tygodni. Badania przeprowadzone przez Dhahbi, Sellami i wsp. (2018) wykazały, że wprowadzony program szkoleniowy poprawił sprawność fizyczną u komandosów, co w efekcie może skutkować zmniejszeniem prawdopodobieństwa wystąpienia urazów. Podobnie ośmiotygodniowy program szkolenia wojskowego wprowadzony u irlandzkich sił zbrojnych pokazał, że u żołnierzy poprawiona została sprawność aerobowa oraz wybrane zdolności psycho-

motoryczne (Hickey i wsp. 2012).

Odpowiedzialność i trudy wykonywania zawodu żołnierza JWS są tak wysokie, że, aby nim zostać, trzeba przejść rygorystyczną rekrutację oraz szereg szkoleń (Hunt i wsp. 2013). Celem selekcji jest wyeliminowanie osób, które podczas sytuacji kryzysowej będą stanowić zagrożenie dla innych czy dla samych siebie (Romański 2020). Kandydaci, po zaliczeniu wstępnych testów sprawnościowych, predyspozycji językowych, inteligencji ogólnej i zdolności poznawczych, muszą przejść przez kolejny etap, polegający na wykonaniu zadań zbliżonych do warunków bojowych. Zadania sprawdzają u kandydatów sprawność fizyczną, umiejętność podejmowania decyzji w trudnych i stresowych warunkach, które mogą się przytrafić podczas przeprowadzania operacji wojskowej. W trakcie selekcji kandydaci mają do czynienia z wieloma stresorami takimi jak niepewność czy nieprzewidywalność (Farina, Thompson i wsp. 2019). Istotnym stresorem jest również deficyt kaloryczny, który występuje u kandydatów w trakcie selekcji oraz szkoleń (Margolis, Rood i wsp. 2013).

Proces selekcji i szkolenia żołnierzy na świecie jest zróżnicowany. Aby zostać żołnierzem australijskich JWS, należy odbyć 4-tygodniową selekcję. Pierwszym etapem selekcji jest marsz na dystansie 20 km oraz bieg na dystansie 3.2 km. Podczas marszu uczestnicy selekcji muszą pokonać dystans 20 km w czasie 3.15 h z obciążeniem 28 kg i bronią. Również podczas biegu kandydaci niosą broń i mają na sobie obciążenie 7 kg, a limit czasowy wynosi 16 minut (Hunt i wsp. 2013). Podczas selekcji do brytyjskich JWS SAS (Special Air Service) wszystkie testy wykonywane są z wyposażeniem, które waży około 13.6 kg, natomiast marszobieg na 48.2 km muszą pokonać z obciążeniem 40.8 kg w 7 godzin (Wang 2019). Selekcja do JWS armii USA trwa 24 dni. W jej trakcie kandydaci przechodzą proces oceny poziomu inteligencji, zręczności oraz zaradności. Rekruci są poddawani testom psychologicznym, sprawnościowym, pływackim, pokonują tory przeszkód, długie marsze z obciążeniem oraz sprawdzana jest umiejętność nawigacji lądowej (Carlson i Jaenen 2012). W trakcie selekcji podczas której dokonuje się oceny predyspozycji poznawczych i fizycznych u kandydatów, dobrowolnie rezygnuje z dalszego procesu rekrutacji aż 40% uczestników.

Najczęstszym z powodów rezygnacji, jak wskazują uczestnicy, jest niewystarczające przygotowanie fizyczne. Kluczowa jest również determinacja żołnierzy, aby wykonywali pracę na wysokiej intensywności przez dłuższy czas i w coraz cięższych warunkach. Predyktorami pomyślnego ukończenia selekcji do JWS jest zarówno sprawność fizyczna jak i czynniki psychologiczne związane z odpornością na warunki stresowe (Farina, Thompson i wsp. 2019; Bartone i wsp. 2008; Beal 2010). Po pomyślnym przejściu wszystkich etapów selekcji kandydaci stają przed komisją,

która podejmuje ostateczną decyzję o przyjęciu żołnierza do wstępnego szkolenia JWS (Beal 2010).

Program szkolenia wstępnego amerykańskiej jednostki specjalnej Navy SEALs charakteryzuje się treningiem fizycznym doprowadzającym do skrajnego wysiłku. Szkolenie trwa kilka miesięcy, podczas których żołnierze są poddawani maksymalnej aktywności fizycznej przy ograniczonym czasie snu i obciążeniu psychicznym. Żołnierze wykonują wysiłek fizyczny z całym wyposażeniem wojskowym m.in. kamizelką kuloodporną, bronią oraz plecakiem często ważącym 40% masy ciała żołnierza. Żołnierze muszą pokonać z całym ekwipunkiem nawet do 90 km w marszu i biegu (Aharony i wsp. 2008). Rekruci do australijskich JWS muszą odbyć szkolenie, które obejmuje okres 11 tygodni, składający się z 40 sesji po 50 godzin. Każda sesja składa się z marszów z plecakiem i bronią na dystansie do 12 km z prędkością 5-7 km/h, biegów na dystansie około 8 km, wspinaczki, pokonywania przeszkód, pływania, treningu obwodowego oraz zapasów (Pope, R. D. Herbert i wsp. 2000). Szkolenie US Army Ranger ma na celu zwiększenie zdolności planowania u żołnierzy i pracy w małych grupach pod ciągłą presją i w stresujących warunkach. Kurs trwa 62 dni i odbywa się w różnych warunkach otoczenia (las umiarkowany, pustynia, góry i bagna przybrzeżne). Podczas instruktazu terenowego występuje okres normalnego żywienia, natomiast w trakcie działań patrolowych kursanci otrzymują jeden posiłek dziennie i są na deficycie kalorycznym. Taki okres niedożywienia trwa od 7 do 10 dni (Nindl i wsp. 2007). Również szkolenie kanadyjskich żołnierzy JW Operacji Specjalnych (SOF - ang. Special Operations Forces) charakteryzuje się intensywnym wysiłkiem, który połączony jest z brakiem snu oraz czasu na regenerację. Od żołnierzy SOF oczekuje się efektywnego działania w małych niezależnych grupach, które mogą być narażone na brak wsparcia logistycznego przez dłuższy czas. Muszą być przygotowani do zmieniających się dynamicznie okoliczności i wymagań zadania. Wiąże się to z tym, że kandydaci na żołnierzy SOF muszą przejść wymagające procedury selekcji zanim uzyskają możliwość dalszych szkoleń specjalistycznych do SOF. Takie działania powodują, że żołnierze jednostek wojsk specjalnych są najbardziej sprawni z całej armii kraju (Carlson i Jaenen 2012).

### **1.3. Jednostka Wojskowa GROM**

Początki polskich JWS należy wskazać w okresie międzywojennym (1918-1939), gdy Polska odzyskała niepodległość i zaczęła odbudowywać swój naród gospodarczo i militarnie (Frąćik i wsp. 2020). 25 października 2006 r. powołano Dowództwo Wojsk Specjalnych, jednak 24 maja 2007 r. polskie wojska specjalne stały się oddzielnym

rodzajem sił zbrojnych, posiadającym własne dowództwo (Wiśniewski i wsp. 2014). Na tę chwilę do polskich służb specjalnych, odpowiadających za bezpieczeństwo kraju, należą: Jednostka Wojskowa Komandosów z Lublińca, Jednostka Wojskowa NIL, AGAT, FORMOZA, 7 Eskadra Działań Specjalnych oraz Jednostka Wojskowa GROM (Bielecka i Nowacki 2017).

W grudniu 2008 roku powołano Jednostkę Wsparcia Dowodzenia i Zabezpieczenia Wojsk Specjalnych NIL. Od 1 października 2011 roku jednostka ta funkcjonuje jako Jednostka Wojskowa NIL (JW NIL). Do głównych zadań JW NIL należy wsparcie informacyjne i dowodzenia, a także zabezpieczenie logistyczne i medyczne operacji przeprowadzanych przez inne jednostki specjalne na terenie kraju oraz za granicą. JW NIL prowadzi wsparcie w każdym środowisku zadań bojowych (Jagodziński 2020; Jagodziński 2019).

W 2011 r. powstała Jednostka Wojskowa AGAT (JW AGAT). JW AGAT powstała wskutek zmian strukturalnych Wydziału Specjalnego Oddziału Żandarmerii Wojskowej w Gliwicach i jest połączeniem Lekkiej Piechoty Spadochronowej oraz Piechoty Górskiej przeznaczonej do operacji specjalnych. Szczególnymi zadaniami JW AGAT jest przeprowadzanie bezpośrednich zadań w terenie, operacji zwalczających ataki partyzanckie i terrorystyczne, a także zabezpieczenie zagrożonych obiektów. Jednostka charakteryzuje się samodzielnym działaniem lub współpracą z zespołami innych JWS (Jagodziński 2019). Szczególną cechą wyróżniającą JW AGAT jest uzbrojenie w ciężki sprzęt bojowy, który nie występuje w innych jednostkach specjalnych (Bielecka i Nowacki 2019).

Kolejną jednostką specjalną, należącą do polskich służb, jest FORMOZA. Jest to Morski Zespół Bojowy Wojsk Specjalnych, który powstał w 1974 roku. Jednostka FORMOZA charakteryzuje się wykonywaniem zadań specjalnych na morzu oraz w środowisku przybrzeżnym. Jej działania mogą być samodzielne lub wspomagać i zabezpieczać operacje innych jednostek, organizacji lub instytucji (Bielecka i Nowacki 2019; Jagodziński 2020).

7 Eskadra Działań Specjalnych charakteryzuje się zabezpieczaniem operacji JWS. Jednostka powstała w 2010 roku i wykonuje działania zarówno w kraju jak i poza granicami państwa (Bielecka i Nowacki 2019). Do jej głównych działań można zaliczyć: transport oraz ewakuacja Operatorów zespołów JWS, transport zaopatrzenia dla zespołów wykonujących zadania bojowe, wsparcie ogniowe z powietrza Operatorów działających na lądzie i prowadzenie rozpoznania.

Swoje początki działania JW Komandosów z Lublińca można wskazać na 1961 rok, natomiast taką nazwę otrzymała w 2011 r. JW Komandosów ukierunkowana jest na wsparcie militarne sił lokalnych, specjalne rozpoznanie oraz działania specjalne.

Operacje specjalne wykonuje w środowisku lądowym oraz przybrzeżnym, natomiast głównie specjalizuje się na taktyce zielonej czyli w terenie nieurbanizowanym (Jagodziński 2020; Bielecka i Nowacki 2019).

Najbardziej wszechstronną polską jednostką specjalną jest Jednostka Wojskowa GROM (JW GROM – „Grupa Reagowania Operacyjno-Manewrowego”), którą sformowano w 1990 roku. Podlegała Ministerstwu Spraw Wewnętrznych, natomiast pod kontrolę Ministerstwa Obrony Narodowej (MON) przeszła w 1999 r. (Królikowski i wsp. 2020; Wiśniewski i wsp. 2014). Założycielem oraz pomysłodawcą JW GROM był gen. Sławomir Petelicki. Podczas tworzenia jednostki wykorzystano doświadczenie i wsparcie zagranicznych JWS, głównie JW Stanów Zjednoczonych Delta (ang. 1st Special Forces Operational Detachment-Delta) oraz JW Wielkiej Brytanii SAS (ang. Special Air Service) (Brochwicz i wsp. 2020). Na początku jednostka była kreowana jako jednostka antyterrorystyczna, do której należały głównie działania poza granicami państwa w sytuacjach kryzysowych (Wiśniewski i wsp. 2014).

Aktualnie obszar wykonywania zadań specjalnych przez JW GROM, obejmuje każde środowisko oraz zadania o najwyższym poziomie trudności przewidywania przebiegu operacji (Szurgot 2016). JW GROM poza trzema podstawowymi zadaniami (wsparcie militarne, akcje bezpośrednie i rozpoznanie specjalne) stawianymi siłom specjalnym, realizuje również takie zadania jak (Romański 2020):

- Kontrterroryzm (ang. Counterterrorism) – działania podejmowane w celu zapobiegania, odstraszania i reagowania na terroryzm.
- Ewakuacja z pola walki osób postronnych (ang. Non Combat Evacuation) – ewakuacja m.in. cywili znajdujących się na terenie objętym działaniami zbrojnymi.
- Działania niekonwencjonalne (ang. Unconventional Warfare) – m.in. prowadzenie działań partyzanckich, przeciwdywersyjnych czy wsparcie oddziałów, które są otoczone.
- Bojowe akcje ratowniczo-poszukiwawcze (ang. Combat Search and Rescue) – prowadzenie poszukiwań i ewakuacji żołnierzy znajdujących się na terytorium przeciwnika.

Warto zaznaczyć, że JW GROM, jako jedyna spośród polskich JWS, jest przygotowana do uwalniania zakładników z obiektów ruchomych, takich jak samochody, samoloty, pociągi naziemne oraz podziemne. Również jako jedyna jednostka jest odpowiednio wyposażona i wyszkolona do przeprowadzenia operacji uwalniania zakładników z obiektów pływających na morzu (Jagodziński 2020). Tak szeroki zakres

działań JW GROM wymaga od Operatora ponadprzeciętną sprawność fizyczną, wysoki poziom inteligencji (m.in. zdolność uczenia się, przystosowania i dobrej pamięci), kreatywność, dojrzałość osobowościową, wysoki poziom kompetencji społecznych, silną motywację do pełnienia służby oraz uczciwość (Romański 2020; Spulak Jr 2007). Wszystkie powyższe cechy pozwolą utrzymać na najwyższym poziomie założenia taktyczne oraz skutecznie wykonywać cele, jakie ma do zrealizowania Operator w trakcie operacji specjalnych.

JW GROM dysponuje trzema Zespołami Bojowymi oraz Zespołem Wsparcia Bojowego. Jeden Zespół Bojowy stacjonuje na półwyspie Westerplatte w Gdańsku, pozostałe dwa Zespoły Bojowe oraz Zespół Wsparcia Bojowego znajdują się w Warszawie, gdzie umieszczone są również koszary JW GROM (Romański 2020). Zespoły Bojowe JW GROM składają się z 6 osobowych zespołów, zawierających dowódcę, zastępcę dowódcy, specjalistę ds. łączności, sanitariusza, specjalistę ds. broni/materiałów wybuchowych tzw. brydżer (Romański 2020) oraz kierowcy (Vlahov 2019; Gut i Kręcikij 2020). Warto zaznaczyć, że każdy Operator z Zespołu Bojowego jest także szturmowcem (Romański 2020). Ewolucja szkolenia JW GROM doprowadziła do tego, że stała się ona jedną z najlepszych JWS na świecie. Złożyło się na to szereg czynników, wśród których do najważniejszych zaliczamy przeprowadzane szkolenie kadry przez instruktorów zagranicznych JWS oraz ciągła współpraca i przeprowadzane operacje bojowe z najlepszymi jednostkami specjalnymi świata. Oczywiście sama współpraca nie wystarczyłaby do osiągnięcia takiego statusu bez zaangażowania dowództwa i żołnierzy w rozwój jednostki. Mimo wszystko samo wyszkolenie i nabyte umiejętności mogą nie wystarczyć podczas operacji, dlatego kluczowa jest również wola walki i motywacja, która także determinuje poziom jednostki (Jadach i wsp. 2020).

Aby jednostka utrzymała miano jednej z najlepszej na świecie, musi wymagać od swoich żołnierzy odpowiednich cech. Romański (2020) w swojej rozprawie doktorskiej starał się określić cechy, którymi powinien charakteryzować się potencjalny żołnierz JW GROM. Według wszystkich Operatorów JW GROM, którzy wzięli udział w badaniu (50 Operatorów), kandydat poza wysoką sprawnością fizyczną, doświadczeniem i odpowiednim wiekiem powinien głównie posiadać takie cechy jak: umiejętność pracy w zespole, kreatywność, odporność na stres, wytrwałość w działaniu, umiejętność podejmowania decyzji, umiejętność odnajdywania się w określonych sytuacjach, stabilność emocjonalna, rozumienie innych. Dodatkowo większość Operatorów JW GROM uważa, że konieczna jest także znajomość języka obcego, umiejętność podejmowania ryzyka, cele życiowe, umiejętność organizowania działania, pewność siebie, szybkość spostrzegania, umiejętność analizowania problemów,

energia w działaniu oraz kontakt z innymi. Według szefa szkolenia oraz dowódcy JW GROM idealny kandydat na Operatora JW GROM głównie powinien wyróżniać się: wysokim poziomem sprawności fizycznej, silną psychiką, stabilnością emocjonalną (m.in. panowanie nad agresją), umiejętnością szybkiego uczenia się, szybkością przedstawienia się na nowe zadanie, podzielnością uwagi, opanowaniem, skupieniem się na wykonywanym zadaniu w trudnych warunkach. Ponadto do istotnych cech, które mogą pomóc kandydatowi na Operatora JW GROM ukończyć selekcję oraz kurs, zalicza się pracę w zespole, motywację, determinację, inteligencję ogólną, pasję, dbałość o kolegów i o sprzęt wykorzystywany w trakcie operacji (Romański 2020).

## 2. Cel pracy i pytania badawcze

### 2.1. Cel pracy

Głównym celem badań jest określenie profilu motorycznego i psychomotorycznego kandydata na Operatora Jednostek Wojsk Specjalnych na przykładzie JW GROM. Dodatkowo analizie poddane zostaną zmiany badanych zdolności motorycznych i psychomotorycznych na poszczególnych etapach szkolenia wojskowego. Stworzony profil motoryczny i psychomotoryczny wspomogą proces selekcji kandydatów poprzez określenie, jakimi cechami i na jakim poziomie powinien charakteryzować się kandydat na Operatora JW GROM, aby sprostał wymaganiom stawianym w trakcie szkolenia.

Warto zaznaczyć fakt, że według najlepszej wiedzy Autora są to pierwsze badania naukowe prowadzące do scharakteryzowania profilu motorycznego i psychomotorycznego żołnierzy JW GROM.

### 2.2. Pytania badawcze

1. Jaką budową i składem ciała charakteryzują się kandydaci na Operatora oraz Operatorzy Jednostek Wojsk Specjalnych?
2. Jakim profilem motorycznym i psychomotorycznym charakteryzują się kandydaci na Operatora oraz Operatorzy Jednostek Wojsk Specjalnych?
3. Jak zmienia się profil motoryczny i psychomotoryczny kandydatów na Operatora Jednostek Wojsk Specjalnych na różnych etapach szkolenia wojskowego?
4. Które ze zdolności motorycznych są zdolnościami wiodącymi w profilu motorycznym kandydata na Operatora i Operatora Jednostek Wojsk Specjalnych?
5. Jakie wartości aplikacyjne posiada przeprowadzone badanie?

## **3. Materiał i metody badań**

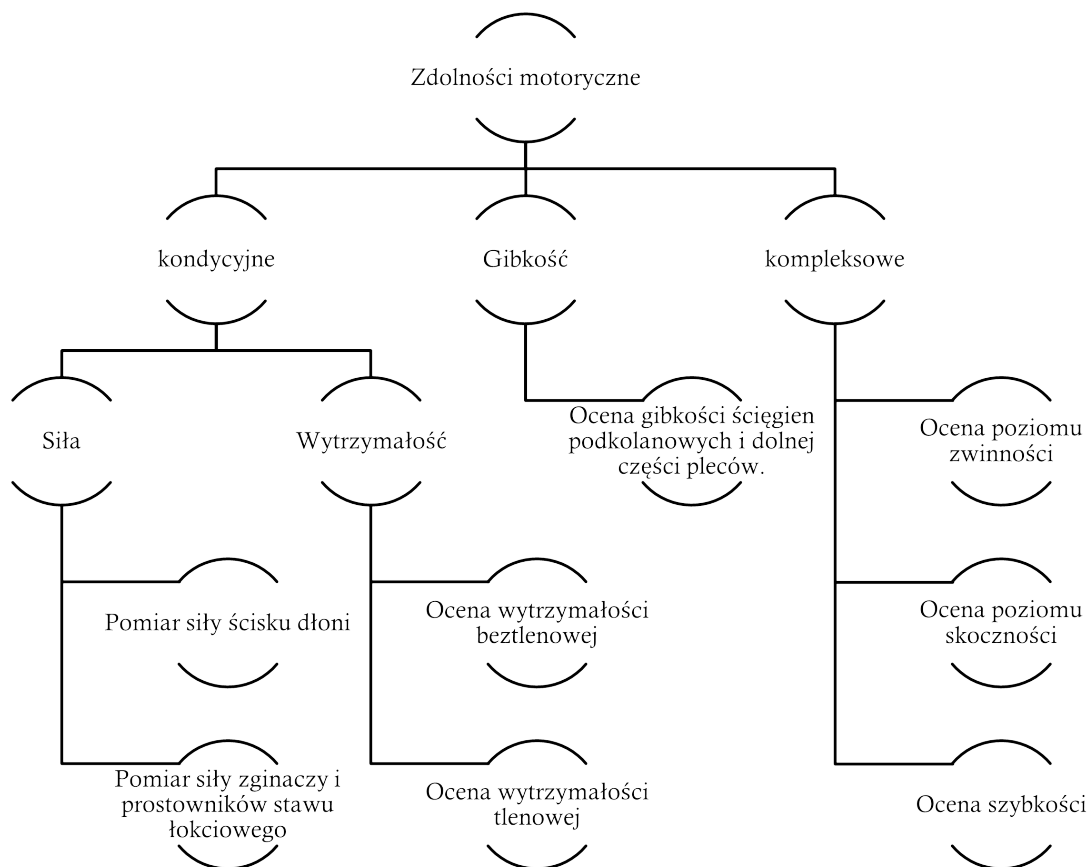
### **3.1. Charakterystyka grupy badanej**

Badaniami objęto 82 kandydatów i żołnierzy polskich JWS na różnym etapie rekrutacji w wieku  $29,98 \pm 4,15$  lat. Kandydaci i żołnierze zostali podzieleni na trzy grupy: Selekcja ( $n=38$ ) w wieku  $27,63 \pm 2,74$ , KDS ( $n=32$ ) w wieku  $30,63 \pm 2,99$  oraz Operatorzy polskich JW Specjalnych ( $n=12$ ) w wieku  $35,67 \pm 4,69$ . Grupa Selekcji składa się z osób, które ukończyły drugi etap selekcji. Osoby, które przeszły wszystkie etapy selekcji i ukończyły Kurs Działań Specjalnych (KDS) należą do grupy KDS. Do grupy Operatorów należą osoby, które ukończyły wszystkie etapy selekcji, szkolenia oraz są przydzieleni do Zespołu Bojowego JW GROM. Wszyscy z badanych wyrazili zgodę na udział w testach oraz nie mieli przeciwwskazań lekarskich do podejmowania wysiłku fizycznego o maksymalnym obciążeniu.

Badania mają charakter porównawczy, w których nie dokonuje się manipulacji warunkami badawczymi, stąd też nie wprowadzono grupy kontrolnej. Dodatkowo są to badania przekrojowe i realizowane są w ramach umowy o współpracy pomiędzy Uniwersytetem Rzeszowskim a JW GROM. Badania zostały pozytywnie zaopiniowane przez Komisję Bioetyczną Uniwersytetu Rzeszowskiego uwzględniając wszystkie przeprowadzone próby motoryczne i psychomotoryczne (Uchwała nr 3/01/2021).

### **3.2. Metody oceny sprawności motorycznej i psychomotorycznej**

Badania zostały przeprowadzone w Pracowni Diagnostyki w Treningu Sportowym i Zdrowotnym, Instytucie Nauk o Kulturze Fizycznej oraz Uniwersyteckim Centrum Lekkoatletycznym, Ośrodku Badań Innowacyjnych w Sporcie na Uniwersytecie Rzeszowskim. Pomiar poziomu sprawności motorycznej (Rysunek 1) i psychomotorycznej (Rysunek 2) kandydatów do JWS na różnym etapie rekrutacji polegał na przeprowadzeniu szeregu testów sprawnościowych. Pomiarzy zostały podzielone na dwa dni, aby do każdego testu badani podeszli w pełni wypoczęci (Tabela 1). Przed każdym testem uczestnicy zostali zaznajomieni z procedurami badania.



Rycina 1: Ocena sprawności motorycznej



Rycina 2: Ocena sprawności psychomotorycznej

Tabela 1: Kolejność wykonywania pomiarów

1 dzień	2 dzień
1. Pomiar wysokości ciała, masy ciała i jej komponentów	1. Ocena zdolności psychomotorycznych
2. Ocena siły kończyn górnych	2. Ocena poziomu gibkości
4. Ocena zdolności beztlenowych	3. Ocena zdolności tlenowych
5. Przerwa (2 h)	
6. Ocena szybkości	
7. Ocena zwinności	

### 3.2.1 Pomiary antropometryczne

Pierwszym etapem badań był pomiar wysokości ciała przy użyciu wzrostomierza, pomiar masy ciała i jej komponentów za pomocą bioimpedancji elektrycznej przy użyciu wagi Tanita Body Composition Analyzer, typ: DC 430 S MA. Analizator składu ciała Tanita posiada dwa tryby pomiaru („standard” oraz „sportowiec”). Aby wykonane pomiary były jak najbardziej dokładne należy wybrać tryb wykorzystujący odpowiednie wzory obliczeniowe. Tryb „sportowiec” stosujemy gdy spełnimy wszystkie warunki (*Tanita* 2022):

- minimum 10 godzin intensywnego wysiłku fizycznego w tygodniu,
- minimum 6 miesięcy konsekwentnego przeprowadzania treningów,
- tętno spoczynkowe poniżej 60bpm.

W pomiarach kandydatów na Operatora oraz Operatorów JW GROM zastosowano tryb „sportowiec”, ponieważ zostały spełnione wszystkie trzy warunki.

### 3.2.2 Siła kończyn górnych

Do oceny siły kończyn górnych wykorzystano dwa pomiary:

- Pomiar siły zginaczy i prostowników stawu łokciowego, który został przeprowadzony za pomocą dynamometrycznej metody pomiaru momentów sił. Testy były wykonywane osobno dla lewej oraz prawej ręki. Podczas pomiarów ramię było ustawione na modlitewniku tak aby występował kąt prosty w stawie łokciowym. Takie samo ustawienie stawu łokciowego występowało w trakcie pomiaru siły zginaczy i prostowników. Czujnik dynamometryczny był przytworzony do drabinki gimnastycznej, równoległe do podłoża. Po prawidłowym ustawieniu ramienia badany miał za zadanie wykonać wyprost (pomiar

prostowników) lub zgięcie (pomiar zginaczy) w stawie łokciowym. Długość mięśnia nie zmieniała się podczas trwania całego testu gdyż był to pomiar izometryczny. Każdy pomiar był wykonywany w płaszczyźnie strzałkowej i trwał 5 sekund.

- Pomiar ścisku dłoni, do którego wykorzystano cyfrowy dynamometr ręczny. Pomiar był przeprowadzony w pozycji siedzącej, ramię było oparte o udo, natomiast w stawie łokciowym występował kąt prosty. Pomiar polegał na wykonaniu maksymalnego ścisku dynamometru dla lewej oraz prawej dłoni. Badany wykonywał trzy próby i do analizy brano najlepszy uzyskany wynik.

### 3.2.3 Skoczność i moc kończyn dolnych

Ocena poziomu skoczności została przeprowadzona za pomocą optycznego systemu pomiarowego Optojump NEXT. Badanie polegało na wykonaniu trzech testów składających się z:

- SJ – skok Squat Jump polegał na wykonaniu wyskoku z półprzysiadu, gdzie kąt w stawie kolanowym wynosi 90 stopni, natomiast ramiona ułożone są na biodrach.
- CMJ z zamachem – skok Counter Movement Jump z zamachem rozpoczynał się z pozycji stojącej i polegała na wykonaniu wyskoku w pionie z zamachem kończyn górnych.
- CMJ bez zamachu – skok Counter Movement Jump bez zamachu wykonywany był z kończynami górnymi ułożonymi na biodrach.

Każdy badany wykonywał 3 wyskoki w każdej próbie i pod uwagę brano najlepszy rezultat. Moc maksymalną obliczano za pomocą formuły Sayersa:

$$\text{PAPw (W)} = 60.7 \cdot \text{wysokość wyskoku (cm)} + 45.3 \cdot \text{masa ciała (kg)} - 2055$$

### 3.2.4 Zdolności tlenowe i beztlenowe

- Pomiar zdolności tlenowych przeprowadzono za pomocą 20-metrowego biegu wahadłowego (Shuttle Run Test). Początkowa prędkość wynosiła 8,5 km/h i narastała o 0,5 km/h co minutę. Dzięki aplikacji komputerowej „Beep Test ver.4\_1” tempo biegu było nadawane przez sygnał dźwiękowy. Test odbywał się do odmowy przez badanego dalszego wysiłku z powodu zmęczenia lub gdy badany nie był w stanie utrzymać wskazanego przez sygnał dźwiękowy

tempa biegu. W trakcie testu wykorzystano został przenośny analizator gazów oddechowych COSMED K5. Analizator służył do pomiarów parametrów metabolicznych takich jak: VE – wentylacja minutowa (l/min) oraz  $VO_2$  – pochłanianie tlenu na kilogram masy ciała (ml/min/kg). Obserwacja częstości akcji serca HR (heart rate) została przeprowadzona za pomocą pulsometru firmy Garmin, który jest kompatybilny z analizatorem COSMED K5. Uzyskane  $VO_{2max}$  uznawano, gdy badany osiągnął dowolne dwa kryteria:

1. wyczerpania i braku możliwości dalszej pracy,
  2. osiągnięcia wartości współczynnika wymiany oddechowej (RER) na poziomie 1.10 lub większym,
  3. wzrostu intensywności obciążenia bez zmiany  $VO_2$ ,
  4. osiągnięcia co najmniej 90% przewidywanego  $HR_{max}$ . Przewidywanie  $HR_{max}$  obliczano ze wzoru  $HR_{max}=220$ -wiek badanego w latach.
- Do oceny zdolności beztlenowych wykorzystano test Wingate, wykorzystując ergometr rowerowy Cyclus2. Test polegał na wykonaniu wysiłku o jak największej intensywności w czasie 30 sekund. Opór zewnętrzny był dobierany indywidualnie dla każdego uczestnika badania, który wynosił 8,5% masy ciała badanego. Podczas pomiarów brano pod uwagę moc maksymalną względną i bezwzględną, moc średnią, moc minimalną, indeks spadku mocy W/s oraz wskaźnik zmęczenia.

### 3.2.5 Gibkość

W celu oceny poziomu gibkości wykonano test „siąść i dosięgnąć” (z ang. sit and reach). Badany był ustawiony w siadzie prostym przy skrzyni, na której znajduje się skala pomiarowa. Pomiar rozpoczynał się od punktu zero, który znajdował się 23 cm przed stopami. Zadaniem badanego było przesunięcie przedziałki końcami palców jak najdalej w przód, nie uginając przy tym kolan. Ruch miał być płynny, bez gwałtownych zerwań. Wynik był zapisywany jako odległość od punktu zero do najdalszej osiągniętej pozycji końcami palców przez uczestnika. Badany miał dwie próby i zapisywano najlepszy rezultat, który był zapisywany z dokładnością do 1 cm.

### **3.2.6 Zwinność**

Poziom zwinności był oceniany za pomocą testu T-test Agility, który polega na wykonywaniu przyśpieszenia, hamowania i szybkiej zmiany kierunku biegu. Zawodnik rozpoczyna bieg na odcinku 10 m wzdłuż linii środkowej i dotyka prawą dłonią podstawy pachołka. Następnie porusza się krokiem odstawno-dostawnym 5 metrów w lewą stronę, gdzie dotykając podstawy pachołka zmienia kierunek i krokiem odstawno-dostawnym pokonuje w prawo 10 m do kolejnego pachołka. Po dotarciu do prawego pachołka ponownie następuje zmiana kierunku poruszania się krokiem odstawno-dostawnym na 5 m do środkowego pachołka. Ostatni etap po dotknięciu podstawy środkowego pachołka lewą ręką polega na biegu tyłem 10 metrów do linii mety gdzie jest zatrzymywany czas. Czas był mierzony i zatrzymywany przez elektroniczny pomiar czasu Microgate z dokładnością 0,01 s. Badany miał dwie próby, a do analizy brano pod uwagę najlepszy rezultat.

### **3.2.7 Szybkość**

Pomiar zdolności szybkościowych polegał na sprincie na odcinku 30 metrów, a pomiar czasu przeprowadzono na 10, 20 i 30 metrze. Badany przystępował do testu po wykonanej rozgrzewce i był w pełni wypoczęty. Test rozpoczynał się ze startu zatrzymanego i uczestnik sam decydował o rozpoczęciu biegu. Pomiar czasu był przeprowadzony za pomocą elektronicznego urządzenia pomiarowego Microgate z dokładnością do 0,01 s. Uczestnik badania wykonywał dwie próby i analizowano krótszy czas.

### **3.2.8 Zdolności psychomotoryczne**

Do oceny zdolności psychomotorycznych wykorzystano komputerowe testy systemu Test2Drive firmy ALTA Sp. z o.o. Każdy test był poprzedzony fazą ćwiczeń, aby badany zaznajomił się z zasadą działania. Wykorzystano sześć testów psychomotorycznych:

- SIRT (ang. Simple Reaction Time Test) – Test mierzący szybkość reakcji prostej. Pomiar polegał na ocenie szybkości odpowiedzi i jej stabilności. Zadaniem uczestnika było kliknięcie niebieskiego pola po zapaleniu się czerwonego punktu. Podczas każdego pomiaru mierzony był czas reakcji oraz czas motoryki. Każdy pomiar rozpoczynał się od pola „START”.

- CHORT (ang. Choise Reaction Time Test) – Test szybkości reakcji z wyborem. Podczas pomiaru dokonana została ocena szybkości i adekwatności reakcji w złożonej sytuacji. Celem badanego była odpowiedź na bodźce w postaci linii pionowych lub poziomych, natomiast podczas pojawienia się linii ukośnych badany miał pozostać bez reakcji. Pomiar obejmował czas reakcji, czas motoryki oraz błędne odpowiedzi. Każdy pomiar rozpoczynał się na polu „START”.
- HECOR (ang. Hand-eye Coordination Test) – Test oceniający koordynację wzrokowo-ruchową. Polegał na ocenie czasu potrzebnego na analizę i zainicjowanie ruchu oraz jego prędkość. Test rozpoczynał się z pola „START” i zadaniem uczestnika było wybranie pola niebieskiego, które odpowiadało polu czerwonemu.
- SPANT (ang. Spatial Anticipation Test) – Test dwuwymiarowy oceniający koordynację wzrokowo-ruchową z wykorzystanej informacji przestrzennej. Zadaniem badanego było wybranie niebieskiego pola, które krzyżowało dwa wyświetlone pola czerwone. Czerwone punkty pojawiały się poziomo u góry ekranu i pionowo po lewej lub prawej stronie ekranu. Test brał pod uwagę czas reakcji, motoryki oraz odpowiedzi błędne.
- PUT (ang. Pop-up Test) – Test polegający na diagnozie funkcjonowania uwagi wzrokowej. Zadaniem uczestnika badania było spostrzeżenie i identyfikacja istotnych obiektów w polu widzenia. Badany miał na celu wybrać pionowy czarny trójkąt spośród reszty lub wybrać przycisk „BRAK” w przypadku braku jego występowania. Podczas testu brano pod uwagę szybkość reakcji (PUT n oraz PUT k) oraz błędne odpowiedzi. PUT n dotyczy szybkości reakcji na istniejącą figurę, na którą reagujemy, natomiast PUT k oznacza szybkość reakcji na brak figury o wskazanej charakterystyce i wyborze przycisku „BRAK”.
- PAMT (ang. Perception Anticipation Movement Test) – Test antycypacji, polegający na ocenie przewidywaniu ruchu w złożonej i dynamicznej sytuacji. Podczas testu brano pod uwagę również błędne decyzje.

### 3.3. Etapy selekcji i szkolenia w Jednostkach Wojsk Specjalnych

Aby zostać Operatorem w Grupie Reagowania Operacyjno-Manewrowego należy przejść szereg etapów selekcji i szkoleń trwających w sumie około czterech lat. Etapy selekcji możemy podzielić na:

1. złożenie aplikacji przez kandydata,
2. testy sprawnościowe,
3. testy psychologiczne oraz kwalifikacyjna rozmowa z psychologiem,
4. etap górski,
5. badania lekarskie oraz testy biomechaniczne i sprawnościowe na Uniwersytecie Rzeszowskim.

Pierwszym etapem selekcji jest wybór kandydata z odpowiednimi cechami psychofizycznymi według profilu żołnierza jednostki. Podczas selekcji eliminowane są osoby, które nie zaliczą pozytywnie określonych testów oraz wykazują cechy nieodpowiednie w siłach specjalnych. Do podstawowych wymagań dla kandydatów zalicza się obywatelstwo polskie, niekaralność, zgodę na udział w testach sprawnościowych, zaświadczenie od lekarza o braku przeciwwskazań do intensywnego wysiłku fizycznego. Jednostka wojskowa prowadzi nabór spośród żołnierzy służby czynnej, rezerwy oraz funkcjonariuszy innych służb mundurowych. Kandydat musi posiadać przynajmniej dwuletni staż służby. Po pozytywnym rozpatrzeniu aplikacji kandydat przystępuje do testów sprawnościowych, które składają się z:

- pływania stylem dowolnym na dystansie 200 m (w czasie poniżej 4 min),
- pływania pod wodą (minimum 25 m),
- skoku do wody z wieży,
- podciągania na drążku (minimum 18 powtórzeń),
- biegu na 100 m (w czasie poniżej 14 s),
- biegu na 3000 m (w czasie poniżej 12 min),
- uginania ramion na poręczach (minimum 25 powtórzeń),
- wejścia na linę 6 m dowolną techniką (w czasie poniżej 10 sek),

- skoku w dal z miejsca (minimum 2,2 m),
- skłonu tułowia z leżenia tyłem w czasie dwóch minut (minimum 18 powtórzeń),
- rzutu piłką lekarską o masie 4 kg w tył z miejsca (minimum 7 m),
- przysiadów z piłką lekarską o masie 4 kg odbijaną o ścianę w czasie jednej minuty (minimum 40 powtórzeń),
- przejścia przez ścianę (wysokość 1,5 m) w czasie trzech minut. Zadaniem kandydata jest wykonanie ugięcia ramion w podporze przodem, następnie przerzut piłki lekarskiej o masie 6 kg i przejście przez ścianę na drugą stronę (minimum 22 powtórzenia).

Dodatkowo ocenie poddawana jest walka wręcz. Zadaniem walki wręcz była ocena przede wszystkim woli walki, a nie umiejętności techniczne. Osoby, które uzyskają najwyższe wyniki w wybranych konkurencjach, przechodzą do dalszego etapu rekrutacji. Po zaliczeniu testów sprawnościowych kolejnym etapem selekcji są testy psychologiczne oraz kwalifikacyjna rozmowa z psychologiem. Podczas badań psychologicznych głównymi obszarami są funkcje poznawcze, radzenie sobie ze stresem, intelekt, cechy osobowości i temperamentu oraz zdolności interpersonalne i społeczne. Należy podkreślić, że obserwacja kandydatów przez psychologa trwa podczas wszystkich etapów selekcji. Stosowane testy oraz metodyka badań jest modyfikowana tak, aby kandydaci na kolejnej selekcji nie mogli przygotować się do konkretnego testu psychologicznego. Ponadto przeprowadzany jest wywiad, który ma na celu zweryfikować prawdopodobność u kandydatów (Romański 2020).

Następnym etapem selekcji jest etap górski. Jest to psychofizyczny sprawdzian terenowy, który trwa około 5 dni. Podczas tego etapu kandydaci są poddawani dużemu obciążeniu psychicznemu oraz fizycznemu. W trakcie etapu górskiego prowadzona jest obserwacja psychologiczna, której zadaniem jest ocena zachowań kandydatów podczas zadań indywidualnych oraz funkcjonowanie w grupie w warunkach stresowych i pod wpływem ciągłego zmęczenia. Do zadań, z którymi muszą zmierzyć się kandydaci podczas sprawdzianu terenowego, zaliczamy głównie orientację w terenie, sztukę przetrwania oraz długotrwałe marsze. Dodatkowo kandydaci poddawani są zadaniom indywidualnym (np. sprawdzanie pamięci) pod presją czasu, gdy są wyczerpani fizycznie oraz psychicznie. Szczegółowe zadania stawiane podczas etapu górskiego nie są podawane do informacji publicznej i każda selekcja charakteryzuje się niepowtarzalnymi scenariuszami. Ma to na celu stworzyć warunki takie, aby kandydat wykazał się świadomym działaniem, kreatywnością czy podejmowaniem decyzji podczas zmęczenia, a nie działał według schematów. Również poprzez taką

specyfikę selekcji, sprawdzana jest motywacja racjonalna, która świadczy o dojrzałości i znajomości siebie. Kandydat może zrezygnować w każdej chwili etapu górskiego lub może zostać zdyskwalifikowany przez instruktorów, psychologów lub lekarzy. O szczegółach kandydaci informowani są przez instruktorów po zaliczonych testach i rozmowie psychologicznej (Romański 2020).

Po przejściu etapu górskiego, kandydaci poddani są badaniom lekarskim (Med-screen) składającymi się m.in. z wizytu u laryngologa, stomatologa, okulisty, kardiologa, pełnej morfologii oraz densytometrii. Podczas trwania tego etapu kandydaci przechodzą również szereg badań biomechanicznych oraz sprawnościowych na Uniwersytecie Rzeszowskim. Dokładny opis tych badań znajduje się w podrozdziale *Metodyka badań*.

Zaliczenie wszystkich etapów selekcji i pozytywne rozpatrzenie kandydata przez instruktorów wiąże się z zakwalifikowaniem kandydata do kursu bazowego, który składa się z:

- Kursu Działań Specjalnych (KDS),
- Kursu Podstawowego (KP).

KDS trwa około 8 miesięcy i podczas niego kandydaci nabywają umiejętności działań taktycznych i ogniowych oraz są przygotowywani do wspierania i zabezpieczania operacji zespołów bojowych. KP trwa od 8 do 10 miesięcy. Podczas niego uczestnicy zdobywają umiejętności związane z wykonywaniem operacji uwalniania zakładników. Zaliczenie tych dwóch kursów wiąże się z uzyskaniem odznaki Cichociemny. W trakcie trwania kursów uczestnicy przechodzą szkolenie spadochronowe, medyczne, SERE (Przetrwanie, Unikanie, Opór, Ewakuacja ang. Survival, Evasion, Resistance, Escape), pirotechniczne, strzeleckie w każdym środowisku oraz pierwszy stopień kursu linowego (Korsak 2019). Szczegółowa charakterystyka kursów jest tajna, natomiast uważa się, że wymagania stawiane podczas etapu górskiego to dopiero namiastka tego, z czym kandydat będzie miał do czynienia podczas KDS i KP. Instruktorzy podkreślają również, że selekcja w JW GROM nigdy się nie kończy (Romański 2020). Po ukończeniu kursu bazowego żołnierz otrzymuje odznakę Cichociemny.

Ostatnim etapem szkolenia, aby zostać Operatorem JWS, jest przydział do Zespołu bojowego. Polega on na ukończeniu kursu w zależności od przydzielonej lub wybranej specjalności. Wyróżniamy kursy takie jak: specjalista ds. łączności, kierowca, snajper, saper, nurek bojowy, specjalista ds. materiałów wybuchowych, drugi i trzeci stopień kursu liniowego.

## 6.4. Metody statystyczne

Do analizy statystycznej zebranego materiału wykorzystano program Statistica 13.3 (StatSoft, Tulsa, USA) oraz środowisko programistyczne GNU R. Pierwszym krokiem analizy było wyliczenie podstawowych statystyk opisowych, które wykorzystano w tabelach mających na celu ocenę wybranych zdolności motorycznych i psychomotorycznych badanych grup. W skład analizowanych miar statystycznych wchodzi: liczebność ( $n$ ), średnia arytmetyczna ( $\bar{x}$ ), odchylenie standardowe ( $sd$ ), mediana ( $Me$ ), wartość minimalna ( $min$ ), wartość maksymalna ( $max$ ), kwartył pierwszy ( $Q1$ ), kwartył trzeci ( $Q3$ ) oraz współczynnik zmienności ( $V$ ).

Ponadto przeprowadzona została weryfikacja rozkładu normalnego zmiennych wykorzystując test Shapiro-Wilka. W celu określenia istotnych statystycznie różnic pomiędzy poszczególnymi grupami (Selekcja, KDS oraz Operatorzy) wykorzystano test Kruskala-Wallisa, gdy charakter zmiennej odbiegał od rozkładu normalnego lub test ANOVA gdy zmienna charakteryzowała się rozkładem normalnym. Przeprowadzona została również analiza post-hoc z wykorzystaniem testu Tukey'a lub nieparametrycznego testu porównań wielokrotnych (w zależności od charakteru rozkładu). Dodatkowo, wykorzystując program R i386 4.1.2 oraz RStudio, wykonano wykresy radarowe, prezentujące profil motoryczny, psychomotoryczny oraz budowy i składu ciała dla każdej badanej grupy. Pierwszym krokiem stworzenia wykresów radarowych była normalizacja wyników w bazie danych. Następnie w RStudio obliczono średnią dla każdej zmiennej oraz wartości zlogarytmowano logarytmem o podstawie dziesiętnej.

## 4. Wyniki badań

### 4.1 Analiza budowy i składu ciała

Przeprowadzona analiza budowy i składu ciała obejmowała ocenę wysokości ciała, masy ciała, wskaźnika BMI, procentowej zawartości tkanki tłuszczowej w organizmie (FAT %), zawartości tkanki tłuszczowej w kilogramach (FAT kg), beztłuszczową masę ciała oraz zawartość wody w organizmie.

Tabela 2 przedstawia podstawowe miary statystyczne wysokości ciała dla poszczególnych grup. Analiza wykazała, że średnia wysokość ciała jest najwyższa w grupie Selekcji (182,19 cm). W grupie Selekcji znajduje się również najwyższa (192,20 cm) oraz najniższa (171,00 cm) osoba badana. Taka rozbieżność przyczynia się do najwyższego współczynnika zmienności (2,66%). Natomiast grupa Operatorów charakteryzuje się najniższą średnią wysokością ciała (179,14 cm) oraz ma najniższy współczynnik zmienności (1,78%). Różnice pomiędzy badanymi grupami nie wykazały istotnych statystycznie różnic ( $p=0,1040$ ).

Tabela 2: Charakterystyka liczbowa dla wysokości ciała badanych grup

Grupa	Wysokość ciała (cm)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	182,19	182,25	171,00	192,20	179,00	185,00	4,84	2,66	0,1040
KDS	181,69	181,15	174,50	189,00	178,25	184,20	3,91	2,15	
Operatorzy	179,14	179,50	174,50	184,60	176,70	181,00	3,18	1,78	
Razem	181,55	181,30	171,00	192,20	178,40	184,40	4,36	2,40	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Z przeprowadzonej analizy masy ciała (tabela 3) wynika, że najwyższą średnią masą ciała cechuje się grupa Selekcji i wynosi ona 84,44 kg. Jednak osoba z najwyższą wartością masą ciała (102,30 kg) znajduje się w grupie Operatorów. Najniższa średnia masa ciała występuje w grupie KDS (83,40 kg), natomiast najniższą medianą charakteryzuje się grupa Operatorów (80,90 kg). Również 25% Operatorów ma masę ciała nie większą niż 77,25 kg, co daje najniższą wartość pierwszego kwartyla. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy poszczególnymi grupami ( $p=0,8041$ ).

Tabela 3: Charakterystyka liczbowa dla masy ciała badanych grup

Grupa	Masa ciała (kg)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	84,44	84,75	69,80	99,30	80,10	87,70	6,51	7,72	0,8041
KDS	83,40	82,45	71,80	96,80	79,20	88,10	6,07	7,28	
Operatorzy	83,58	80,90	72,60	102,30	77,25	88,60	9,18	10,98	
Razem	83,91	82,70	69,80	102,30	79,60	87,80	6,72	8,01	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Średnia wartość wskaźnika BMI w każdej z grup była na podobnym poziomie, a średnia wszystkich osób badanych wynosiła 25,43 (tabela 4), natomiast mediana wynosi 25,25. Najmniejszym rozproszeniem wyników charakteryzowała się grupa Selekcji (V=5,92%). Najwyższy współczynnik zmienności występuje w grupie Operatorów o wartości 9,78 %. Najwyższy wskaźnik BMI zaobserwowano w grupie Operatorów, który był na poziomie 30,90. Z kolei najniższy wskaźnik BMI wystąpił w grupie Selekcji (22,60). Analiza nie wykazała istotnych statystycznie różnic (p=0,9797).

Tabela 4: Charakterystyka liczbowa dla wskaźnika masy ciała badanych grup

Grupa	Wskaźnik masy ciała - BMI ( $\frac{kg}{m^2}$ )								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	25,40	25,25	22,50	28,70	24,30	26,30	1,50	5,92	0,9797
KDS	25,26	25,60	22,60	28,10	23,80	26,70	1,68	6,64	
Operatorzy	25,94	25,05	23,40	30,90	24,25	27,50	2,54	9,78	
Razem	25,43	25,25	22,50	30,90	24,00	26,60	1,74	6,85	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Analiza procentowej zawartości tkanki tłuszczowej w organizmie (tabela 5) wykazała, że Operatorzy charakteryzują się najwyższą średnią FAT (12,32%). Również wartość minimalna (8,6%) oraz maksymalna (18,7%) były najwyższe spośród wszystkich analizowanych grup. Z kolei grupa Selekcji posiadała najniższą średnią wartość FAT, która była równa 10,93% oraz najniższą wartość minimalną (6,7%). Dodatkowo 25% osób w grupie KDS nie przekroczyła 10,10% FAT i jest to najwyższy pierwszy kwartył spośród badanych grup. Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic (p=0,0115).

Tabela 5: Charakterystyka liczbowa dla procentowej zawartości tkanki tłuszczowej badanych grup

Procentowa zawartość tkanki tłuszczowej - FAT (%)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	10,93	10,65	6,70	16,70	9,60	12,40	2,32	21,20	0,1786
KDS	11,69	11,80	7,50	15,40	10,10	13,50	2,25	19,26	
Operatorzy	12,32	11,75	8,60	18,70	9,60	14,40	3,23	26,26	
Razem	11,43	11,40	6,70	18,70	9,80	13,30	2,46	21,56	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

W tabeli 6 przedstawiono analizę zawartości tkanki tłuszczowej w kilogramach. Najwyższą średnią wartość FAT (kg) zaobserwowano w grupie Operatorów (10,48 kg). Najmniejszą średnią wartość FAT w kilogramach występuje w grupie Selekcji (9,29 kg). Najwyższa zaobserwowana tkanka tłuszczowa została w grupie Operatorów i wynosi 19,10 kg, natomiast najniższa w grupie Selekcji, która jest równa 5,4 kg. Aczkolwiek najniższą wartością kwartyła pierwszego charakteryzują się Operatorzy (7,55%). Grupa KDS cechuje się najniższym współczynnikiem zmienności (23,78%). Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w badanych grupach ( $p=0,5680$ ).

Tabela 6: Charakterystyka liczbowa dla zawartości tkanki tłuszczowej badanych grup

Zawartość tkanki tłuszczowej - FAT (kg)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	9,29	9,35	5,40	15,10	7,60	10,90	2,34	25,20	0,5680
KDS	9,81	9,75	6,00	14,20	7,80	11,15	2,33	23,78	
Operatorzy	10,48	9,85	6,20	19,10	7,55	11,40	3,82	36,48	
Razem	9,67	9,50	5,40	19,10	7,60	11,20	2,60	26,86	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Najniższą średnią zawartość beztłuszczowej masy ciała (FFM) zaobserwowana została u Operatorów i wynosi 73,10 kg (tabela 7). Jednak w grupie KDS odnotowano najniższą wartość FFM (61,90 kg). Najwyższą wartością FFM cechuje się grupa Selekcji, która równa się 75,15 kg. Także najwyższą beztłuszczową masę ciała odnotowana jest w grupie Selekcji (86,80 kg). W przypadku zróżnicowania najmniejszym współczynnikiem zmienności charakteryzuje się grupa KDS (6,37%), natomiast największym Operatorzy (8,45%). Nie wykazano istotności statystycznej różnic pomiędzy grupami ( $p=0,3390$ ).

Tabela 7: Charakterystyka liczbowa dla beztłuszczowej masy ciała (ang. Fat Free Mass) badanych grup

Beztłuszczowa masa ciała - FFM (kg)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	75,15	75,35	64,20	86,80	71,70	78,90	5,40	7,18	0,3390
KDS	73,59	72,75	61,90	82,60	71,70	77,00	4,69	6,37	
Operatorzy	73,10	72,15	65,30	83,30	68,50	76,95	6,18	8,45	
Razem	74,24	73,35	61,90	86,80	71,00	77,90	5,26	7,08	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Przeprowadzona analiza w tabeli 8 zawartości wody w organizmie (TBW) wykazała, że najwyższą wartością wyróżnia się grupa Selekcji (51,58 kg). W grupie Selekcji zaobserwowano również najwyższą wartość minimalną (44,00 kg) oraz maksymalną (59,70 kg). Najniższa średnia TBW występuje w grupie Operatorów i wynosi 49,55 kg, natomiast najniższą wartość wykazano w grupie KDS (41,60 kg). Grupa KDS charakteryzuje się także najniższym współczynnikiem zmienności (6,69%). Dodatkowo grupa Operatorów charakteryzuje się najniższą medianą (48,60 kg), pierwszym (46,60 kg) oraz trzecim kwartyłem (52,50 kg). Analiza nie wykazała istotnych statystycznie różnic ( $p=0,1768$ ).

Tabela 8: Charakterystyka liczbowa dla całkowitej zawartości wody w organizmie badanych grup

Całkowita zawartość wody w organizmie - TBW (kg)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	51,58	51,50	44,00	59,70	48,20	54,20	4,11	7,97	0,1768
KDS	50,20	50,10	41,60	56,20	48,55	53,20	3,36	6,69	
Operatorzy	49,55	48,60	43,70	57,00	46,60	52,50	4,32	8,71	
Razem	50,74	50,25	41,60	59,70	47,70	53,70	3,90	7,69	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

## 4.2 Analiza zdolności kondycyjnych

### 4.2.1 Analiza siły kończyn górnych

Analiza statystyczna siły kończyn górnych składała się z wyników uzyskanych w teście izometrycznym dla prostowników i zginaczy stawu łokciowego dla lewej oraz

prawej ręki. Następnie przeprowadzono analizę poziomą siły ścisku dla lewej oraz prawej dłoni.

Tabela 9 prezentuje wyniki uzyskane dla zginaczy prawej kończyny górnej. Najwyższą siłą charakteryzuje się grupa Selekcji, która osiągnęła średni wynik 394,65 Nm. Jednak najwyższa osiągnięta siła została zaobserwowana w grupie KDS (516,00 Nm). Najniższy średni poziom siły uzyskali Operatorzy (366,82 Nm), jednak najniższą wartość wykazano w grupie KDS (459,00 Nm). Najmniejszym zróżnicowaniem wyników cechuje się grupa Selekcji (14,52%), a najwyższym Operatorzy (17,96%). Prawdopodobieństwo testowe nie wykazało istotnych statystycznie różnic ( $p=0,4841$ ).

Tabela 9: Charakterystyka liczbowa dla siły zginaczy prawej kończyny górnej badanych grup

Siła zginaczy prawej kończyny górnej (Nm)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	394,65	385,00	294,00	494,00	362,00	451,00	57,31	14,52	0,4841
KDS	385,56	373,50	251,00	516,00	340,50	440,50	65,19	16,91	
Operatorzy	366,82	341,00	282,00	459,00	313,00	434,00	65,88	17,96	
Razem	385,61	383,00	251,00	516,00	340,00	441,00	62,41	16,19	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna,  
 Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności,  
 p – prawdopodobieństwo testowe

Z przeprowadzonej analizy siły lewej kończyny górnej (tabela 10) wynika, że grupa Selekcji osiągnęła zarówno najwyższą średnią wartość (412,96 Nm) jak i najwyższą medianę, która wynosi 410,00 Nm. Grupa Operatorów charakteryzowała się najniższą średnią siły zginaczy kończyny górnej (382,09 Nm), natomiast uzyskała najwyższą wartość minimalną spośród badanych grup (294,00 Nm). 75% osób w grupie KDS osiągnęła poziom siły nie wyższy niż 457,50 Nm, co daje najmniejszą wartość Q3. Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic ( $p=0,5317$ ).

Tabela 10: Charakterystyka liczbowa dla siły zginaczy lewej kończyny górnej badanych grup

Siła zginaczy lewej kończyny górnej (Nm)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	412,96	410,00	289,00	547,00	341,00	471,00	73,60	17,82	0,5317
KDS	399,81	395,50	273,00	573,00	336,00	457,50	72,35	18,10	
Operatorzy	382,09	352,00	294,00	526,00	309,00	467,00	87,53	22,91	
Razem	401,44	401,50	273,00	573,00	333,00	459,00	74,97	18,68	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna,  
 Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności,  
 p – prawdopodobieństwo testowe

Największą średnią siłą prostowników prawej kończyny górnej charakteryzowała się grupa Selekcji, która była na poziomie 284,78 Nm (tabela 11). Dodatkowo w grupie Selekcji zaobserwowano najwyższą wartość, która wynosi 422,00 Nm. Operatorzy uzyskali najniższą średnią siły (219,64 Nm) oraz najniższą wartość maksymalną (309,00 Nm). Jednak grupa KDS cechuje się najniższym Q3, co oznacza, że 25% badanych osiągnęła siłę nie większą niż 205,00 Nm. Różnice pomiędzy grupami nie wykazały istotności statystycznej ( $p=0,0682$ ).

Tabela 11: Charakterystyka liczbowa dla siły prostowników prawej kończyny górnej badanych grup

Siła prostowników prawej kończyny górnej (Nm)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	284,78	272,00	211,00	422,00	241,00	310,00	56,51	19,84	0,0682
KDS	257,06	247,50	171,00	403,00	205,00	297,00	62,92	24,48	
Operatorzy	240,18	229,00	180,00	309,00	211,00	268,00	42,96	17,89	
Razem	263,91	255,50	171,00	422,00	217,00	301,00	59,38	22,50	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna,  
 Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności,  
 p – prawdopodobieństwo testowe

Średni poziom siły prostowników lewej kończyny górnej dla wszystkich grup był równy 249,55 Nm (tabela 12). Jak w przypadku wszystkich analiz siły w stawie łokciowym grupa Selekcji osiągnęła najwyższy rezultat (273,96 Nm). Wartość maksymalna również została zaobserwowana w grupie Selekcji i wynosiła 439,00 Nm. Operatorzy uzyskali najniższą średnią siłę (219,64 Nm), natomiast cechują się najmniejszym rozproszeniem wyników ( $V=16,72\%$ ). Największy współczynnik zmienności odnotowano w grupie Selekcji i wynosi 25,72%. Zaobserwowano istotne statystycznie różnice ( $p=0,0435$ ). Przeprowadzona analiza post-hoc (tabela 13) wykazała istotne statystycznie różnice pomiędzy Operatorami a grupą Selekcji ( $p=0,049$ ).

Tabela 12: Charakterystyka liczbowa dla siły prostowników lewej kończyny górnej badanych grup

Siła prostowników lewej kończyny górnej (Nm)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	273,96	262,00	172,00	439,00	228,00	315,00	70,47	25,72	0,0435*
KDS	242,28	231,50	156,00	378,00	213,00	264,50	56,98	23,52	
Operatorzy	219,64	214,00	165,00	276,00	182,00	248,00	36,73	16,72	
Razem	249,55	235,00	156,00	439,00	214,00	276,00	61,85	24,78	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna,  
 Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności,  
 p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 13: Analiza post-hoc siły prostowników lewej kończyny górnej

Grupa	Selekcja	KDS	Operatorzy
Selekcja	x	0,2395	0,049*
KDS	0,2395	x	0,7906
Operatorzy	0,049*	0,7906	x

Tabela 14 przedstawia siłę ścisku lewej dłoni. Najwyższą średnią siłę osiągnęła grupa Selekcji, która wynosi 57,90 kg. Operatorzy charakteryzują się najniższą średnią siłą ścisku lewej doni (54,28 kg), natomiast w grupie Selekcji zaobserwowano najniższą uzyskaną siłę (39,10 kg). W grupie KDS odnotowano najwyższą siłę ścisku lewej dłoni, która jest równa 80,50 kg. Najmniejszym zróżnicowaniem cechuje się grupa Operatorów ( $V=11,57\%$ ), a największym grupa Selekcji, która charakteryzuje się współczynnikiem zmienności równym 13,59%. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic dla siły ścisku lewej dłoni ( $p=0,3336$ ).

Tabela 14: Charakterystyka liczbowa dla siły lewej dłoni badanych grup

Grupa	Siła lewej dłoni (kg)								
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	57,90	58,00	39,10	79,20	54,20	60,70	7,87	13,59	0,3336
KDS	56,50	54,65	45,30	80,50	52,05	60,20	7,43	13,14	
Operatorzy	54,28	52,45	43,40	66,30	50,40	58,55	6,28	11,57	
Razem	56,83	56,00	39,10	80,50	52,00	60,40	7,50	13,20	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Siłę ścisku prawej dłoni przedstawiono w tabeli 15. Grupa Selekcji także dla siły prawej dłoni uzyskała najwyższą średnią wartość wynoszącą 59,71 kg. Podobnie wartość minimalna jest najwyższa spośród wszystkich grup w grupie Selekcji, która jest równa 47,60 kg. Przeciętnie każdy z Operatorów uzyskał siłę ścisku dłoni około 57,27 kg, co daje najniższą średnią wśród badanych grup. Najwyższym współczynnikiem zmienności charakteryzuje się grupa KDS i jest równy 13,34%. Dodatkowo w grupie KDS zaobserwowano najniższą wartość minimalną (40,30 kg) oraz najwyższą wartość maksymalną (79,90 kg). Różnice pomiędzy grupami nie są istotne statystycznie ( $p=0,5472$ ).

Tabela 15: Charakterystyka liczbowa dla siły prawej dłoni badanych grup

Grupa	Siła prawej dłoni (kg)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	59,71	58,50	47,60	79,10	54,90	65,40	7,51	12,58	0,5472
KDS	58,23	58,45	40,30	79,90	51,85	63,25	7,77	13,34	
Operatorzy	57,27	57,65	40,50	68,10	53,45	61,65	7,25	12,66	
Razem	58,77	58,15	40,30	79,90	54,10	63,50	7,54	12,83	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

#### 4.2.2 Analiza zdolności beztlenowych

Analiza statystyczna zdolności beztlenowych polegała na analizie zmiennych uzyskanych w teście Wingate tj. moc szczytowa (W), moc średnia (W), wskaźnik spadku mocy (W/s), indeks zmęczenia (%), moc anaerobowa (W/kg), pojemność anaerobowa (W/kg) oraz praca całkowita (kJ).

Statystykę opisową dla mocy szczytowej uzyskanej w teście Wingate przedstawiono w tabeli 16. Najwyższa średnia wartość zaobserwowana została w grupie Selekcji i wynosi 996,62 W. Połowa badanych w grupie Selekcji charakteryzuje się mocą szczytową nie większą niż 1004,25 W, co daje także najwyższą wartość mediany w badanych grupach. Grupa KDS cechuje się najniższą przeciętną wartością mocy szczytowej (953,80 W), najniższą wartością minimalną (740,60 W) oraz najniższą wartością maksymalną (1175,70 W). Operatorzy uzyskali najniższą medianę wynoszącą 924,90 W oraz charakteryzują się najwyższym współczynnikiem zmienności (12,18%). Analiza nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami (p=0,2238).

Tabela 16: Charakterystyka liczbowa dla mocy szczytowej w teście Wingate badanych grup

Grupa	Moc szczytowa (W)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	996,62	1004,25	822,10	1250,70	930,30	1043,30	99,99	10,03	0,2238
KDS	953,80	956,90	740,60	1175,70	878,75	1021,20	98,72	10,35	
Operatorzy	973,92	924,90	828,80	1211,60	887,95	1048,75	118,63	12,18	
Razem	976,59	974,30	740,60	1250,70	899,10	1033,50	102,97	10,54	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Najwyższa średnia wartość mocy średniej (tabela 17) zaobserwowana została

w grupie Selekcji i wynosi 756,01 W. Również mediana mocy średniej dla grupy Selekcji osiągnęła najwyższy wynik (763,20 W). Grupa KDS cechuje się najwyższą jednorodnością przy współczynniku zmienności wynoszącym 10,08%. Dodatkowo w grupie KDS odnotowano najniższy osiągnięty poziom mocy średniej (568,90 W) w badanych grupach. Operatorzy charakteryzują najniższą medianą, co wiąże się z tym, że połowa badanych osiągnęła moc średnią nie wyższą niż 703,90 W. Poza tym u Operatorów wystąpiła najwyższa wartość minimalna (616,90 W) oraz najniższa wartość maksymalna (852,80 W). Prawdopodobieństwo testowe wykazało istotnych statystycznie różnic ( $p=0,2841$ ).

Tabela 17: Charakterystyka liczbowa dla mocy średniej w teście Wingate badanych grup

Grupa	Moc średnia (W)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	756,01	763,20	570,00	937,20	694,90	813,50	86,38	11,43	0,2841
KDS	726,41	736,30	568,90	926,40	677,80	770,00	73,23	10,08	
Operatorzy	730,06	703,90	616,90	852,80	681,90	803,00	79,28	10,86	
Razem	740,84	746,60	568,90	937,20	680,90	796,00	80,83	10,91	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Wskaźnik spadku mocy (W/s) w teście Wingate zaprezentowano w tabeli 18. Wykazano, że grupa KDS charakteryzuje się najniższym średnim wskaźnikiem spadku mocy, który wynosi 15,41 W/s. Ponadto zaobserwowano najniższy spadek mocy (10,00 W/s) oraz najniższą wartość maksymalną (20,30 W/s) spośród badanych grup. Najwyższym wskaźnikiem spadku mocy cechują się Operatorzy, przy średniej wynoszącej 18,25 W/s. W grupie Operatorów uzyskano najwyższy spadek mocy ze wszystkich badanych i wynosi 24,70 W/s. Dodatkowo grupa Operatorów była najbardziej zróżnicowana ( $V=21,07\%$ ). Dla wskaźnika spadku mocy (W/s) zaobserwowano istotne statystycznie różnice ( $p=0,0162$ ). Przeprowadzona analiza post-hoc (tabela 18) wykazała, że istotne statystycznie różnice występują pomiędzy grupą KDS a grupą Operatorów ( $p=0,0496$ ).

Tabela 18: Charakterystyka liczbowa dla wskaźnika spadku mocy w teście Wingate badanych grup

Grupa	Wskaźnik spadku mocy (W/s)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	16,63	16,25	10,60	23,90	14,70	18,50	2,86	17,19	0,0162*
KDS	15,41	15,20	10,00	20,30	13,10	17,60	2,53	16,43	
Operatorzy	18,25	17,00	13,40	24,70	15,70	21,55	3,85	21,07	
Razem	16,40	16,10	10,00	24,70	14,50	18,00	3,02	18,43	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 19: Analiza post-hoc wskaźnika spadku mocy w teście Wingate

Grupa	Selekcja	KDS	Operatorzy
Selekcja	x	0,2302	0,3641
KDS	0,2302	x	0,0496*
Operatorzy	0,3641	0,0496*	x

Tabela 20 prezentuje indeks zmęczenia uzyskany za pomocą testu Wingate. Połowa badanych w grupie Operatorów charakteryzuje się indeksem zmęczenia nie większym niż 45,89%. Taki rezultat oznacza, że Operatorzy osiągnęli najwyższą medianę z badanych grup. Także średnia arytmetyczna jest najwyższa u Operatorów, która wynosi 47,67%. Najmniejszy średni indeks zmęczenia (42,57%) odnotowała grupa KDS oraz zaobserwowano najniższą wartość wśród wszystkich badanych, która wynosi 34,06%. 25% osób w grupie KDS cechuje się indeksem zmęczenia nie większym niż 39,05%, co daje najmniejszy pierwszy kwartył. Najmniejszym rozproszaniem wyników od wartości średniej charakteryzuje się grupa Selekcji (sd=4,29%). Analiza wykazała, że różnice pomiędzy grupami są istotne statystycznie (p=0,0070). Wykonana analiza post-hoc (tabela 21) wskazuje na istotne statystycznie różnice pomiędzy grupą KDS a Operatorami (p=0,0256).

Tabela 20: Charakterystyka liczbowa dla indeksy zmęczenia w teście Wingate badanych grup

Grupa	Indeks zmęczenia (%)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	43,35	43,57	35,88	55,13	40,15	45,99	4,29	9,89	0,0070*
KDS	42,57	42,71	34,06	50,02	39,05	46,95	4,52	10,62	
Operatorzy	47,67	45,89	37,56	60,15	43,83	51,82	6,26	13,12	
Razem	43,69	43,72	34,06	60,15	40,15	46,62	4,95	11,32	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 21: Analiza post-hoc indeksu zmęczenia w teście Wingate

Grupa	Selekcja	KDS	Operatorzy
Selekcja	x	0,7941	0,0685
KDS	0,7941	x	0,0256*
Operatorzy	0,0685	0,0256*	x

Przeprowadzona analiza mocy anaerobowej w teście Wingate (tebela 22) prezentuje, że przeciętnie każdy z badanych charakteryzował się mocą anaerobową na poziomie około 11,64 W/kg. Połowa Operatorów osiągnęła wynik nie większy niż 11,60 W/kg, podobnie jak w grupie KDS. Najwyższa moc anaerobowa zaobserwowana została w grupie Operatorów (13,80 W/kg), natomiast najniższą wartość odnotowano w grupie KDS (9,80 W/kg). Współczynnik zmienności w grupie Selekcji wynosi 6,09%, co oznacza, że są najbardziej jednorodną grupą. Największym zróżnicowaniem cechują się Operatorzy, przy współczynniku zmienności równym 8,34%. Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami ( $p=0,1585$ ).

Tabela 22: Charakterystyka liczbowa dla mocy anaerobowej w teście Wingate badanych grup

Grupa	Moc anaerobowa (W/kg)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	11,80	11,90	10,10	13,70	11,30	12,20	0,72	6,09	0,1585
KDS	11,43	11,60	9,80	12,70	10,85	12,10	0,80	7,02	
Operatorzy	11,66	11,60	10,50	13,80	10,80	12,30	0,97	8,34	
Razem	11,64	11,75	9,80	13,80	11,10	12,20	0,80	6,87	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Najwyższą pojemnością anaerobową charakteryzuje się grupa Selekcji, która jest równa 9,04 W/kg (tabela 23). W grupie selekcji połowa badanych osiągnęła wartość powyżej 9,10 W/kg, co daje najwyższą wartość mediany. Najwyższa pojemność anaerobowa wynosi 10,30 W/kg i zaobserwowana została w grupie Selekcji oraz u Operatorów. Grupa KDS cechuje się najniższą średnią pojemnością anaerobową (8,75 W/kg) oraz odnotowano najniższy współczynnik zmienności o wartości 6,49%. Największym zróżnicowaniem wyników charakteryzują się Operatorzy (V=9,14%). U Operatorów odnotowano również najniższą wartość minimalną, która wynosi 7,60 W/kg. Różnice pomiędzy grupami nie wykazały istotności statystycznej (p=0,1312).

Tabela 23: Charakterystyka liczbowa dla pojemności anaerobowej w teście Wingate badanych grup

Grupa	Pojemność anaerobowa (W/kg)								
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	9,04	9,10	7,70	10,30	8,70	9,40	0,62	6,85	0,1312
KDS	8,75	8,70	7,80	10,00	8,30	9,20	0,57	6,49	
Operatorzy	8,77	8,70	7,60	10,30	8,10	9,35	0,80	9,14	
Razem	8,89	8,90	7,60	10,30	8,50	9,30	0,64	7,18	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

W trakcie testu Wingate największą pracę całkowitą wykonała grupa Selekcji uzyskując średnio 23,02 kJ (tabela 24). W grupie Selekcji zaobserwowano również wartość maksymalną wykonanej pracy całkowitej (28,24 kJ). 25% badanych z grupy Selekcji uzyskała pracę całkowitą powyżej 24,56 kJ, co daje najwyższy trzeci kwartył. Najniższa średnia praca całkowita odnotowana została w grupie KDS (21,89 kJ), natomiast najniższą medianę wykazano u Operatorów (21,21 kJ). Jednorodność wyników w grupie KDS była najwyższa przy współczynniku zmienności wynoszącym 6,49%. U Operatorów zaobserwowano najwyższą wartość minimalną (18,58 kJ) oraz najniższą wartość maksymalną (25,69 kJ). Współczynnik zmienności u Operatorów wynosi 9,14% i daje to najwyższe zróżnicowanie wyników spośród wszystkich badanych grup. Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami (p=0,1217).

Tabela 24: Charakterystyka liczbowa dla pracy całkowitej w teście Wingate badanych grup

Grupa	Praca całkowita (kJ)								
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	23,02	23,05	18,36	28,24	21,20	24,56	2,49	10,82	0,1217
KDS	21,89	22,19	17,16	27,90	20,42	23,18	2,20	10,05	
Operatorzy	22,00	21,21	18,58	25,69	20,54	24,22	2,40	10,90	
Razem	22,43	22,53	17,16	28,24	20,62	24,04	2,40	10,71	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

#### 4.2.3 Analiza zdolności tlenowych

Analiza zdolności tlenowych polegała na statystyce opisowej parametrów uzyskanych przez przenośny analizator gazów oddechowych podczas 20-metrowego biegu wahadłowego. Poniżej przedstawiono analizę statystyczną parametrów  $VO_{2max}$ , VE,  $HR_{max}$  oraz pokonaną odległość w teście.

W tabeli 25 analizowanym parametrem jest  $VO_{2max}$ . Najwyższym maksymalnym pułapem tlenowym charakteryzuje się grupa Selekcji, która osiągnęła średni rezultat na poziomie 4360,95 ml/min. Wartości wokół średniej w grupie Selekcji są rozrzucone średnio o 461,58 ml/kg co daje najwyższe odchylenie standardowe ze wszystkich badanych grup. Najwyższy poziom  $VO_{2max}$  zaobserwowano u osoby w grupie KDS, który wynosił 5245 ml/kg. Zróżnicowanie wyników w grupie KDS jest równy 9,66% i jest to najniższy uzyskany współczynnik zmienności. Przeciętnie każdy z Operatorów osiągnął  $VO_{2max}$  na poziomie około 3761,86 ml/kg, czyli najniższy średni rezultat. 25% Operatorów uzyskała  $VO_{2max}$  nie większe niż 3966 ml/kg i jest to najniższy zaobserwowany pierwszy kwartył dla  $VO_{2max}$  z badanych grup. Przeprowadzona analiza wykazała istotne statystyczne różnice ( $p=0,0006$ ). Analiza post-hoc wskazuje na istotne statystycznie różnice pomiędzy grupą Selekcji i Operatorami (tabela 26). Druga istotność statystyczna różnic występuje pomiędzy grupą KDS a Operatorami.

Tabela 25: Charakterystyka liczbowa dla maksymalnego pułapu tlenowego bezwzględnego badanych grup

Grupa	Maksymalny pułap tlenowy - $VO_{2max}$ (ml/min)								
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	4360,95	4298,00	3338,00	5198,00	4113,00	4717,00	461,58	10,58	0,0006*
KDS	4275,56	4259,00	3443,00	5245,00	4005,50	4576,00	413,12	9,66	
Operatorzy	3761,91	3611,00	3287,00	4727,00	3555,00	3966,00	404,47	10,75	
Razem	4245,86	4248,00	3287,00	5245,00	3971,00	4577,00	473,25	11,15	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 26: Analiza post-hoc maksymalnego pułapu tlenowego bezwzględnego ( $VO_{2max}$  ml/min)

Grupa	Selekcja	KDS	Operatorzy
Selekcja	x	0,7141	0,0053*
KDS	0,7141	x	0,0194*
Operatorzy	0,0053*	0,0194*	x

Maksymalny pułap tlenowy w przeliczeniu na kilogram masy ciała (ml/min/kg) zaprezentowany jest w tabeli 27. Połowa osób w grupie Selekcji osiągnęła względną wartość  $VO_{2max}$  powyżej 51,99 ml/min/kg przy wartości średniej wynoszącej 51,72 ml/min/kg i są to najwyższe wyniki dla średniej oraz mediany spośród badanych grup. Najwyższy maksymalny pułap tlenowy uzyskała osoba w grupie Selekcji i jest równy 63,60 ml/min/kg. Najmniejszym zróżnicowaniem wyników cechuje się grupa KDS, u której współczynnik zmienności wynosi 7,22%. Współczynnik zmienności dla grupy Operatorów jest równy 12,35% i jest najwyższą uzyskaną wartością. Operatorzy charakteryzują się także najniższą średnią dla  $VO_{2max}$  (46,16 ml/min/kg) oraz odnotowano najniższy rezultat spośród wszystkich badanych (37,42 ml/min/kg). Zaobserwowane prawdopodobieństwo testowe wynosi 0,0022 i oznacza, że różnice pomiędzy grupami są istotne statystycznie. Wykonana analiza post-hoc wskazuje na istotne statystycznie różnice pomiędzy Operatorami a grupą Selekcji oraz KDS (tabela 28). Pomiedzy grupą KDS a Selekcją nie wykazano istotności statystycznej.

Tabela 27: Charakterystyka liczbowa dla maksymalnego pułapu tlenowego względ-  
nego badanych grup

Maksymalny pułap tlenowy - $VO_{2max}$ (ml/min/kg)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	51,72	51,99	39,10	63,60	49,10	54,74	4,88	9,43	0,0022*
KDS	51,31	51,11	44,90	59,86	48,36	53,18	3,70	7,22	
Operatorzy	46,16	44,43	37,42	57,22	42,69	49,55	5,70	12,35	
Razem	50,80	51,00	37,42	63,60	48,07	53,58	4,88	9,61	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna,  
Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności,  
p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 28: Analiza post-hoc maksymalnego pułapu tlenowego względnego

Grupa	Selekcja	KDS	Operatorzy
Selekcja	x	0,9306	0,0152*
KDS	0,9306	x	0,0268*
Operatorzy	0,0152*	0,0268*	x

Tabela 29 przedstawia analizę statystyczną wentylacji minutowej (VE). Najwyższą średnią wartość osiągnęła grupa Selekcji, która wynosi 169,53 l/min. W grupie Selekcji zaobserwowano również wartość maksymalną ze wszystkich grup badanych (226,10 l/min). Najmniejszym zróżnicowaniem wyników charakteryzuje się grupa KDS (V=7,22%), natomiast największym Operatorzy (V=12,35%). Operatorzy przeciętnie cechowali się wentylacją minutową o wartości około 144,08 l/min, co daje najniższą wartość średniej wśród wszystkich grup. Wartość minimalna wynosząca 113,70 l/min również została zaobserwowana w grupie Operatorów. Prawdopodobieństwo testowe wykazało istotne statystycznie różnice pomiędzy badanymi grupami i wynosi p=0,0003. Przeprowadzona analiza post-hoc w tabeli 30 wskazuje na istotne statystycznie różnice pomiędzy Operatorami a grupą Selekcji.

Tabela 29: Charakterystyka liczbowa dla wentylacji minutowej badanych grup

Wentylacja minutowa - VE (l/min)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	169,53	167,85	132,30	226,10	156,10	180,70	19,00	11,21	0,0003*
KDS	160,23	158,30	123,70	188,40	152,35	170,80	14,65	9,14	
Operatorzy	144,08	142,30	113,70	193,80	129,50	146,60	22,64	15,71	
Razem	162,40	161,00	113,70	226,10	147,40	177,10	19,66	12,10	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna,  
Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności,  
p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 30: Analiza post-hoc wentylacji minutowej

Grupa	Selekcja	KDS	Operatorzy
Selekcja	x	0,1024	0,0039*
KDS	0,1024	x	0,0946
Operatorzy	0,0039*	0,0946	x

Połowa badanych w grupie Selekcji uzyskała tętno maksymalne na poziomie większym niż 191 uderzeń na minutę (bpm) i jest to najwyższa mediana (tabela 31). Zarówno w grupie Selekcji jak i KDS zaobserwowano że 25% badanych osiągnęło  $HR_{max}$  powyżej 197 bpm. W grupie KDS osiągnięto najwyższe  $HR_{max}$  spośród wszystkich badanych (207 bpm) oraz najniższą wartość (166 bpm). Współczynnik zmienności wynoszący 4,81% wskazuje, że grupa KDS jest najbardziej zróżnicowana spośród wszystkich grup. Operatorzy charakteryzują się najniższą wartością średnią (183,08 bpm) oraz najmniejszą medianą (185 bpm). Dodatkowo grupa Operatorów cechuje się największą jednorodnością grupy, przy współczynniku zmienności 3,43%. Różnice pomiędzy grupami są istotne statystycznie ( $p=0,0326$ ). Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy poszczególnymi grupami w analizie post-hoc (tabela 32).

Tabela 31: Charakterystyka liczbowa dla tętna maksymalnego badanych grup

Grupa	Tętno maksymalne - $HR_{max}$ (bpm)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	189,92	191,00	173,00	204,00	184,00	197,00	7,61	4,01	0,0326*
KDS	189,72	189,50	166,00	207,00	185,50	197,00	9,12	4,81	
Operatorzy	183,08	185,00	168,00	189,00	181,50	187,00	6,29	3,43	
Razem	188,84	189,00	166,00	207,00	184,00	196,00	8,33	4,41	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 32: Analiza post-hoc tętna maksymalnego

Grupa	Selekcja	KDS	Operatorzy
Selekcja	x	0,9946	0,1021
KDS	0,9946	x	0,1161
Operatorzy	0,1021	0,1161	x

W 20-metrowym teście wahadłowym najdłuższy dystans pokonały osoby z grupy Selekcji uzyskując średni wynik 2128,95 m. Najdłuższy przebyty dystans również zaobserwowany został w grupie Selekcji i jest on równy 2560 m. W grupie KDS zaobserwowano najwyższą wartość minimalną spośród grup wynoszącą 1740 m. Grupa KDS

charakteryzuje się najniższym współczynnikiem zmienności (8,12%), a największym zróżnicowaniem cechują się Operatorzy (V=18,21%). 75% badanych w grupie KDS pokonało dystans nie mniejszy niż 1920 m, natomiast ten sam dystans lub wyższy pokonało 25% Operatorów. Najkrótszy dystans odnotowano u Operatorów i wynosi 1220 m. Prawdopodobieństwo testowe wykazało istotne statystycznie różnice ( $p=0,0001$ ). Przeprowadzona analiza post-hoc wskazuje na istotne statystycznie różnice pomiędzy Operatorami a grupą Selekcji i KDS (tabela 34).

Tabela 33: Charakterystyka liczbowa dla dystansu w 20-metrowym teście wahadłowym badanych grup

Grupa	Dystans (m)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	2128,95	2130,00	1660,00	2560,00	1980,00	2300,00	231,64	10,88	0,0001*
KDS	2038,75	2050,00	1740,00	2420,00	1920,00	2120,00	165,47	8,12	
Operatorzy	1694,55	1600,00	1220,00	2320,00	1440,00	1920,00	308,56	18,21	
Razem	2034,32	2060,00	1220,00	2560,00	1880,00	2220,00	259,74	12,77	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna,  
 Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności,  
 p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 34: Analiza post-hoc osiągniętego dystansu w 20-metrowym teście wahadłowym

Grupa	Selekcja	KDS	Operatorzy
Selekcja	x	0,2362	0,0001*
KDS	0,2362	x	0,0014*
Operatorzy	0,0001*	0,0014*	x

### 4.3 Analiza poziomu gibkości

Analiza poziomu gibkości oceniana za pomocą testu „siąść i dosięgnąć” przedstawiona jest w tabeli 35. Najlepszy rezultat uzyskała grupa Selekcji, która charakteryzuje się średnim wynikiem 34,18 cm. Wartość maksymalna wynosi 50 cm i zaobserwowana została zarówno w grupie Selekcji jak i w grupie KDS. Najniższa wartość odnotowana została w grupie KDS i wynosi 14 cm. W grupie Selekcji oraz u Operatorów 25% obserwacji położonych jest poniżej 28 cm. Poziom gibkości poszczególnych osób w grupie Operatorów odbiegał przeciętnie od wartości średniej o około 4,16 cm i jest to najniższe odchylenie standardowe spośród badanych grup. Nie wykazano jednak istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami ( $p=0,3291$ ).

Tabela 35: Charakterystyka liczbowa dla gibkości (cm) badanych grup

Grupa	Gibkość (cm)								
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	34,18	34,00	21,00	50,00	28,00	39,00	7,20	21,07	0,3291
KDS	31,56	32,00	14,00	50,00	27,00	38,00	8,52	27,00	
Operatorzy	31,00	31,00	26,00	36,00	28,00	34,00	4,16	13,43	
Razem	32,88	32,50	14,00	50,00	28,00	39,00	7,73	23,50	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

## 4.4 Analiza zdolności kompleksowych

### 4.4.1 Analiza poziomu zwinności

Poziom zwinności był oceniany za pomocą T-test i analizowano czas, w którym udało się wykonać daną próbę. Statystykę opisową T-test przedstawiono w tabeli 36. Najkrótszym czasem cechuje się grupa Selekcji, która osiągnęła średni wynik 11,17 s. W grupie Selekcji zaobserwowany został również najkrótszy uzyskany czas spośród wszystkich pomiarów (10,06 s). Grupa KDS uzyskała najdłuższy średni czas, który jest równy 11,52 s. Podobnie wartość maksymalna wynosząca 12,80 s zaobserwowana została w grupie KDS. W grupie Selekcji oraz KDS odnotowano takie same wartości odchylenia standardowego (0,47 s), natomiast większym zróżnicowaniem wyników charakteryzuje się grupa Selekcji (V=4,17%). Najmniejszym współczynnikiem zmienności cechują się Operatorzy (2,66%). Prawdopodobieństwo testowe wykazało istotne statystycznie różnice. Przeprowadzona analiza post-hoc wskazuje na istotność statystyczną pomiędzy grupą Selekcji a grupą KDS (tabela 37).

Tabela 36: Charakterystyka liczbowa dla czasu w teście zwinności T-test badanych grup

Grupa	T-test (s)								
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	11,17	11,14	10,06	12,21	10,97	11,39	0,47	4,17	0,0054*
KDS	11,52	11,56	10,55	12,80	11,24	11,82	0,47	4,08	
Operatorzy	11,43	11,45	10,85	11,93	11,25	11,57	0,30	2,66	
Razem	11,34	11,36	10,06	12,80	11,05	11,65	0,47	4,17	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 37: Analiza post-hoc czasu w teście zwinnosci T-test

Grupa	Selekcja	KDS	Operatorzy
Selekcja	x	0,0067*	0,3443
KDS	0,0067*	x	0,8615
Operatorzy	0,3443	0,8615	x

#### 4.4.2 Analiza poziomu skoczności

Ocena poziomu skoczności polegała na trzech próbach: SJ, CMJ bez zamachu oraz CMJ z zamachem. W każdym teście analizie poddane zostały parametry wysokość skoku (cm), moc bezwzględna (W) oraz moc względna (W/kg).

Najwyższą średnią wysokość skoku w teście SJ wykazano w grupie Selekcji (34,86 cm), natomiast najniższą zaobserwowano w grupie Operatorów, która wynosi 31,45 cm (tabela 38). Najniższa wysokość skoku uzyskana w grupie Selekcji jest równa 26,10 cm i taka sama wartość minimalna występuje w grupie KDS. Wartość maksymalna wysokości skoku w teście SJ wynosi 47,30 cm i zaobserwowana została w grupie KDS. Grupa Selekcji cechuje się najmniejszym zróżnicowaniem wyników ( $V=12,92\%$ ) a największym współczynnikiem zmienności cechuje się grupa Operatorów ( $V=18,14\%$ ). Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami ( $p=0,1176$ ).

Tabela 38: Charakterystyka liczbowa dla wysokości skoku z półprzysiadu (SJ) badanych grup

Grupa	Wysokość skoku SJ(cm)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	34,86	33,55	26,10	43,80	31,40	37,90	4,50	12,92	0,1176
KDS	33,44	32,45	26,10	47,30	29,60	35,65	5,43	16,25	
Operatorzy	31,45	32,70	21,60	40,70	27,55	35,40	5,71	18,14	
Razem	33,81	33,00	21,60	47,30	30,50	37,40	5,14	15,19	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 39 przedstawia osiągniętą moc bezwzględną w teście SJ. Połowa badanych w grupie Selekcji charakteryzowała się mocą nie większą niż 3842,06 W i jest to najwyższa mediana. W grupie Selekcji zaobserwowano także najwyższą wartość minimalną (3094,28 W) oraz najwyższą wartość maksymalną (4854,10 W). U operatorów 50% obserwacji osiągnęło moc powyżej 3645,35 W, co daje najmniejszą

wartość mediany. Najmniejszy pierwszy (3322,15 W) i trzeci (4048,90 W) kwartył również zaobserwowano w grupie Operatorów. Współczynnik zmienności w każdej grupie był na podobnym poziomie, a zróżnicowanie wyników wszystkich badanych wynosi 11,96%. Prawdopodobieństwo testowe jest równe 0,2581 i nie wskazuje na istotne statystycznie różnice.

Tabela 39: Charakterystyka liczbowa dla mocy bezwzględnej skoku z półprzysiadu (SJ) badanych grup

Grupa	Moc bezwzględna SJ (W)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	3871,04	3842,06	3094,28	4854,10	3541,60	4164,00	461,20	11,91	0,2581
KDS	3753,20	3677,95	2978,20	4738,70	3399,75	4069,95	449,23	11,97	
Operatorzy	3640,34	3645,35	2966,20	4193,80	3322,15	4048,90	423,26	11,63	
Razem	3791,30	3721,60	2966,20	4854,10	3454,40	4084,10	453,50	11,96	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Moc względna w teście SJ została przedstawiona w tabeli 40 i wskazuje, że najwyższą średnią mocą względną cechuje się grupa Selekcji (45,96 W/kg). Najmniejszym rozproszeniem wyników wokół średniej charakteryzuje się również grupa Selekcji i wynosi około 3,16 W/kg. Dodatkowo grupa Selekcji uzyskała najmniejszy współczynnik zmienności wynoszący 6,87%. Najwyższa moc względna zaobserwowana została w grupie KDS i jest równa 55,10 W/kg. Średnia moc względna u Operatorów jest najniższa i wynosi 43,68 W/kg. Najniższa wartość mocy względnej także została odnotowana w grupie Operatorów i jest równa 36,20 W/kg. Operatorzy cechują się najwyższym odchyleniem standardowym, które wynosi 4,13 W/kg oraz najwyższym współczynnikiem zmienności (9,45%). Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami, ponieważ prawdopodobieństwo testowe wynosi 0,1528.

Tabela 40: Charakterystyka liczbowa dla mocy względnej skoku z półprzysiadu badanych grup

Grupa	Moc względna SJ (W/kg)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	45,96	45,05	39,90	52,23	43,43	48,30	3,16	6,87	0,1528
KDS	44,98	44,20	39,40	55,10	42,15	46,50	3,97	8,82	
Operatorzy	43,68	44,40	36,20	50,30	41,45	46,45	4,13	9,45	
Razem	45,24	44,60	36,20	55,10	42,80	47,68	3,68	8,12	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Analizę statystyczną wysokości skoku w teście CMJ bez zamachu przedstawiono w tabeli 41. Przeciętna wysokość skoku dla wszystkich obserwacji wynosi 36,15 cm. Wyniki przeciętnie odbiegają od wartości średniej o około 5,59 cm. Ze względu na badane grupy, najwyższą średnią wartość osiągnęła grupa Selekcji (37,84 cm). Najmniejsza średnia wysokości skoku zaobserwowana została w grupie Operatorów i jest ona równa 33,40 cm. Najwyższa wysokość skoku wynosi 51,50 cm i odnotowana została w grupie Selekcji, natomiast najniższą wysokość skoku zaobserwowano u Operatorów i jest równa 22,90 cm. Największym zróżnicowaniem cechują się Operatorzy ( $V=16,98\%$ ), natomiast najbardziej jednorodną grupą jest grupa Selekcji ( $V=14,31\%$ ). Różnice pomiędzy grupami wykazały istotność statystyczną ( $p=0,0235$ ). W przeprowadzonej analizie post-hoc nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy poszczególnymi grupami (tabela 42).

Tabela 41: Charakterystyka liczbowa dla wysokości skoku Counter Movement Jump (CMJ) badanych grup

Wysokość skoku CMJ bez zamachu (cm)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	37,84	37,50	27,50	51,50	34,40	40,80	5,41	14,31	0,0235*
KDS	35,17	34,30	27,90	49,00	31,50	38,55	5,28	15,01	
Operatorzy	33,40	34,55	22,90	41,80	29,30	37,20	5,67	16,98	
Razem	36,15	35,15	22,90	51,50	32,80	40,40	5,59	15,47	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 42: Analiza post-hoc CMJ bez zamachu - wysokość skoku (cm)

Grupa	Selekcja	KDS	Operatorzy
Selekcja	x	0,1254	0,1158
KDS	0,1254	x	0,7018
Operatorzy	0,1158	0,7018	x

W tabeli 43 przeprowadzono analizę mocy bezwzględnej osiągniętej podczas testu CMJ bez zamachu. Średnia moc bezwzględna dla grupy Selekcji wynosi 4052,02 w i jest to najwyższa zaobserwowana średnia, natomiast grupa Operatorów charakteryzuje się najniższą średnią, która jest równa 3758,71 W. W grupie Selekcji zaobserwowano także najwyższe minimum (3249,70 W) oraz maksimum (5138,60 W) spośród wszystkich grup. Dodatkowo grupa Selekcji cechuje się najwyższym współczynnikiem zmienności (12,37%). Najmniejsze zróżnicowanie wyników wykazano w grupie KDS, a wartość współczynnika zmienności jest równa 10,87%. 50%

badanych w grupie KDS osiągnęła moc bezwzględną nie większą niż 3755,40 W i jest to najniższa mediana w badanych grupach. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami ( $p=0,1500$ ).

Tabela 43: Charakterystyka liczbowa dla mocy bezwzględnej skoku Counter Movement Jump bez zamachu badanych grup

<b>Moc bezwzględna CMJ bez zamachu (W)</b>									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	4052,02	3979,25	3249,70	5138,60	3661,70	4294,60	501,15	12,37	0,1500
KDS	3858,09	3755,40	3243,10	4750,80	3611,00	4093,95	419,56	10,87	
Operatorzy	3758,71	3808,90	3045,10	4312,40	3407,15	4198,95	432,83	11,52	
Razem	3933,42	3855,05	3045,10	5138,60	3598,50	4261,70	470,00	11,95	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Średnia mocy względnej w teście CMJ bez zamachu wszystkich obserwacji jest równa 46,90 W/kg (tabela 44). Grupa Selekcji charakteryzuje się najwyższą średnią, wynoszącą 48 W/kg, natomiast najniższą cechują się Operatorzy (45,11 W/kg). Dodatkowo w grupie Selekcji zaobserwowano najwyższą wartość mocy względnej (57,25 W/kg), a w grupie Operatorów najniższą (37,20 W/kg). Najwyższe zróżnicowanie wyników występuje u Operatorów ( $V=9,17\%$ ), natomiast najniższy współczynnik zmienności wynosi 7,93% i wykazano go w grupie Selekcji. Zróżnicowanie wyników wszystkich obserwacji jest równe 8,48%. Prawdopodobieństwo testowe wynosi 0,0438 i wykazało istotność statystyczną różnic pomiędzy grupami. Przeprowadzona analiza post-hoc (tabela 45) nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy poszczególnymi grupami.

Tabela 44: Charakterystyka liczbowa dla mocy względnej skoku Counter Movement Jump bez zamachu badanych grup

<b>Moc względna CMJ bez zamachu (W/kg)</b>									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	48,00	47,90	40,80	57,25	45,33	50,30	3,81	7,93	0,0438*
KDS	46,26	45,60	40,90	56,30	43,60	48,45	3,85	8,32	
Operatorzy	45,11	45,85	37,20	51,10	42,55	47,85	4,14	9,17	
Razem	46,90	46,27	37,20	57,25	44,40	49,80	3,98	8,48	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 45: Analiza post-hoc CMJ bez zamachu - moc względna (W/kg)

Grupa	Selekcja	KDS	Operatorzy
Selekcja	x	0,1776	0,1664
KDS	0,1776	x	0,7462
Operatorzy	0,1664	0,7462	x

Tabela 46 prezentuje statystykę opisową dla zmiennej wysokości skoku w teście CMJ z zamachem. Najwyższa mediana zaobserwowana została w grupie Selekcji, w której 50% badanych osiągnęła wysokość skoku powyżej 43 cm. Dodatkowo grupa Selekcji charakteryzuje się najwyższym pierwszym i trzecim kwartylem, które wynoszą odpowiednio 38,20 cm i 47,70 cm. W grupie KDS 50% uzyskało wynik powyżej 38,55 cm i jest to najniższa zaobserwowana mediana. Najniższa wysokość skoku została zaobserwowana u Operatorów i wynosi 32,30 cm. Najwyższa osiągnięta wysokość skoku jest równa 59,90 cm i odnotowana została w grupie KDS. Najmniejszym współczynnikiem zmienności cechuje się grupa Selekcji (13,42%), natomiast najwyższe zróżnicowanie występuje w grupie KDS (15,59%). Zaobserwowano istotne statystycznie różnice pomiędzy badanymi grupami ( $p=0,0444$ ). W tabeli 47 przeprowadzona została analiza post-hoc, która nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy poszczególnymi grupami.

Tabela 46: Charakterystyka liczbowa dla wysokości skoku Counter Movement Jump z zamachem badanych grup

Grupa	Wysokość skoku CMJ z zamachem (cm)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	43,42	43,00	32,80	55,20	38,20	47,70	5,83	13,42	0,0444*
KDS	40,52	38,55	32,40	59,90	36,85	43,50	6,32	15,59	
Operatorzy	40,06	40,60	32,30	53,70	34,55	44,00	6,22	15,53	
Razem	41,80	41,50	32,30	59,90	37,20	44,90	6,19	14,82	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 47: Analiza post-hoc CMJ z zamachem wysokość skoku (cm)

Grupa	Selekcja	KDS	Operatorzy
Selekcja	x	0,0725	0,2375
KDS	0,0725	x	1,0000
Operatorzy	0,2375	1,0000	x

Analiza mocy bezwzględnej w teście CMJ z zamachem wykazała, że przeciętnie każdy z badanych osiągnął około 4276,31 W. Moc bezwzględna poszczególnych

osób odbiegała przeciętnie od wartości średniej o około 497,74 W. Najwyższą średnią wartość zaobserwowano w grupie Selekcji (4390,84 W), a najniższą u Operatorów (4162,88 W). Grupa KDS cechuje się najmniejszym odchyleniem standardowym, które wynosi 481,64 W, natomiast u Operatorów wyniki przeciętnie odbiegały o około 499,75 W i jest to najwyższe odchylenie standardowe. Najwyższą oraz najniższą moc bezwzględną zaobserwowano w grupie Selekcji i wynoszą odpowiednio 5361,70 W oraz 3345,90 W. Prawdopodobieństwo testowe nie wykazało istotnych statystycznie różnic ( $p=0,1527$ ).

Tabela 48: Charakterystyka liczbowa dla mocy bezwzględnej skoku Counter Movement Jump z zamachem badanych grup

Grupa	Moc bezwzględna CMJ z zamachem (W)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	4390,84	4454,10	3345,90	5361,70	4044,60	4664,60	498,54	11,35	0,1527
KDS	4182,85	4079,00	3372,80	5359,00	3862,50	4447,90	481,64	11,51	
Operatorzy	4162,88	4082,35	3594,00	4946,40	3663,30	4669,40	499,75	12,00	
Razem	4276,31	4205,60	3345,90	5361,70	3904,50	4598,40	497,74	11,64	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna,  
 Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności,  
 p – prawdopodobieństwo testowe

Ostatnim analizowanym parametrem poziomu skoczności jest moc względna uzyskana w teście CMJ z zamachem (tabela 49). Najwyższa wartość średnia wynosi 52,20 W/kg, a najwyższa mediana jest równa 51,55 W/kg i obie wartości zaobserwowano w grupie Selekcji. Dodatkowo 25% badanych w grupie Selekcji uzyskało wynik nie mniejszy niż 54,30 W/kg i jest to najwyższa wartość trzeciego kwartyła. Grupa Operatorów charakteryzuje się najniższą średnią (49,93 W/kg), natomiast najniższą medianą cechuje się grupa KDS (48,80 W/kg). U Operatorów zaobserwowano najniższą moc względną, która jest równa 44,10 W/kg. Najwyższą wartość mocy względnej wykazano w grupie KDS (64,30 W/kg). Prawdopodobieństwo testowe jest równe 0,0574 i nie wykazało istotnych statystycznie różnic.

Tabela 49: Charakterystyka liczbowa dla mocy względnej skoku Counter Movement Jump z zamachem badanych grup

Moc względna CMJ z zamachem (W/kg)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	52,20	51,55	44,70	60,20	48,80	54,30	4,15	7,96	0,0574
KDS	50,17	48,80	44,30	64,30	47,40	52,30	4,62	9,20	
Operatorzy	49,93	49,80	44,10	59,90	45,90	53,05	4,66	9,33	
Razem	51,07	51,10	44,10	64,30	47,80	53,70	4,48	8,78	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

#### 4.4.3 Analiza poziomu szybkości

Ocena poziomu szybkości polegała na próbie biegu na 30 m. Analiza szybkości składała się z analizy czasów na odcinku 10 m, 20 m i 30 m.

Średni czas na odcinku 10 m wszystkich obserwacji wynosi 1,91 s i wartości odbiegają przeciętnie od wartości średniej o około 0,09 s (tabela 50). Najlepszy uzyskany czas jest równy 1,74 s i został osiągnięty w grupie Selekcji. Najdłuższy czas zaobserwowano w grupie KDS i wynosi 2,12 s. Każda grupa charakteryzuje się takim samym odchyleniem standardowym (0,09 s), natomiast najmniejszy współczynnik zmienności zaobserwowany jest w grupie KDS (4,46 s). Największym zróżnicowaniem wyników cechują się Operatorzy, u których współczynnik zmienności wynosi 4,72%. Różnice pomiędzy grupami nie wykazały istotności statystycznej (p=0,4621).

Tabela 50: Charakterystyka liczbowa dla szybkości na 10 metrów badanych grup

Szybkość 10 m (s)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	1,90	1,92	1,74	2,07	1,83	1,96	0,09	4,52	0,4621
KDS	1,93	1,91	1,75	2,12	1,86	1,98	0,09	4,46	
Operatorzy	1,92	1,91	1,75	2,08	1,86	1,97	0,09	4,72	
Razem	1,91	1,91	1,74	2,12	1,85	1,96	0,09	4,52	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Odcinek 20 m najszybciej został pokonany przez grupę Selekcji, która uzyskała najniższą średnią (3,23 s) oraz zaobserwowano najkrótszy osiągnięty czas wynoszący 2,96 s (tabela 51). Najwyższą średnią czasu biegu na 20 m charakteryzuje się grupa KDS (3,28 s). Ponadto w grupie KDS odnotowano najdłuższy czas ze wszystkich

obserwacji, który wynosi 3,57 s. W każdej grupie wyniki przeciętnie odbiegały od średniej o około 0,13 s. Jednak najniższym współczynnikiem zmienności cechuje się grupa KDS (3,88%), a najwyższym Operatorzy (4,14%). Prawdopodobieństwo testowe nie wykazało istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami ( $p=0,2289$ ).

Tabela 51: Charakterystyka liczbowa dla szybkości na 20 metrów badanych grup

Szybkość 20 m (s)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	3,23	3,22	2,96	3,45	3,15	3,33	0,13	4,11	0,2289
KDS	3,28	3,28	3,02	3,57	3,21	3,33	0,13	3,88	
Operatorzy	3,24	3,25	3,04	3,53	3,16	3,31	0,13	4,14	
Razem	3,25	3,26	2,96	3,57	3,17	3,32	0,13	4,05	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 52 przedstawia analizę czasów biegu na odcinku 30 m. Podobnie jak na pozostałych odcinkach najkrótszy średni czas osiągnęła grupa Selekcji (4,43 s). Tyle samo wynosi mediana co oznacza, że 50% badanych uzyskało czas nie większy niż 4,43 s. W grupie Selekcji zaobserwowano także najkrótszy czas, który jest równy 3,86 s. Grupa KDS charakteryzuje się najwyższą średnią (4,54 s) oraz najwyższą medianą (4,55 s) spośród wszystkich grup, natomiast mają najmniejszy rozrzut wyników wokół średniej (0,18 s). Operatorzy cechują się najwyższym trzecim kwartyłem (4,64 s) oraz największym odchyleniem standardowym (0,22 s). Nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami ( $p=0,0633$ ).

Tabela 52: Charakterystyka liczbowa dla szybkości na 30 metrów badanych grup

Szybkość 30 m (s)									
Grupa	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	4,43	4,43	3,86	4,73	4,33	4,55	0,20	4,42	0,0633
KDS	4,54	4,55	4,14	4,95	4,42	4,61	0,18	4,07	
Operatorzy	4,52	4,49	4,22	4,94	4,36	4,64	0,22	4,94	
Razem	4,48	4,49	3,86	4,95	4,37	4,60	0,20	4,46	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

## 4.5 Analiza zdolności psychomotorycznych

### 4.5.1 Analiza czasu reakcji prostej

Analiza zdolności psychomotorycznych składa się z 6 testów oceniających szybkość reakcji prostej, szybkość reakcji z wyborem, koordynację wzrokowo-ruchową, orientację przestrzenną, uwagę wzrokową oraz antycypację. Ocena czasu reakcji prostej składała się z czasu reakcji oraz czasu motoryki.

Tabela 54 przedstawia czas reakcji w teście SIRT. Grupa Selekcji uzyskała najkrótszy średni czas reakcji, wynoszący 346,68 ms. Wyniki przeciętnie odbiegały od średniej o około 36,32 ms i jest to najwyższe odchylenie standardowe spośród badanych grup. Dodatkowo w grupie Selekcji zaobserwowano najdłuższy (432 ms) oraz najkrótszy (275 ms) osiągnięty czas reakcji ze wszystkich obserwacji. Najdłuższym średnim czasem reakcji cechują się Operatorzy (363,09 ms), a najmniejszym rozrzutem wyników wokół średniej charakteryzuje się grupa KDS (31,24 ms). Prawdopodobieństwo testowe jest równe 0,3607 co oznacza, że nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami.

Tabela 53: Charakterystyka liczbowa dla czasu reakcji w teście na szybkość reakcji prostej badanych grup

Grupa	SIRT RT (ms)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	346,68	352,00	275,00	432,00	317,00	369,00	36,32	10,48	0,3607
KDS	352,78	349,50	288,00	419,00	333,00	376,00	31,24	8,85	
Operatorzy	363,09	354,00	317,00	408,00	325,00	396,00	34,45	9,49	
Razem	351,32	352,00	275,00	432,00	329,00	375,00	34,16	9,72	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna,  
Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności,  
p – prawdopodobieństwo testowe

Średni czas motoryki w teście SIRT wszystkich obserwacji jest równy 163,72 ms (tabela 54). Najdłuższy średni czas motoryki zaobserwowano u Operatorów (173,82 ms), natomiast najwyższą medianę wykazano w grupie Selekcji (165 ms). Najkrótszym średnim czasem oraz najniższą medianą cechuje się grupa KDS, która uzyskała wartości odpowiednio 161,56 ms oraz 156 ms. Dodatkowo w grupie KDS zaobserwowano najdłuższy czas motoryki, który wynosi 274 ms. Najkrótszy czas wszystkich obserwacji jest równy 94 ms i należy do osoby z grupy Selekcji. Najmniejszym zróżnicowaniem wyników charakteryzuje się grupa Operatorów (V=19,44%), natomiast grupa KDS cechuje się największym zróżnicowaniem wyników (V=26,58%). Analiza nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami (p=0,6207).

Tabela 54: Charakterystyka liczbowa dla czasu motoryki w teście na szybkość reakcji prostej badanych grup

Grupa	SIRT MT (ms)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	162,61	165,00	94,00	244,00	131,00	184,00	32,27	19,84	0,6207
KDS	161,56	156,00	97,00	274,00	124,00	194,00	42,95	26,58	
Operatorzy	173,82	161,00	136,00	238,00	144,00	209,00	33,79	19,44	
Razem	163,72	163,00	94,00	274,00	139,00	190,00	36,82	22,49	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

#### 4.5.2 Analiza szybkości reakcji z wyborem

Ocena czasu reakcji z wyborem przeprowadzona została za pomocą testu CHORT i składa się z analizy czasu reakcji, czasu motoryki oraz procentowej ilości poprawnych odpowiedzi.

Grupa Selekcji uzyskała najkrótszy średni czas reakcji (687,45 ms), natomiast 50% badanych w grupie Selekcji osiągnęła czas nie większy niż 693,50 ms i jest to najwyższa mediana (tabela 55). Ponadto najmniejszym trzecim kwartyłem (721 ms) charakteryzuje się grupa Selekcji. Najdłuższy średni czas reakcji w teście CHORT zaobserwowano w grupie Operatorów (707,91 ms). Dodatkowo Operatorzy cechują się najniższym pierwszym kwartyłem (655 ms) oraz najwyższym trzecim kwartyłem (771 ms). Grupa KDS cechuje się najniższą medianą (687 ms) i najwyższym pierwszym kwartyłem (670 ms). Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami ( $p=0,4024$ ).

Tabela 55: Charakterystyka liczbowa czasu reakcji w teście na szybkość reakcji z wyborem badanych grup

Grupa	CHORT RT (ms)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	687,45	693,50	583,00	794,00	656,00	721,00	51,29	7,46	0,4024
KDS	703,47	687,00	604,00	867,00	670,00	740,00	60,87	8,65	
Operatorzy	707,91	689,00	609,00	817,00	655,00	771,00	67,88	9,59	
Razem	696,56	691,00	583,00	867,00	660,00	726,00	57,49	8,25	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Analiza czasu motoryki w teście CHORT została przedstawiona w tabeli 56. Najkrótszy czas motoryki zaobserwowano w grupie KDS (115 ms), natomiast najniższa średnia wyników występuje w grupie Selekcji (182,79 ms). Maksymalną wartość czasu motoryki osiągnęła grupa Operatorów i wynosi ona 347 ms. Co więcej, Operatorzy charakteryzują się najwyższą średnią, która jest równa 205,91 ms. Najmniejszym zróżnicowaniem wyników cechuje się grupa Selekcji ( $V=19,58\%$ ), a największym Operatorzy ( $29,78\%$ ). Prawdopodobieństwo testowe jest równe 0,4587 co oznacza, że nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami.

Tabela 56: Charakterystyka liczbowa dla czasu motoryki w teście na szybkość reakcji z wyborem badanych grup

Grupa	CHORT MT (ms)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	182,79	174,50	124,00	282,00	161,00	200,00	35,79	19,58	0,4587
KDS	184,75	181,50	115,00	295,00	152,00	210,00	43,86	23,74	
Operatorzy	205,91	200,00	116,00	347,00	166,00	238,00	61,32	29,78	
Razem	186,70	180,00	115,00	347,00	161,00	203,00	43,21	23,15	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Średnia ilość poprawnych odpowiedzi wszystkich obserwacji w teście CHORT jest równa 96,91% (tabela 57). Najniższą średnią charakteryzuje się grupa Selekcji (96,39%). Dodatkowo wartość minimalną wszystkich obserwacji także zaobserwowano w grupie Selekcji i wynosi ona 75%. Grupa KDS cechuje się najwyższą średnią, która jest równa 97,47%. W każdej grupie 25% badanych uzyskało 100% poprawnych odpowiedzi w teście CHORT. Ponadto tylko w grupie KDS 50% badanych zareagowało poprawnie na wszystkie bodźce podczas testu CHORT. 25% badanych w grupie Selekcji osiągnęło wynik nie większy niż 92%, natomiast u Operatorów oraz w grupie KDS 25% uzyskało wynik nie większy niż 96%. Najmniejszym współczynnikiem zmienności charakteryzuje się grupa Operatorów (3,24%), a największym grupa Selekcji (5,20%). Nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami ( $p=0,5554$ ).

Tabela 57: Charakterystyka liczbowa dla poprawnych odpowiedzi w teście na szybkość reakcji z wyborem badanych grup

Grupa	CHORT cr (%)								
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	96,39	98,00	75,00	100,00	92,00	100,00	5,02	5,20	0,5554
KDS	97,47	100,00	83,00	100,00	96,00	100,00	4,02	4,12	
Operatorzy	97,09	96,00	92,00	100,00	96,00	100,00	3,14	3,24	
Razem	96,91	100,00	75,00	100,00	96,00	100,00	4,40	4,54	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

### 4.5.3 Analiza koordynacji wzrokowo-ruchowej

Ocena koordynacji wzrokowo-ruchowej przeprowadzona została za pomocą testu HECOR. Analiza składa się z czasu reakcji oraz czasu motoryki.

Najkrótszy średni czas reakcji w teście HECOR jest równy 410,74 ms i osiągnęła go grupa Selekcji (tabela 58). Wyniki w grupie Selekcji przeciętnie odbiegają od wartości średniej o około 30,80 ms i jest to najwyższa wartość odchylenia standardowego. Najdłuższym średnim czasem reakcji charakteryzuje się grupa KDS i wynosi ona 423,22 ms. Ponadto Operatorzy cechują się najmniejszym odchyleniem standardowym (24,48 ms). 50% badanych w grupie Selekcji oraz w grupie Operatorów uzyskała czas nie większy niż 409 ms. W grupie Selekcji zaobserwowano najkrótszy czas wszystkich obserwacji (350 ms), natomiast w grupie KDS odnotowano najdłuższy czas reakcji (486 ms). Analiza nie wykazała istotnych statystycznie różnic ( $p=0,2154$ ).

Tabela 58: Charakterystyka liczbowa dla czasu reakcji w teście na koordynację wzrokowo-ruchową badanych grup

Grupa	HECOR RT (ms)								
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	410,74	409,00	350,00	474,00	393,00	431,00	30,80	7,50	0,2154
KDS	423,22	419,50	367,00	486,00	405,00	448,00	29,60	6,99	
Operatorzy	414,55	409,00	381,00	458,00	399,00	433,00	24,48	5,91	
Razem	416,19	413,00	350,00	486,00	401,00	433,00	29,79	7,16	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Tabela 59 przedstawia analizę czasu motoryki dla poszczególnych grup. Połowa osób w grupie Selekcji osiągnęła czas nie większy niż 200,5 ms i jest to najniższa mediana, natomiast najniższą średnią charakteryzuje się grupa KDS (206,63 ms). Operatorzy uzyskali najdłuższy średni czas motoryki (220,73 ms) oraz najwyższą medianę wyników (225 ms). Dodatkowo w grupie Operatorów zaobserwowano najwyższą wartość minimalną (141 ms) oraz najmniejszą wartość maksymalną (288 ms). Jednak Operatorzy cechują się najwyższym zróżnicowaniem wyników ( $V=22,87\%$ ). Prawdopodobieństwo testowe nie wykazało istotnych statystycznie różnic ( $p=0,6486$ ).

Tabela 59: Charakterystyka liczbowa dla czasu motoryki w teście na koordynację wzrokowo-ruchową badanych grup

Grupa	HECOR MT (ms)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	209,61	200,50	132,00	362,00	186,00	230,00	42,75	20,39	0,6486
KDS	206,63	206,00	131,00	317,00	169,00	236,50	41,53	20,10	
Operatorzy	220,73	225,00	141,00	288,00	179,00	264,00	50,48	22,87	
Razem	209,94	206,00	131,00	362,00	180,00	237,00	43,04	20,50	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

#### 4.5.4 Analiza orientacji przestrzennej

Ocena orientacji przestrzennej została przeprowadzona za pomocą testu SPANT. Analiza statystyczna wyników dotyczyła czasu reakcji, czasu motoryki oraz poprawnych odpowiedzi.

Średni czas reakcji w teście SPANT dla wszystkich obserwacji jest równy 620,69 ms (tabela 60). Najkrótszym średnim czasem reakcji charakteryzuje się grupa Selekcji (601,63 ms). W grupie Selekcji wyniki są rozrzucone wokół średniej przeciętnie o około 63,93 ms i jest to najmniejsza wartość odchylenia standardowego. Najdłuższy średni czas reakcji zaobserwowany został w grupie KDS (641,59 ms), a odchylenie standardowe jest równe 92,03 ms, co daje najwyższą jego wartość. Dodatkowo grupa KDS cechuje się najwyższą wartością pierwszego (588 ms) oraz trzeciego kwartyła (706,50 ms). U Operatorów połowa badanych osiągnęło czas reakcji powyżej 633 ms i jest to najwyższa wartość mediany. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami ( $p=0,1059$ ).

Tabela 60: Charakterystyka liczbowa dla czasu reakcji w teście na orientację przestrzenną badanych grup

Grupa	SPANT RT (ms)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	601,63	589,50	444,00	751,00	562,00	648,00	63,93	10,63	0,1059
KDS	641,59	627,50	406,00	814,00	588,00	706,50	92,03	14,34	
Operatorzy	625,73	633,00	486,00	725,00	586,00	702,00	77,32	12,36	
Razem	620,69	617,00	406,00	814,00	567,00	670,00	79,19	12,76	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna,  
 Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności,  
 p – prawdopodobieństwo testowe

Analiza czasu motoryki w teście SPANT (tabela 61) wykazała, że grupa KDS charakteryzuje się najkrótszym czasem (201,88 ms). Dodatkowo grupa KDS uzyskała najniższą wartość mediany, czyli połowa badanych osiągnęła czas poniżej 193 ms. Najdłuższy średni czas motoryki zaobserwowano u Operatorów (251,27 ms). Ponadto Operatorzy cechują się najwyższą medianą (248 ms) oraz zaobserwowano u nich najdłuższy czas motoryki (517 ms). Najkrótszy czas motoryki jest równy 123 ms i wykazano go w grupie KDS. Grupa KDS charakteryzuje się największą jednorodnością ze współczynnikiem zmienności równym 20,52%, natomiast największym zróżnicowaniem cechują się Operatorzy ( $V=41,89\%$ ). Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami ( $p=0,2933$ ).

Tabela 61: Charakterystyka liczbowa dla czasu motoryki w teście na orientację przestrzenną badanych grup

Grupa	SPANT MT (ms)								p
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	
Selekcja	211,16	204,00	131,00	319,00	174,00	238,00	47,51	22,50	0,2933
KDS	201,88	193,00	123,00	301,00	173,50	226,00	41,43	20,52	
Operatorzy	251,27	248,00	138,00	517,00	163,00	279,00	105,27	41,89	
Razem	212,94	203,00	123,00	517,00	174,00	238,00	57,85	27,17	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna,  
 Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności,  
 p – prawdopodobieństwo testowe

Najwięcej poprawnych odpowiedzi w teście SPANT zaobserwowano w grupie Operatorów i wynoszą one 98,18% (tabela (62)). Połowa Operatorów uzyskała 100% poprawnych odpowiedzi. W grupie Selekcji oraz KDS 50% badanych osiągnęła wynik nie większy niż 95% poprawnych odpowiedzi. W każdej grupie zaobserwowano, że 25% badanych udzieliło 100% poprawnych odpowiedzi na bodźce. Najniższą wartość zaobserwowano w grupie KDS i wynosi ona 65% poprawnych odpowiedzi. Po-

nadto grupa KDS cechuje się najwyższym zróżnicowaniem wyników ( $V=9,94\%$ ). Najmniejszy współczynnik zmienności wykazano w grupie Operatorów, który ma wartość  $3,43\%$ . Różnice pomiędzy grupami nie wykazały istotności statystycznej ( $p=0,1816$ ).

Tabela 62: Charakterystyka liczbowa dla poprawnych odpowiedzi w teście na orientację przestrzenną badanych grup

Grupa	SPANT cr (%)								
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	94,87	95,00	80,00	100,00	90,00	100,00	5,87	6,19	0,1816
KDS	93,44	95,00	65,00	100,00	92,50	100,00	9,28	9,94	
Operatorzy	98,18	100,00	90,00	100,00	95,00	100,00	3,37	3,43	
Razem	94,75	95,00	65,00	100,00	95,00	100,00	7,28	7,69	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

#### 4.5.5 Analiza uwagi wzrokowej

Analiza uwagi wzrokowej została przeprowadzona za pomocą testu PUT i składa się z poprawnych odpowiedzi, czasu reakcji na neutralne oraz krytyczne bodźce.

Tabela 63 przedstawia analizę poprawnych odpowiedzi w teście PUT. Najwyższą średnią charakteryzuje się grupa Selekcji ( $96,68\%$ ). Wyniki są rozproszone wokół średniej o około  $2,77\%$  i jest to najmniejsza wartość odchylenia standardowego. Najmniejszą średnią poprawnych odpowiedzi zaobserwowano w grupie Operatorów ( $94,73\%$ ), a odchylenie standardowe jest równe  $3,72\%$ . Jednak największym odchyleniem standardowym cechuje się grupa KDS ( $3,76\%$ ). W każdej grupie zaobserwowano osoby, które uzyskały  $100\%$  poprawnych odpowiedzi w teście PUT. Najniższa uzyskana wartość jest równa  $83\%$  i wykazano ją w grupie KDS. Prawdopodobieństwo testowe wynosi  $0,2650$  i nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic.

Tabela 63: Charakterystyka liczbowa dla poprawnych odpowiedzi w teście na uwagę wzrokową badanych grup

Grupa	PUT cr (%)								
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	96,68	96,00	88,00	100,00	96,00	98,00	2,68	2,77	0,2650
KDS	96,34	98,00	83,00	100,00	94,00	99,00	3,76	3,90	
Operatorzy	94,73	96,00	88,00	100,00	92,00	98,00	3,72	3,92	
Razem	96,28	96,00	83,00	100,00	96,00	98,00	3,31	3,43	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Analiza czasu reakcji na bodźce neutralne została przeprowadzona w tabeli 64. Wykazano, że najkrótszy średni czas reakcji zaobserwowano w grupie Operatorów (2097,64 ms). Dodatkowo 50% Operatorów uzyskało czas reakcji nie większy niż 2050 ms i jest to najniższa wartość mediany. Najdłuższym średnim czasem reakcji charakteryzuje się grupa KDS (2109,56 ms), natomiast najwyższą wartość mediany wykazano w grupie Selekcji (2110,5 ms). Najkrótszy (1435 ms) oraz najdłuższy (3132 ms) czas reakcji zaobserwowano w grupie Selekcji. Grupa Selekcji cechuje się także najwyższym współczynnikiem zmienności (19,37%), a najmniejszym zróżnicowaniem wyników charakteryzują się Operatorzy (13,91%). Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami ( $p=0,9959$ ).

Tabela 64: Charakterystyka liczbowa dla bodźców neutralnych w teście na uwagę wzrokową badanych grup

Grupa	PUT n (ms)								
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	2106,29	2110,50	1435,00	3132,00	1809,00	2350,00	408,07	19,37	0,9959
KDS	2109,56	2090,00	1500,00	2796,00	1815,00	2362,00	357,02	16,92	
Operatorzy	2097,64	2050,00	1590,00	2592,00	1855,00	2264,00	291,74	13,91	
Razem	2106,41	2094,00	1435,00	3132,00	1835,00	2353,00	370,22	17,58	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, p – prawdopodobieństwo testowe

Średni czas reakcji na bodźce krytyczne wszystkich obserwacji jest równy 1352,74 ms (tabela 65). Najkrótszy średni czas reakcji zaobserwowano w grupie Selekcji (1333,45 ms). Ponadto w grupie Selekcji wykazano najdłuższy oraz najkrótszy czas reakcji, które miały wartość odpowiednio 1037 ms oraz 1980 ms. Operatorzy charakteryzują się najwyższą średnią czasu reakcji, która jest równa 1407,64 ms. Połowa badanych w grupie KDS cechuje się wynikiem nie większym niż 1333 ms i jest to naj-

nizsza wartość mediany. Najmniejszym rozrzutem wyników wokół średniej charakteryzuje się grupa KDS (147,40 ms), natomiast największym rozproszeniem wyników cechuje się grupa Selekcji (192,04 ms). Analiza nie wykazała istotnych statystycznie różnic, a prawdopodobieństwo testowe jest równe 0,4031.

Tabela 65: Charakterystyka liczbowa dla bodźców krytycznych w teście na uwagę wzrokową badanych grup

Grupa	PUT k (ms)								
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	1333,45	1362,50	1037,00	1980,00	1169,00	1462,00	192,04	14,40	0,4031
KDS	1356,78	1333,00	1083,00	1596,00	1270,00	1475,00	147,40	10,86	
Operatorzy	1407,64	1388,00	1223,00	1699,00	1266,00	1553,00	160,85	11,43	
Razem	1352,74	1360,00	1037,00	1980,00	1227,00	1470,00	171,20	12,66	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna,  
 Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności,  
 p – prawdopodobieństwo testowe

#### 4.5.6 Analiza antycypacji

Ocena antycypacji została przeprowadzona za pomocą testu PAMT i dotyczy ilości poprawnych odpowiedzi. Połowa badanych Operatorów oraz osób z grupy Selekcji osiągnęła wynik poprawnych odpowiedzi nie mniejszy niż 89% (tabela 66). W obu tych grupach zaobserwowano osoby, które uzyskały 100% poprawnych odpowiedzi podczas testu PAMT. Ponadto w grupie Selekcji oraz u Operatorów pierwszy oraz trzeci kwartył był równy odpowiednio 83% oraz 94%. Najniższa uzyskana wartość jest równa 67% i odnotowano ją w grupie Selekcji oraz KDS. Największą jednorodnością cechuje się grupa Selekcji (8,66%), natomiast w grupa KDS oraz Operatorzy charakteryzują się takim samym współczynnikiem zmienności, który jest równy 9,02%. Prawdopodobieństwo testowe, które wynosi 0,2408 nie wykazało istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami.

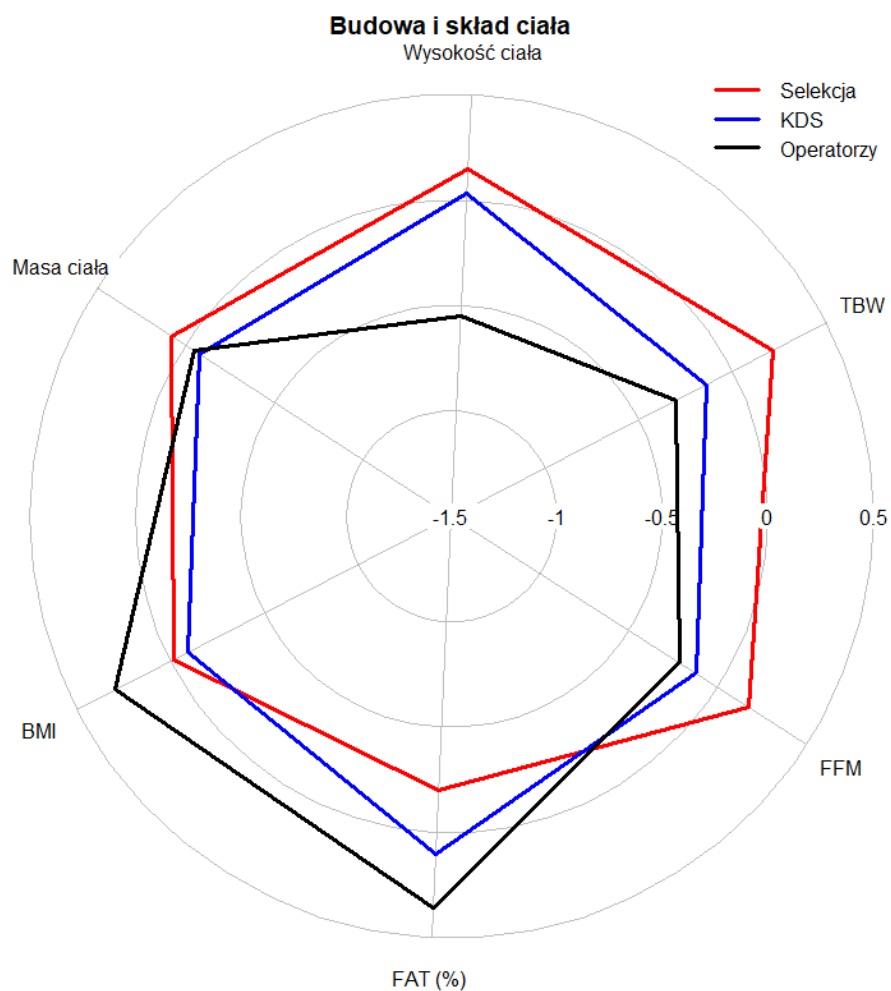
Tabela 66: Charakterystyka liczbowa dla poprawnych odpowiedzi w teście na antycypację badanych grup

Grupa	PAMT cr (%)								
	$\bar{x}$	Me	min	max	Q1	Q3	sd	V	p
Selekcja	87,29	89,00	67,00	100,00	83,00	94,00	7,56	8,66	0,2408
KDS	84,19	86,00	67,00	94,00	78,00	89,00	7,60	9,02	
Operatorzy	87,27	89,00	72,00	100,00	83,00	94,00	7,88	9,02	
Razem	86,06	89,00	67,00	100,00	83,00	89,00	7,67	8,92	

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna,  
 Q1 – kwartył pierwszy, Q3 – kwartył trzeci, sd – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności,  
 p – prawdopodobieństwo testowe

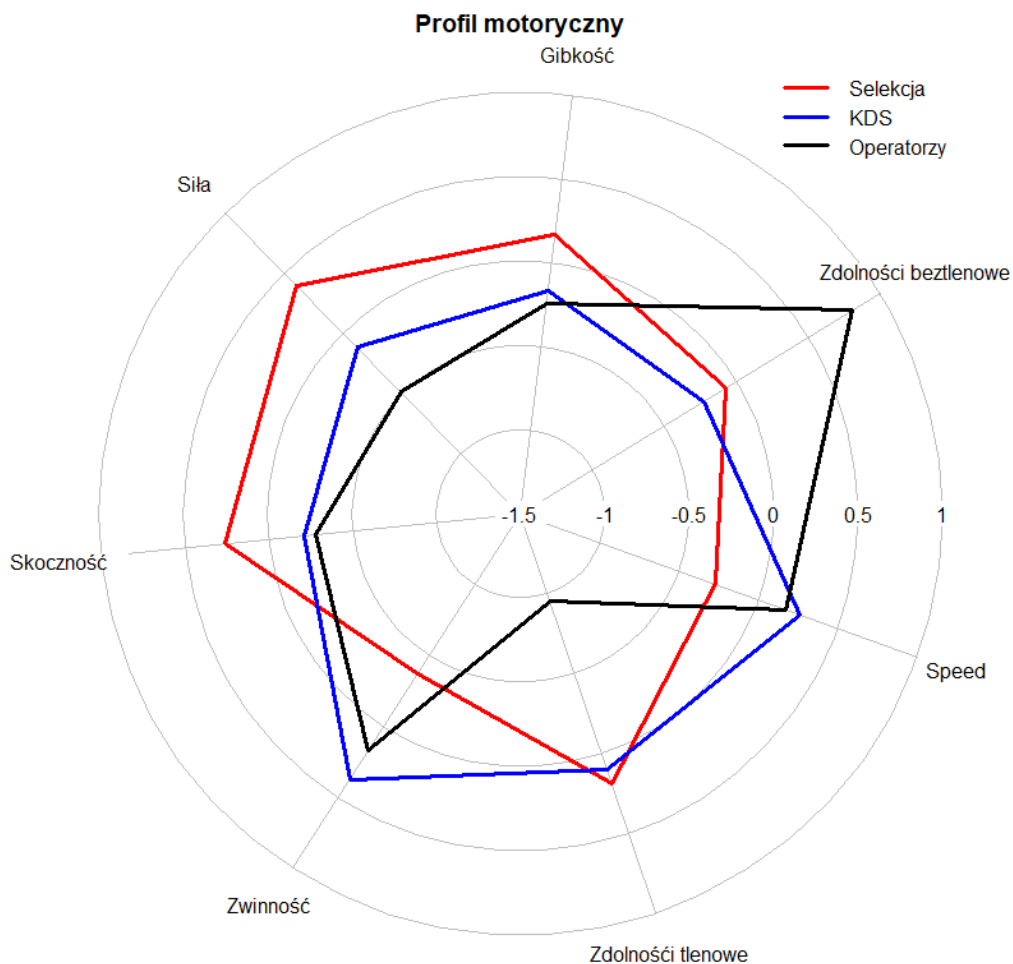
#### 4.5.7 Analiza budowy i składu ciała oraz profilu motorycznego i psychomotorycznego

Charakterystykę budowy i składu ciała przedstawiono na rysunku 3 w postaci wykresu radarowego. Zaobserwowano, że grupa Selekcji cechuje się najwyższą beztłuszczową masą ciała, zawartością wody w organizmie, masą i wysokością ciała. Najniższe wartości osiąga w procentowej zawartości tkanki tłuszczowej. Grupa KDS cechuje się najniższym wskaźnikiem BMI oraz zbliżoną masą ciała do Operatorów. Operatorzy charakteryzują się najwyższym wskaźnikiem BMI oraz procentową zawartością tkanki tłuszczowej. W przypadku wysokości ciała, zawartości wody w organizmie i beztłuszczowej masy ciała Operatorzy wykazują najniższe wartości.



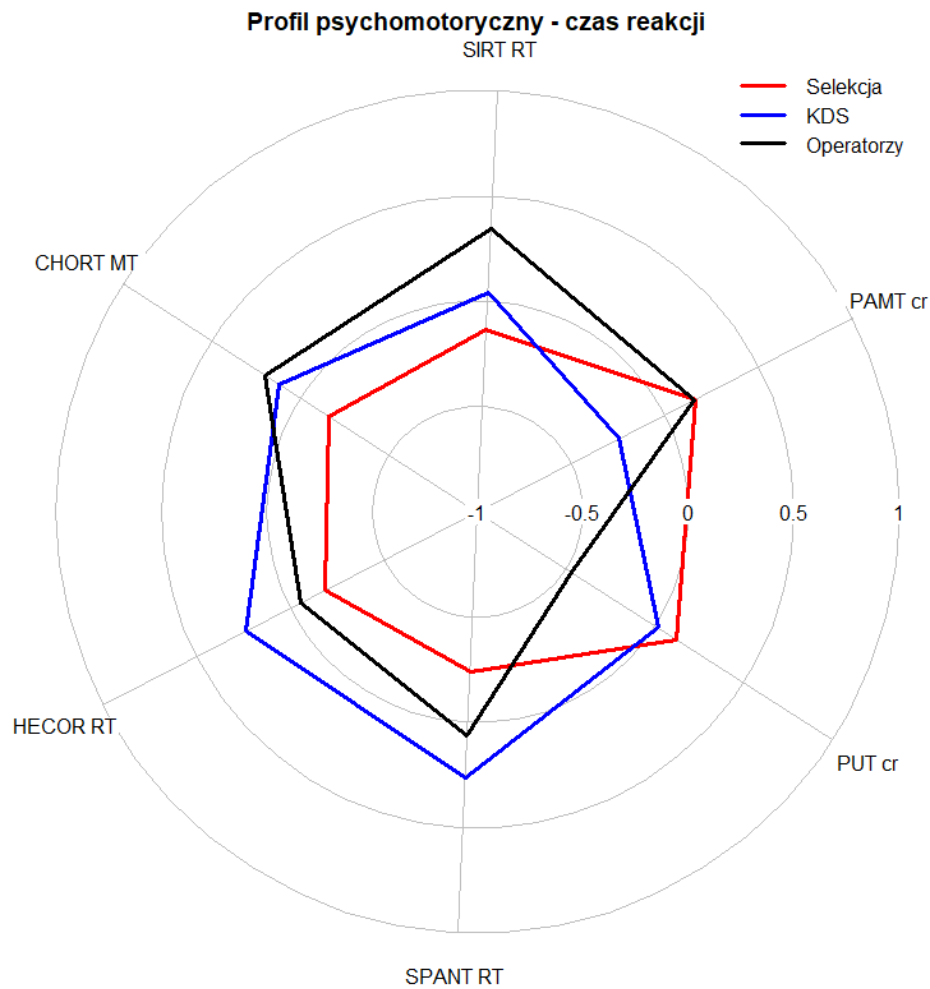
Rycina 3: Wykres radarowy - budowa i skład ciała ciała

Rysunek 4 przedstawia wykres radarowy określający profil motoryczny wszystkich analizowanych grup. Warto zaznaczyć, że szybkość oraz zwinność określone są na podstawie uzyskanego czasu, dlatego też im niższa wartość, tym poziom tych zdolności jest wyższy. Podobnie jest w przypadku zdolności beztlenowej, która określona jest za pomocą indeksu zmęczenia. Im niższa wartość indeksu zmęczenia, tym poziom zdolności beztlenowej jest wyższy. Grupa Selekcji charakteryzuje się najwyższym poziomem każdej analizowanej zdolności motorycznej z wyjątkiem zdolności beztlenowej. Najwyższym poziomem zdolności beztlenowej cechuje się grupa KDS. Dodatkowo w grupie KDS zaobserwowano najniższy poziom zwinności oraz szybkości. Operatorzy cechują się najniższym poziomem dla każdej zdolności poza zwinnością oraz szybkością.



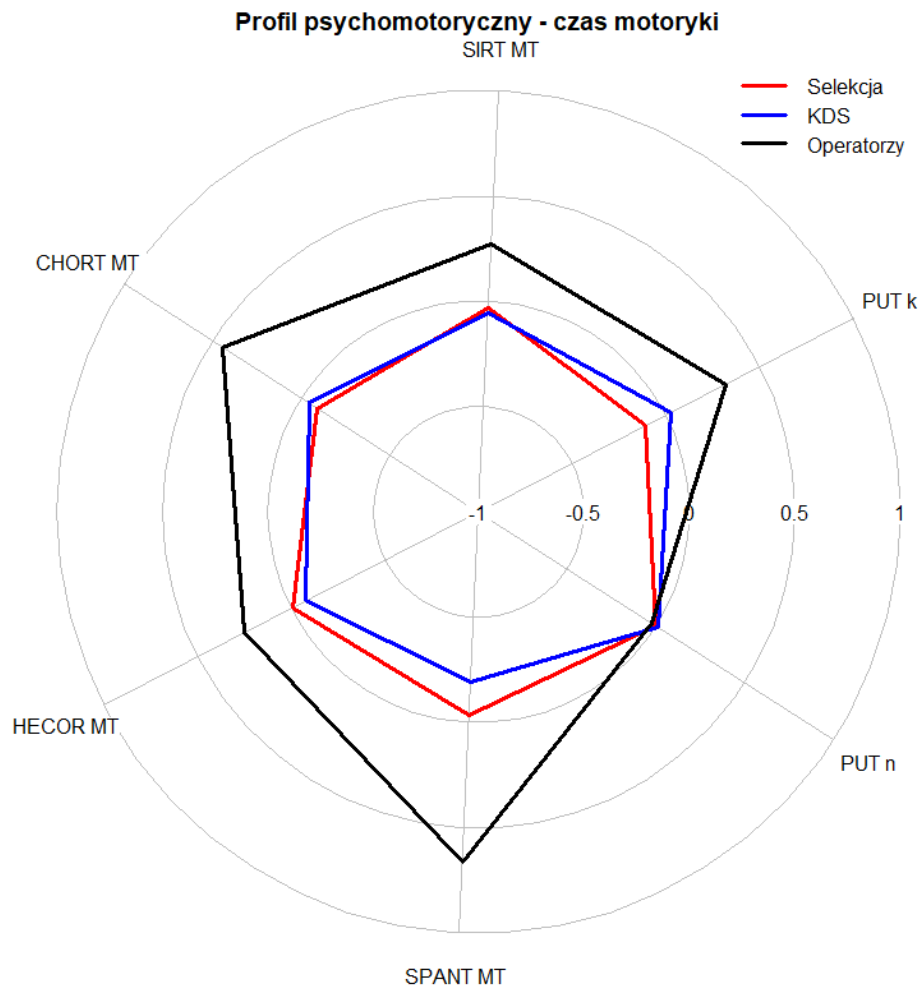
Rycina 4: Wykres radarowy - profil motoryczny

Profil psychomotoryczny określono za pomocą czasu reakcji (Rysunek 5) oraz czasu motoryki (Rysunek 6). Należy pamiętać, że w obu przypadkach krótszy czas oznacza wyższy poziom danej zdolności. Analiza czasu reakcji wykazała, że grupa Selekcji charakteryzuje się najkrótszym czasem reakcji w każdym przeprowadzonym teście. Grupa KDS osiągnęła najdłuższe czasy reakcji w teście SPANT oraz HECOR, natomiast Operatorzy uzyskali najdłuższe czasy reakcji w teście CHORT oraz SIRT.



Rycina 5: Wykres radarowy - profil psychomotoryczny dla czasu reakcji

Charakterystyka czasu motoryki (rysunek 6) wykazała, że grupa Selekcji cechuje się najkrótszym czasem w teście PUT dla bodźców krytycznych oraz teście CHORT. Najkrótszym czasem motoryki w teście SPANT, HECOR oraz SIRT cechuje się grupa KDS. Operatorzy cechują się najdłuższym czasem motoryki w każdym teście poza bodźcami neutralnymi w teście PUT. Podobny czas motoryki w teście PUT dla bodźców neutralnych osiągnęły wszystkie grupy.



Rycina 6: Wykres radarowy - profil psychomotoryczny dla czasu motoryki

## 5. Dyskusja

Głównym celem badań było określenie profilu motorycznego i psychomotorycznego kandydata na Operatora JWS na różnych etapach szkolenia wojskowego na przykładzie JW GROM. Badania polegały na analizie zdolności motorycznych oraz psychomotorycznych na poszczególnych etapach szkolenia wojskowego. Miało to na celu zaobserwowanie, jakie zmiany zachodzą u żołnierzy po przejściu selekcji oraz szkoleń wojskowych. Tak obszerne badania dotychczas nie zostały wykonane na żołnierzach JWS. Ocena sprawności fizycznej pod kątem optymalizacji przygotowania motorycznego i psychomotorycznego kandydata na Operatora JWS umożliwi skuteczne planowanie procesu selekcji oraz szkolenia.

Analiza wysokości i masy ciała nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami. Średnia wysokość ciała kandydatów i Operatorów JW GROM jest równa  $181,55 \pm 4,36$  cm, natomiast masa ciała wynosi  $83,91 \pm 6,72$  kg. Kandydaci do australijskich JWS podczas selekcji charakteryzowali się wysokością ciała  $180,6 \pm 5,5$  cm oraz masą ciała  $82,3 \pm 7,1$  kg. Podczas następnej selekcji średnia wysokość ciała wynosiła  $182,5 \pm 6,7$ , a masa ciała była równa  $85,4 \pm 9,1$  kg (Hunt i wsp. 2013). Badanie przeprowadzone na jedenastu funkcjonariuszach SWAT pokazało, że charakteryzują się średnią wysokością ciała  $177,8 \pm 6,3$ , a ich przeciętna masa ciała wynosi  $85,8 \pm 9,5$  kg (Pryor i wsp. 2012). 25 żołnierzy sił zbrojnych Chorwackiego Batalionu Specjalnego cechowało się wysokością ciała  $178,64 \pm 6,91$  i ważyli średnio  $81,42 \pm 9,18$  kg (Sporiš i wsp. 2012). Średnia wysokość ciała tunezyjskich komandosów jednostki specjalnej Gwardii Narodowej w badaniu Dhabbi, Chamari i wsp. (2016) był na poziomie  $179,52 \pm 3,98$  cm, a masa ciała wynosiła  $74,9 \pm 5,08$  kg. U żołnierzy amerykańskiej jednostki specjalnej US Army Ranger zaobserwowano wysokość ciała równą  $176,1 \pm 7,8$  i przeciętną masę ciała  $78,4 \pm 8,7$  kg (Nindl i wsp. 2007). Średnia wysokość ciała Operatorów norweskich JWS wynosi  $182 \pm 6$  cm, natomiast średnia masa ciała jest równa  $79,4 \pm 5,1$  kg (Solberg i wsp. 2015). Żołnierze brytyjskich JWS cechowali się wysokością ciała  $180,1 \pm 6,3$  cm i masą ciała  $79,3 \pm 6,5$  kg (Simpson i wsp. 2017). Niemieccy policjanci jednostki specjalnej cechowali się także podobną wysokością ciała ( $182,4 \pm 6,0$  cm) i masą ciała ( $83,1 \pm 7,1$  kg) (Zwingmann i wsp. 2021). Przedstawione wyniki pokazują, że Operatorzy JWS w różnych krajach charakteryzują się wysokością i masą ciała na podobnym poziomie.

Także wskaźnik BMI w każdej z trzech grup miał zbliżoną wartość, a średnia wszystkich obserwacji wynosiła  $25,43 \pm 1,74$ . Otrzymany rezultat według literatury wskazuje na nadwagę kandydatów oraz Operatorów JW GROM (Nalepa i wsp.

2016). W przeprowadzonym badaniu na 120 żołnierzach polskich jednostek Kawalerii Powietrznej zaobserwowano, że u 52% badanych wskaźnik BMI również wskazywał na nadwagę, a średnia arytmetyczna wszystkich obserwacji była równa  $25,6 \pm 2,6$  (Anyżewska i wsp. 2020). Należy jednak pamiętać, że wskaźnik BMI w sposób niemiarodajny określa tkankę tłuszczową u osób o ponadprzeciętnej masie mięśniowej m.in. u osób aktywnych fizycznie czy u żołnierzy (Tafeit i wsp. 2019). Rekruci do elitarniej portugalskiej jednostki policji cechowali się wskaźnikiem BMI na poziomie  $25,3 \pm 2,1$  (Sá i wsp. 2022). Również na podobnym poziomie wskaźnik BMI wykazano w badaniu Nindl i wsp. (2007) u żołnierzy US Army Rangers ( $25,6 \pm 4,2$ ). Wyższy wskaźnik BMI zaobserwowano u funkcjonariuszy SWAT, który był równy  $27,1 \pm 2,5$  (Pryor i wsp. 2012). U tunezyjskich komandosów wskaźnik BMI był niższy i wynosił  $23,26 \pm 1,65$  (Dhahbi, Chamari i wsp. 2016). Niższy wskaźnik BMI ( $24,2 \pm 1,6$ ) wykazano także w badaniu przeprowadzonym przez Sperlich i wsp. (2011) na 120 członkach Oddziału JWS. 50% Operatorów austriackiej antyterrorystycznej jednostki specjalnej Cobra charakteryzuje się wskaźnikiem BMI nie większym niż 24,6 (Tafeit i wsp. 2019). Porównanie Operatorów JWS w różnych krajach pokazuje, że wskaźnik BMI jest na bardzo zbliżonych poziomach.

Zawodowi piłkarze charakteryzują się zbliżoną wysokością ciała ( $180,3 \pm 5,6$  cm) oraz niższą masą ciała ( $75,2 \pm 7,2$  kg). Niższa średnia masa ciała skutkuje także niższym wskaźnikiem BMI, który wynosi  $23,1 \pm 1,6$  (Gardasevic i Bjelica 2020). Piłkarze ręczni cechowali się wyższą masą ciała ( $86,6 \pm 7,5$  kg) oraz wysokością ciała ( $188,2 \pm 6,1$  cm). Ich wskaźnik BMI jest na poziomie  $24,5 \pm 1,7$ . Siatkarze wykazali wyższą masę ciała ( $92,6 \pm 7,9$  kg) oraz wysokość ciała ( $198,5 \pm 3,9$  cm), natomiast wskaźnik BMI jest niższy ( $23,5 \pm 2,1$ ) (Masanovic, Gardasevic i wsp. 2021). Średnia wysokość ciała koszykarzy wynosi  $199,5 \pm 7,4$  cm, a masa ciała  $99,6 \pm 11,6$  kg, co daje wyższe wartości niż u kandydatów i Operatorów JW GROM. W przypadku wskaźnika BMI jest on dość zbliżony ( $24,9 \pm 1,4$ ) (Masanovic, Popovic i wsp. 2019). Niewiele wyżsi od kandydatów i Operatorów JW GROM, są zawodnicy Rugby ( $182,5 \pm 6,5$  cm), natomiast masa ciała jest znacząco wyższa ( $95,3 \pm 11,3$  kg) (Harley i wsp. 2011). W przypadku zawodników sztuk walki, masa i wysokość ciała są niewiele niższe od kandydatów i Operatorów JW GROM i wynoszą odpowiednio  $80,9 \pm 12,3$  kg i  $179,6 \pm 6$  cm (Durkalec-Michalski i wsp. 2016). Wskaźnik BMI zawodników sportów walki jest także na podobnym poziomie ( $25,1 \pm 3,8$ ) (Schwartz i wsp. 2015).

Najwyższy średni poziom tkanki tłuszczowej został zaobserwowany u Operatorów ( $12,32 \pm 3,23\%$ ), a grupa Selekcji cechowała się najniższym poziomem tkanki tłuszczowej ( $10,93 \pm 2,32\%$ ). Konsekwencją przyrostu tkanki tłuszczowej na po-

szczególnych etapach selekcji i szkolenia jest spadek beztłuszczowej masy ciała oraz zawartości wody w organizmie. Warto podkreślić że analiza procentowej zawartości tkanki tłuszczowej na różnym etapie selekcji i szkolenia nie wykazała istotnych statystycznie różnic. Średnia procentowej zawartości tkanki tłuszczowej dla wszystkich kandydatów i Operatorów JW GROM jest równa  $11,43 \pm 2,46\%$ . Wyższy poziom procentowej zawartości tkanki tłuszczowej zaobserwowali Pryor i wsp. (2012), gdzie funkcjonariusze SWAT charakteryzowali się średnią  $18,0 \pm 3,0\%$ . Tkanka tłuszczowa u funkcjonariuszy SWAT była mierzona za pomocą pomiarów fałdów skórnych (klatka piersiowa, brzuch i plecy) i wykorzystano metodę Jacksona-Pollacka (Pryor i wsp. 2012). Metodę bioimpedancji wykorzystał w swoich badaniach Solberg i wsp. (2015) na norweskich Operatorach jednostki specjalnej. Zaobserwowano podobną zawartość procentowej tkanki tłuszczowej, która u norweskich Operatorów wynosi  $11,5 \pm 2,7\%$ . Wyniki na podobnym poziomie uzyskali również Sporiš i wsp. (2012), którzy przeprowadzili pomiary procentowej tkanki tłuszczowej na chorwackich żołnierzach SOB (Batalion Operacji Specjalnych ang. Special Operations Battalion). Grupę kontrolną stanowili żołnierze, którzy ukończyli podstawowy kurs armii chorwackiej, natomiast nie uczestniczyli w szkoleniu podstawowych SOB. Przed wprowadzeniem programu szkoleniowego w obu grupach, żołnierze SOB charakteryzowali się mniejszą procentową zawartością tkanki tłuszczowej ( $11,31 \pm 4,12\%$ ) niż grupa kontrolna ( $12,45 \pm 4,84\%$ ). Pomiar procentowej zawartości tkanki tłuszczowej przeprowadzono metodą pomiaru fałdów skórnych i obliczono zgodnie z równaniem Siri (Sporiš i wsp. 2012).

Wyższą procentową zawartością tłuszczu cechują się zawodnicy sportów walki, u których zaobserwowano  $16,6 \pm 7\%$  FAT za pomocą metody trzech fałdów skórno-tłuszczowych (Schwartz i wsp. 2015). W przypadku zawodników rugby analizę tkanki tłuszczowej przeprowadzono za pomocą absorpcjometrii rentgenowskiej o podwójnej energii (DXA) w trzech różnych etapach trwania sezonu. Najniższą procentową zawartość tkanki tłuszczowej zaobserwowano w okresie przedsezonowym i wynosiła  $15,21 \pm 3,55\%$ , i jest to również wyższa wartość niż u kandydatów i Operatorów JW GROM (Harley i wsp. 2011). Wyższą zawartością tkanki tłuszczowej charakteryzowali się także siatkarze, była ona na poziomie  $13,57 \pm 2,52\%$  (Masanovic, Gardasevic i wsp. 2021). Zawodnicy trenujący piłkę nożną cechują się natomiast niższą procentową zawartością tkanki tłuszczowej ( $9,98 \pm 3,18\%$ ), którą wyznaczono za pomocą analizatora składu ciała Tanita BC-418MA (wykorzystano tryb „sportowiec”) (Gardasevic i Bjelica 2020). Zbliżoną wartość FAT zaobserwowano u piłkarzy ręcznych, która wynosiła  $12,41 \pm 2,65\%$ . Koszykarze uzyskali najbardziej zbliżoną wartość FAT ( $11,54 \pm 1,97\%$ ), pomiar tkanki tłuszczowej wykonano u nich za pomocą pomiarów

fałdów skórnych (Masanovic, Popovic i wsp. 2019).

Średnia wszystkich obserwacji kandydatów i Operatorów JW GROM, dotycząca FFM, jest równa  $74,24 \pm 5,26$  kg. Analiza składu ciała u żołnierzy USA, którzy ukończyli 64-dniowy kurs kwalifikacyjny JWS, wykazała, że przed kursem charakteryzowali się FFM na poziomie  $70 \pm 5,8$ , natomiast po jego ukończeniu  $68,7 \pm 5,6$ . Ocena została wykonana za pomocą metody pomiarów grubości fałdów skórnych, a FFM wyznaczono przy użyciu równania Durnina i Womersleya (Margolis, Rood i wsp. 2013). Porównanie żołnierzy JWS, żołnierzy wojsk konwencjonalnych oraz rekrutów wykazało, że żołnierze JWS cechują się najwyższym poziomem FFM ( $71 \pm 4,8$ ). Analiza składu ciała została wykonana za pomocą bioimpedancji elektrycznej z wykorzystaniem urządzenia Omron BF508 (De Bry i wsp. 2020). Warto zaznaczyć, że żołnierze duńskich JWS w badaniu Thorlund i wsp. (2011) cechowali się podobnym FFM ( $72,5 \pm 1,8$ ) do Operatorów JW GROM ( $73,10 \text{ kg} \pm 6,18 \text{ kg}$ ), natomiast po 8-dniowych ćwiczeniach FFM u duńskich żołnierzy zmniejszyło się do wartości  $68,9 \pm 1,3$  kg. Ocena składu ciała została przeprowadzona za pomocą bioimpedancji elektrycznej z wykorzystaniem Tanity BC 418MA (Thorlund i wsp. 2011). Spadek beztłuszczowej masy ciała zaobserwowano także u amerykańskich żołnierzy, którzy uczestniczyli w 9-miesięcznej misji w Afganistanie (Sharp i wsp. 2008). Farina, Thompson i wsp. (2022) uważa, że wyższy poziom FFM jest predyktorem lepszych wyników podczas selekcji w długotrwałych marszach z obciążeniem.

U zawodników trenujących zapasy grecko-rzymskie, ważących średnio 75 kg, beztłuszczowa masa ciała wynosiła  $62,3 \pm 11,2$  kg (Baranauskas i wsp. 2022). Badanie przeprowadzone przez Reale i wsp. (2020) na zawodnikach trenujących różne sztuki walki, wykazało, że średnia beztłuszczowa masa ciała również była niższa od kandydatów i Operatorów JW GROM ( $61,1 \pm 9,7$  kg). Niższą zawartość tkanki beztłuszczowej zaobserwowano także u zawodników piłki nożnej ( $64 \pm 7,1$  kg), która została określona za pomocą bioimpedancji elektrycznej (Spehnyak i wsp. 2021). Podobnie zawodnicy trenujący koszykówkę i siatkówkę cechują się niższą wartością FFM, u których wynosi odpowiednio  $66,72 \pm 2,28$  kg i  $63,13 \pm 5,39$  kg (Gaurav i wsp. 2010). Analiza beztłuszczowej masy ciała u zawodników Rugby wykazała, że najniższą FFM zaobserwowano po sezonie ( $76,21 \pm 9,44$  kg), natomiast była ona wyższa niż u kandydatów i Operatorów JW GROM (Harley i wsp. 2011). Zbliżoną zawartością beztłuszczowej masy ciała do kandydatów i Operatorów JW GROM cechują się obrońcy w futbolu amerykańskim, która wynosi  $73,4 \pm 5,3$  kg). Warto zaznaczyć, że obrońcy futbolu amerykańskiego ważyli  $103,8 \pm 15,6$  kg (Turnagöl 2016).

W przypadku analizy TBW kandydaci i Operatorzy JW GROM wykazali  $50,74 \pm$

3,90 kg zawartości wody w organizmie. Żołnierze JWS w badaniu Tharion, Baker-Fulco i wsp. (2004) charakteryzowali się wyższym TBW ( $47,9 \pm 2,8$ ) niż żołnierze odpowiedzialni za typowe zadania w armii ( $42,4 \pm 3,9$ ). Do wyznaczenia TBW wykorzystano metodę podwójnie oznakowanej wody (Tharion, Baker-Fulco i wsp. 2004). Metodę bioimpedancji elektrycznej wykorzystano u pilotów samolotów wojskowych. Wykazano, że piloci cechują się zawartością wody w organizmie na poziomie 46,72 l, czyli mniej niż kandydaci i Operatorzy JW GROM (Bustamante-Sánchez i Clemente-Suárez 2020). Wyższą wartość TBW zaobserwowano u żołnierzy Korpusu Piechoty Morskiej USA ( $62,8 \pm 5,0$  l), która została oszacowana przy użyciu równania predykcyjnego (Potter i wsp. 2022). Johnson i wsp. (2019) porównali TBW u kadetów Korpusu Szkoleniowego Oficerów Rezerwy na różnym poziomie szkolenia. Badania wykazały, że kadeci na wyższym poziomie cechują się wyższą zawartością wody w organizmie. Analizę przeprowadzono za pomocą bioimpedancji elektrycznej (Johnson i wsp. 2019).

Niższą wartością TBW cechują się zawodnicy trenujący piłkę nożną ( $46,9 \pm 5,2\%$ kg), u których analiza składu ciała przeprowadzona była za pomocą bioimpedancji elektrycznej (Spehnyak i wsp. 2021). U piłkarzy ręcznych zaobserwowano  $60 \pm 5,4$  kg TBW przed 5-tygodniowym okresem treningowym poprzedzającym sezon, natomiast po okresie treningowym TBW wynosiło  $61,1 \pm 6$  kg (Cichy i wsp. 2020). Analiza TBW u siatkarzy wykazała, że u zawodników grających na najwyższym poziomie wynosi średnio  $56,4 \pm 4,9$  l, natomiast im niższa liga, tym TBW jest niższe. Wartość TBW kandydatów i Operatorów JW GROM jest najbardziej zbliżona do zawodników grających na 3. poziomie rozgrywkowym (TBW =  $51,2 \pm 5,5$  l) (Campa i Toselli 2018). Zawodnicy trenujący sporty walki także wykazali podobny poziom TBW ( $49,7 \pm 6,0$  kg), który został zmierzony za pomocą bioimpedancji elektrycznej (Durkalec-Michalski i wsp. 2016).

Przy porównaniu uzyskanych wyników z innymi badaniami, dotyczącymi składu ciała, należy pamiętać, że metody pomiarowe różnią się precyzją oraz dokładnością (Kuriyan 2018).

Ocena siły prostowników i zginaczy kończyny górnej wykazała, że najwyższą siłą cechuje się grupa Selekcji, natomiast najniższą siłą zaobserwowano u Operatorów. Istotnie statystycznie różnice zaobserwowano tylko przy analizie siły prostowników lewej kończyny górnej. Podobną zależność zaobserwowano dla siły dłoni, jednak różnica nie jest istotna statystycznie. Wyniki sugerują, że kandydaci na Operatora, którzy ukończyli etap górski selekcji, charakteryzują się odpowiednim poziomem siły mięśniowej kończyn górnych. Rohde i wsp. (2015) wysnuli wniosek, że masa i siła mięśniowa są ważnymi czynnikami do efektywnej pracy z obciążeniami, z którymi

żołnierze mają do czynienia. Funkcjonariusze SWAT także zaznaczają, że siła mięśniowa jest kluczowa podczas wykonywania zadań bojowych (J. J. Dawes i wsp. 2016). Dlatego Marins i wsp. (2020) sugeruje, że siła mięśniowa powinna być jednym z głównych celów treningowych u funkcjonariuszy w brazylijskich jednostkach operacji specjalnych. Niestety brakuje standaryzacji testów oceniających poziom siły mięśniowej, co utrudnia porównanie sprawności mięśniowo-szkieletowej pomiędzy innymi badaniami, gdyż badania mogą różnić się kątami w stawach podczas pomiaru, rodzajem pracy mięśni, sprzętem lub protokołem pomiarowym (Colmenero i wsp. 2014; Zwingmann i wsp. 2021).

Izometryczna metoda pomiaru siły zgięcia stawu łokciowego oraz siły ścisku dłoni została także wykorzystana podczas badań na żołnierzach niemieckich sił zbrojnych. W badaniu przeprowadzonym na austriackich żołnierzach wykazano, że poziom izometrycznej siły kończyn górnych jest powiązany z wyszkoleniem górskim (Hölzl 2017). Zwingmann i wsp. (2021) wykorzystując izometryczną metodę pomiaru siły kończyn górnych stwierdził, że funkcjonariusze cechują się siłą zbliżoną do zawodników trenujących sporty walki. Izometryczną metodę pomiaru siły stawu łokciowego wykorzystał także Follmer i wsp. (2017) w celu analizy siły u zawodników trenujących brazylijskie jiu-jitsu w różnych kątach w stawie. Podobnie jak u kandydatów i Operatorów JW GROM, zginacze stawu łokciowego cechowały się większą siłą izometryczną od prostowników. Zaobserwował także, że najwyższe momenty sił dla prostowników stawu łokciowego zawodnicy uzyskali przy kącie  $105^\circ$ , natomiast dla zginaczy przy kącie  $75^\circ$  (Follmer i wsp. 2017).

Inną metodą pomiaru siły jest wykonanie jednego powtórzenia z maksymalnym obciążeniem (1RM). Pryor i wsp. (2012) wykorzystali metodę 1RM podczas wyciskania sztangi na ławce w celu oceny siły mięśniowej funkcjonariuszy SWAT. Ta sama metoda oceny siły została przeprowadzona na chorwackich żołnierzach SOB (Sporiš i wsp. 2012). Hunt i wsp. (2013) m.in. oceniali siłę górnej części ciała za pomocą maksymalnej ilości ugięć ramion w podporze przodem. Badania miały ocenić, które zdolności motoryczne mogą przewidywać sukces ukończenia selekcji do austrijskich JWS. Stwierdzono, że siła może być istotnym predyktorem określającym, czy kandydat ukończy pozytywnie selekcję (Hunt i wsp. 2013).

Dość częstym porównywalnym pomiarem siły wykonanym w warunkach laboratoryjnych jest siła ścisku dłoni. Kandydaci oraz Operatorzy JW GROM cechują się średnią siłą ścisku lewej dłoni o wartości  $56,83 \pm 7,50$  kg, a dla prawej dłoni średnia wynosi  $58,77 \pm 7,54$ . Funkcjonariusze jednostek policji ds. operacji specjalnych charakteryzowali się średnią siłą dłoni na poziomie  $549 \pm 94$  N. Jest to wartość uśredniona z siły lewej oraz prawej dłoni. Poziom siły ścisku dłoni funkcjonariuszy

SOP (ang. SOP- Special Operations Police) jest nieco niższy niż poziom kandydatów i Operatorów JW GROM (Zwingmann i wsp. 2021). Ocenę siły ścisku dłoni przeprowadzono także na niemieckich żołnierzach, którzy charakteryzują się siłą dłoni na poziomie  $547,3 \pm 79,1$  N (Rohde i wsp. 2015). W badaniu przeprowadzonym przez Copay i Charles (2001) zaobserwowano istotną statystycznie niską korelację pomiędzy siłą ścisku dłoni a celnością strzału z broni palnej. Ponadto siła ścisku dłoni jest kluczowa w zadaniach bojowych m.in. desant po linie z helikopterów, techniki walki wręcz, wspinaczka górską (Zwingmann i wsp. 2021).

Cronin i wsp. (2017) zaznacza, że poziom siły ścisku dłoni może być związany ze wzorcami ruchowymi w danych dyscyplinach sportowych. W przypadku zawodników koszykówki najwyższą siłą dłoni cechują się gracze na pozycji środkowych, którzy osiągnęli  $46,8 \pm 13,75$  kg dla dominującej dłoni (Gledson i wsp. 2018). Iermakov i wsp. (2016) zaobserwował, że zawodnicy sztuk walki, opierający się na rzutach i chwytach przeciwnika, charakteryzują się wyższą siłą ścisku dłoni, niż zawodnicy, którzy bazują na uderzeniach. Zawodnicy, którzy wykorzystują rzuty i chwyt przeciwnika, osiągnęli jednak niższą siłę ścisku zarówno lewej ( $43,82 \pm 3,80$  kg) jak i prawej dłoni ( $46,55 \pm 4,39$  kg) od kandydatów i Operatorów JW GROM (Iermakov i wsp. 2016). Kandydaci i Operatorzy JW GROM uzyskali nieco wyższe wartości także od zawodników judo niezależnie od kategorii wiekowej, u których najwyższa średnia siła ścisku dłoni wynosiła 54 kg (Franchini, Schwartz i wsp. 2020). Badanie przeprowadzone na niemieckich funkcjonariuszach jednostek policji ds. operacji specjalnych wykazało, że charakteryzują się przeciętnie wyższą siłą izometryczną od zawodowych sportowców. Podobne wartości siły do funkcjonariuszy SOP uzyskali zawodnicy dyscyplin sportowych, które wiążą się z kontaktem fizycznym z przeciwnikiem lub wykorzystywane są zewnętrzne urządzenia sportowe np. wioślarze, ciężarowcy (Zwingmann i wsp. 2021). Zbliżone rezultaty siły ścisku dłoni do kandydatów i Operatorów JW GROM uzyskali także początkujący zawodnicy siłujący się na rękę (lewa dłoń=  $56,90 \pm 2,36$  kg, prawa dłoń=  $57,53 \pm 2,28$  kg). Doświadczeni zawodnicy osiągnęli jednak wyższe wartości zarówno dla lewej jak i prawej dłoni, których siła wynosiła odpowiednio  $63,09 \pm 3,48$  kg i  $63,71 \pm 3,65$  kg (Podrihalo i wsp. 2020).

Analiza parametrów uzyskanych w teście Wingate oceniającym zdolności beztlenowe nie wykazała istotnych statystycznie różnic. Wyjątkiem była analiza parametrów wskaźnika spadku mocy i indeksu zmęczenia, która wykazała istotne statystycznie różnice pomiędzy grupami. Najlepszymi wynikami dla wskaźnika spadku mocy i indeksu zmęczenia charakteryzuje się grupa KDS. Z drugiej strony należy zaznaczyć, że grupa KDS uzyskała najniższą moc szczytową, która warunkuje wskaźnik

spadku mocy oraz indeks zmęczenia. Może być to spowodowane długotrwałym rygorystycznym treningiem podczas kursu bazowego, który uważany jest za najbardziej wymagający etap podczas selekcji i szkolenia kandydatów na Operatora JW GROM (Romański 2020).

Protokół Wingate został wykorzystany na żołnierzach armii amerykańskiej (Crawford i wsp. 2011). Badanie wykazało, że żołnierze z niższą zawartością tkanki tłuszczowej cechowali się lepszą wydolnością beztlenową. Crawford i wsp. (2011) zaznacza również, że gwałtowny spadek wydolności beztlenowej następuje powyżej 20% tkanki tłuszczowej. W badaniu Nagai i wsp. (2017), analizowano czy moc beztlenowa może być predyktorem urazów układu mięśniowo-szkieletowego u żołnierzy. W przypadku mocy wyjściowej grupa, która doznała urazu cechowała się szczytową mocą beztlenową na poziomie  $12,7 \pm 2,0$  W/kg, a średnia moc beztlenowa wynosiła  $7,5 \pm 1,0$  W/kg. U żołnierzy, którzy nie doznali kontuzji, szczytowa moc beztlenowa była równa  $13,6 \pm 2,0$  W/kg a średnia moc beztlenowa  $7,8 \pm 1,0$  W/kg. Stwierdzono, że szczytowa moc beztlenowa może zmniejszyć ryzyko urazu (Nagai i wsp. 2017). Kandydaci i Operatorzy JW GROM cechują się niższą szczytową mocą anaerobową ( $11,64 \pm 0,80$  W/kg), natomiast średnią moc beztlenową osiągnęli wyższą ( $8,89 \pm 0,64$  W/kg). Należy jednak zaznaczyć, że test Wingate wykonany przez Nagai i wsp. (2017) został przeprowadzony na oporze zewnętrznym na poziomie 9% masy ciała, a opór zewnętrzny dla kandydatów i Operatorów JW GROM był równy 8,5% masy ciała. Zagatto i wsp. (2009), przeprowadzając test Wingate na żołnierzach, wykorzystali opór zewnętrzny wynoszący 7,5%. Uczestnicy badania cechują się niższą mocą szczytową ( $695,46 \pm 107,46$  W), mocą średnią ( $555,20 \pm 77,30$  W), mocą anaerobową ( $10,17 \pm 1,54$  W/kg) oraz pojemnością anaerobową ( $8,10 \pm 1,03$  W/kg) od kandydatów i Operatorów JW GROM (moc szczytowa=  $976,59 \pm 102,97$  W; moc średnia=  $740,84 \pm 80,83$  W; moc anaerobowa=  $11,64 \pm 0,80$  W/kg; pojemność anaerobowa=  $8,89 \pm 0,64$  W/kg). Warto zaznaczyć, że żołnierze w badaniu Zagatto i wsp. (2009) osiągnęli lepszy indeks zmęczenia ( $36,01 \pm 8,79\%$ ) od kandydatów i Operatorów JW GROM ( $43,69 \pm 4,95\%$ ).

Zawodnicy trenujący piłkę nożną osiągnęli moc szczytową w teście Wingate na poziomie  $642,5 \pm 111,4$  W, natomiast stawiany opór wynosił 7,5% masy ciała. Dodatkowo wyznaczono moc średnią ( $487,4 \pm 78,8$  W), indeks zmęczenia ( $55,4 \pm 6,9\%$ ), moc anaerobową ( $9,3 \pm 1,0$  W/kg) oraz pojemność anaerobową ( $7,1 \pm 0,6$  W/kg) (Song i wsp. 2021). Kandydaci i Operatorzy JW GROM w każdym przypadku osiągnęli lepsze rezultaty od piłkarzy nożnych. U kolarzy zaobserwowano niewiele niższą moc szczytową ( $907,3 \pm 150,5$ ) oraz moc średnią ( $649,8 \pm 200,1$  W), natomiast uzyskali lepszą moc anaerobową ( $12,8 \pm 0,9$  W/kg) oraz pojemność anaerobową

( $9,1 \pm 1,7$  W/kg). Dodatkowo kolarze cechują się niższym wskaźnikiem zmęczenia, który wynosi  $33,8 \pm 4,6\%$  (Queiroga i wsp. 2013). Kandydaci i Operatorzy JW GROM cechują się także wyższą mocą szczytową i mocą średnią od hokeistów, którzy osiągnęli odpowiednio  $757 \pm 108$  w i  $539 \pm 56$  W. Dodatkowo hokeiści osiągnęli słabszy indeks zmęczenia wynoszący  $48 \pm 9\%$ . Z drugiej strony hokeiści charakteryzują się lepszym rezultatem mocy anaerobowej ( $12,4 \pm 1,6$  W/kg), a pojemność anaerobowa jest na zbliżonym poziomie ( $8,8 \pm 0,7$  W/kg) (Aziz i Chuan 2004). Test Wingate został także przeprowadzony na zawodnikach podnoszących ciężary i zapaśnikach. Zawodnicy uprawiający podnoszenie ciężarów uzyskali wyższą moc anaerobową ( $12,0 \pm 1,74$  W/kg) od kandydatów i Operatorów JW GROM, natomiast zapaśnicy osiągnęli niższy wynik ( $10,2 \pm 1,57$  W/kg) (Krishnan i wsp. 2017). Zbliżoną moc szczytową oraz moc średnią do kandydatów i Operatorów JW GROM osiągnęli koszykarze, którzy uzyskali odpowiednio  $955,31 \pm 117,86$  W oraz  $702,81 \pm 79,26$  W. Jednak indeks zmęczenia u koszykarzy jest na gorszym poziomie ( $54,67 \pm 7,34\%$ ) (Alemdaroglu 2012). Farzad i wsp. (2011) zaobserwował moc szczytową u zapaśników przed i po interwałowym programie treningowym. Przed programem treningowym zapaśnicy cechowali się podobną mocą szczytową ( $954,5 \pm 314,0$  W), natomiast po okresie treningowym moc szczytowa wzrosła do  $1137,2 \pm 446,2$  W. Podobny wzrost mocy po treningu interwałowym zaobserwowano u zawodników trenujących judo. Przed wprowadzeniem treningu interwałowego, cechowali się wyższą mocą anaerobową od kandydatów i Operatorów JW GROM, która była równa  $12,84 \pm 1,33$  W/kg, a po 4 tygodniach treningu wzrosła ona do  $15,33 \pm 1,34$  W/kg. W przypadku pojemności anaerobowej występuje podobna zależność, gdzie przed programem treningowym pojemność anaerobowa wynosiła  $9,43 \pm 1,10$  W/kg, natomiast po 4 tygodniach była równa  $11,37 \pm 1,88$  W/kg (Kim i wsp. 2011). Kandydaci oraz Operatorzy JW GROM uzyskali zbliżone wartości mocy anaerobowej oraz pojemności anaerobowej do płotkarzy specjalizujących się w biegu na 400 m przez płotki. Wartość mocy anaerobowej wynosiła  $11,80 \pm 0,77$  W/kg, natomiast pojemność anaerobowa była równa  $9,00 \pm 0,57$  W/kg (Iskra i wsp. 2015).

Grupa Selekcji charakteryzuje się najwyższymi parametrami, które określają zdolności tlenowe, natomiast wraz z etapem szkolenia wojskowego wartości  $VO_{2max}$ , VE,  $HR_{max}$  oraz dystans w 20-metrowym teście wahadłowym stopniowo spadają aż do momentu zostania Operatorem JW GROM. Wyniki sugerują, że podczas dalszego szkolenia oraz służby jako Operator parametry zdolności tlenowej ulegają pogorszeniu. Z drugiej strony należy zaznaczyć, że wraz z wiekiem od 25 roku życia poziom zdolności tlenowych stopniowo zmniejsza się (Jopkiewicz i Bogdan 2018; Nazar i Kozłowski 1984). Heebner i wsp. (2017) zaznacza, że zdolności tlenowe na wysokim

poziomie pozwalają nie tylko na długotrwałą i efektywną pracę ale i zmniejszają ryzyko kontuzji, na które Operatorzy JWS są narażeni. Dodatkowo wyższy poziom zdolności tlenowych może przyspieszyć restytucję po wysiłku beztlenowym (Tomlin i Wenger 2001).

W badaniu przeprowadzonym przez Pope, R. Herbert i wsp. (1999) stwierdzono, że rezultat w 20-metrowym teście wahadłowym może przewidywać rezygnację lub niepowodzenie w dalszym etapie podstawowego szkolenia wojskowego. 20-metrowy test wahadłowy w celu oceny zdolności tlenowych został wykorzystany u australijskich funkcjonariuszy SWAT, dla których etap ukończenia testu wynosił  $11,3 \pm 1,07$  (poziom 11 jest równy 2120 m) (Robinson i wsp. 2018). Zbliżony dystans pokonała grupa Selekcji, dla której średnia wynosi  $2128,95 \pm 231,64$ .

Kandydaci do JW GROM charakteryzują się wyższym maksymalnym pułapem tlenowym od Operatorów, gdyż grupa Selekcji oraz KDS uzyskały  $VO_{2max}$  odpowiednio na poziomie  $51,72 \pm 4,88$  i  $51,31 \pm 3,70$  ml/kg/min, natomiast Operatorzy JW GROM  $46,16 \pm 5,70$  ml/kg/min. Uważa się, że w wieku od 20 do 29 lat przeciętna wartość  $VO_{2max}$  powinna wynosić 44-51 ml/kg/min, natomiast wartości pomiędzy 51, a 56 ml/kg/min uznawane są za dużą zdolność tlenową. Dlatego dla osób w przedziale wiekowym 30-39 lat poziom przeciętny mieści się pomiędzy 40-47 ml/kg/min, a za duży poziom zdolności tlenowych uważa się 48-51 ml/kg/min (Nazar i Kozłowski 1984). Podsumowując grupa Selekcji charakteryzuje się poziomem  $VO_{2max}$  na granicy pomiędzy przeciętnym a dużym. Średnia wartość  $VO_{2max}$  u grupy KDS znajduje się pomiędzy dużym a bardzo dużym, natomiast Operatorzy JW GROM cechują się przeciętnym poziomem  $VO_{2max}$ . Średnia wartość  $HR_{max}$  kandydatów i Operatorów JW GROM była równa  $188,84 \pm 8,33$  bpm i żadna grupa nie uzyskała średniej wartości powyżej 190 bpm. Analiza maksymalnego pułapu tlenowego u żołnierzy wojsk sił obronnych Izraela wykazała, że charakteryzują się niższą wartością  $VO_{2max}$ , która wynosiła u mężczyzn  $41,05 \pm 10,52$  ml/kg/min niż kandydaci oraz Operatorzy JW GROM ( $50,8 \pm 4,88$  ml/kg/min). Dodatkowo w badaniu nie zaobserwowano różnicy pomiędzy dwoma grupami żołnierzy, którzy zostali podzieleni ze względu na typy wykonywanych zadań podczas służby. Wydolność tlenową oceniono wykorzystując 6-minutowy test Astrand-Rhyming wykonany na cykloergometrze i  $VO_{2max}$  oszacowano za pomocą nomogramu Astrand-Rhyming (Huerta i wsp. 2004). U kadetów armii USA wykazano  $VO_{2max}$  na poziomie  $49,6 \pm 6,1$  ml/kg/min. Analiza została przeprowadzona na bieżni za pomocą protokołu Bruce'a (Thomas i wsp. 2004). Protokół Bruce'a wykorzystano także u funkcjonariuszy SWAT, którzy cechowali się  $VO_{2max}$  równym  $45,3 \pm 6,1$  ml/kg/min (Pryor i wsp. 2012). Pryor i wsp. (2012) zaznacza, że nie jest to wynik idealny i zaleca funkcjonariuszom skupienie się na

treningu aerobowym w celu poprawy i utrzymania najwyższego poziomu działania. Rekruci do portugalskiej jednostki specjalnej policji cechują się średnią wartością  $VO_{2max}$ , wynoszącą  $49,6 \pm 4,7$ . Wartość ta jest określana za pomocą przeprowadzonego testu Coopera (Sá i wsp. 2022). Ocenę  $VO_{2max}$  120 żołnierzy JWS przeprowadził także Sperlich i wsp. (2011) za pomocą progresywnego testu tlenowego na bieżni przy 1% nachyleniu. Żołnierze uczestniczący w badaniu charakteryzowali się wyższym pułapem tlenowym niż kandydaci i Operatorzy JW GROM, który był na poziomie  $57,4 \pm 4,2$  ml/kg/min. Dodatkowo osiągnęli wyższe wartości tętna maksymalnego, a średnia wynosiła  $190 \pm 7$  bpm (Sperlich i wsp. 2011). Simpson i wsp. (2017) przeprowadził analizę zdolności tlenowych brytyjskich żołnierzy JWS za pomocą progresywnego testu tlenowego na bieżni z plecakiem ważącym 20 kg. Ich średnie wartości  $VO_{2max}$  oraz  $HR_{max}$  wynoszące odpowiednio  $55 \pm 5,2$  ml/kg/min i  $196 \pm 10$  są wyższe niż u kandydatów i Operatorów JW GROM (Simpson i wsp. 2017).

W pracy Najafi i wsp. (2015) wykazano, że piłkarze nożni cechują się  $VO_{2max}$  na poziomie  $58,96 \pm 3,73$  ml/kg/min, czyli większym niż kandydaci i Operatorzy JW GROM. Ocena maksymalnego pułapu tlenowego u zawodników trenujących sporty walki za pomocą progresywnego testu na cykloergometrze wykazała, że cechują się wyższym  $VO_{2max}$  ( $57,9 \pm 6,7$  ml/kg/min) od kandydatów i Operatorów JW GROM. W przypadku  $HR_{max}$  osiągnęli podobną wartość jak Operatorzy JW GROM ( $183 \pm 9$  bpm) (Durkalec-Michalski i wsp. 2016). 20-metrowy test wahadłowy w celu oceny zdolności tlenowych przeprowadzono również na koszykarzach. Koszykarze cechowali się  $VO_{2max}$  wynoszącym średnio  $50,55 \pm 6,72$  ml/kg/min (Alemdaroglu 2012). Nieznacznie wyższy poziom osiągnęła grupa Selekcji i KDS, natomiast Operatorzy charakteryzują się niższym pułapem tlenowym. W pracy Gürhan i wsp. (2016) porównano zdolności tlenowe koszykarzy oraz piłkarzy ręcznych wykorzystując także 20-metrowy test wahadłowy. Koszykarze cechowali się  $VO_{2max}$  wynoszącym  $52,15 \pm 7,28$  ml/kg/min, czyli podobną wartością jak grupa Selekcji i KDS. Zawodnicy piłki ręcznej osiągnęli wartość  $46,65 \pm 2,94$  i jest to podobny poziom zdolności tlenowej jak Operatorzy JW GROM. W przypadku osiągniętego dystansu koszykarze pokonywali średnio  $1994 \pm 319,08$  m i jest to najbardziej zbliżony dystans do grupy KDS ( $2038,75 \pm 165,47$  m). Podobny dystans do piłkarzy ręcznych ( $1716,66 \pm 164,22$  m) zaobserwowano u Operatorów, którzy uzyskali  $1694,55 \pm 308,56$  m. Dodatkowo tętno maksymalne uzyskane w teście u koszykarzy ( $190,66 \pm 7,16$  bpm) także jest zbliżone do grupy KDS ( $189,72 \pm 7,61$  bpm) oraz Selekcji ( $189,72 \pm 9,12$  bpm). Tętno maksymalne piłkarzy ręcznych wynosiło  $180,08 \pm 6,15$  bpm, czyli zbliżona wartość do Operatorów, która cechowała się  $HR_{max}$  na poziomie  $183,08 \pm 6,29$  bpm (Gürhan

i wsp. 2016). 20-metrowy test wahadłowy wykonali także piłkarze nożni i uzyskali  $11,2 \pm 0,9$  poziom czyli pokonali podobny dystans co grupa Selekcji.  $HR_{max}$ , jakie otrzymali podczas testu, wynosiło  $190,4 \pm 9,3$  i jest ono zbliżone do grupy Selekcji oraz KDS (Nassis i wsp. 2010).

Analiza wykazała, że grupa Selekcji cechuje się najlepszą gibkością, która stopniowo spada wraz z dalszym etapem szkolenia wojskowego. Jednak nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic, więc nie można stwierdzić, że jest to znacząca zmiana poziomu gibkości w trakcie szkolenia i służby jako Operator JW GROM. Warto zaznaczyć, że test „siąść i dosięgnąć” jest silnie skorelowany z elastycznością ścięgna podkolanowego, co zapewnia wytworzenie większej mocy dla ruchów eksplozywnych, zapewniając bezpieczne wykonywanie zadań bojowych Operatorów (Pryor i wsp. 2012; Pori i wsp. 2010).

Brak istotnych zmian dotyczących poziomu gibkości może potwierdzić badanie przeprowadzone na chorwackich żołnierzach uczestniczących w szkoleniu SOB. W celu oceny poziomu gibkości wykorzystano także test „siąść i dosięgnąć”. Badanie nie wykazało istotnych statystycznie zmian dla gibkości po przebytych szkoleniu, które trwało 8 tygodni (Sporiš i wsp. 2012). Z drugiej strony u słowackich żołnierzów zaobserwowano istotną poprawę gibkości, która była oceniana także za pomocą testu „siąść i dosięgnąć” po 10-tygodniowym programie treningowym (Markovič 2018). Ponadto u norweskich Operatorów do Działań Specjalnych wykazano znaczną poprawę mobilności wykorzystując test FMS (ang. Functional Movement Screen) po 6-miesięcznym programie treningowym (Solberg i wsp. 2015). Protokół „siąść i dosięgnąć” wykorzystano także w badaniu sprawdzającym, które zdolności motoryczne są predyktorem ukończenia selekcji do JWS na przykładzie australijskich JWS (Hunt i wsp. 2013). Kandydaci, którzy ukończyli pozytywnie selekcję, osiągnęli średni wynik gibkości  $31,2 \pm 5,9$  cm, natomiast grupa, która nie ukończyła selekcji z powodzeniem,  $30,3 \pm 5,6$  cm. Jednak analiza prawdopodobieństwa testowego nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami (Hunt i wsp. 2013). Grupa kandydatów, która ukończyła pozytywnie Selekcję do JW GROM, cechowała się średnim wynikiem w teście „siąść i dosięgnąć” na poziomie  $34,18 \pm 7,20$  cm, co daje wyższy poziom gibkości. U nigeryjskich sił zbrojnych zaobserwowano wynik w teście „siąść i dosięgnąć” na poziomie  $31,02 \pm 5,43$  cm i jest on zbliżony do grupy KDS ( $31,56 \pm 8,52$  cm) oraz Operatorów JW GROM ( $31,00 \pm 4,16$  cm) (Suleiman i wsp. 2018). Wyższy poziom gibkości w teście „siąść i dosięgnąć” od kandydatów i Operatorów JW GROM osiągnął irański personel wojskowy, który cechuje się średnim wynikiem  $44 \pm 9,47$  cm (Hooman i wsp. 2014). Domingos-Gomes i wsp. (2017) porównując funkcjonariuszy policji wykazał, że funkcjonariusze z Batalionu

Operacji Specjalnych Policji charakteryzują się gibkością na wyższym poziomie niż funkcjonariusze z Batalionu Policji Ruchu Drogowego w teście „siąść i dosięgnąć”. Osiągnięty wynik przez funkcjonariuszy z Batalionu Operacji Specjalnych jest równy  $29,23 \pm 6,95$  cm i jest to niższy rezultat od kandydatów i Operatorów JW GROM ( $32,88 \pm 7,73$  cm).

Test „siąść i dosięgnąć” przeprowadzono także na piłkarzach ręcznych, siatkarzach oraz koszykarzach (Bhat 2017). Analiza wykazała, że najlepszy wynik osiągnęli koszykarze (27,8 cm), natomiast jest to gorszy rezultat niż wynik kandydatów i Operatorów JW GROM. W badaniu przeprowadzonym przez Shahbazi i wsp. (2011) zaobserwowano wyższy poziom gibkości u zawodników piłki ręcznej ( $39,07 \pm 7,28$  cm) niż u kandydatów i Operatorów JW GROM. Lepszy wynik w teście „siąść i dosięgnąć” osiągnęli także zawodnicy trenujący piłkę nożną, którzy cechowali się wynikiem  $38,84 \pm 7,60$  cm (Parpa i Michaelides 2021). U sprinterów zaobserwowano poziom gibkości na poziomie  $29,46 \pm 7,17$  cm i jest to niższy rezultat od kandydatów i Operatorów JW GROM (Gerakaki i wsp. 2013). Porównanie lekkoatletów ze względu na charakterystykę konkurencji (biegi długodystansowe, sprinterzy, dyscypliny skocznościowe, dyscypliny rzutowe m.in rzut oszczepem, rzut młotem) nie wykazało istotnych statystycznie różnic dotyczących poziomu gibkości (Sung i Ko 2017). Norjali Wazir i wsp. (2022) również przeprowadził porównanie sprinterów, skoczków oraz miotaczy i nie wykazał istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami. Sprinterzy ( $32,58 \pm 8,17$  cm) oraz skoczkowie ( $32,21 \pm 4,19$  cm) osiągnęli wynik, który jest zbliżony do kandydatów i Operatorów JW GROM ( $32,88 \pm 7,73$  cm). Franchini i HERRERA-VALENZUELA (2021) zaznacza na przykładzie zawodników judo, że kategoria wagowa także nie wpływa istotnie na poziom gibkości. Z drugiej strony Sheokand (2018) zaobserwował istotne statystycznie różnice dotyczące gibkości u biegaczy krótkodystansowych, średniodystansowych i długodystansowych, gdzie najlepszym poziomem gibkości cechowali się biegacze krótkodystansowi. Test „siąść i dosięgnąć” przeprowadzono również na zawodnikach trenujących różnego rodzaju sporty walki, którzy charakteryzowali się niższym wynikiem niż kandydaci i Operatorzy JW GROM ( $29,8 \pm 8,7$  cm). Najlepszy rezultat osiągnęli zawodnicy trenujący Kung-Fu ( $31,5 \pm 8,6$  cm) i jest on najbardziej zbliżony do grupy KDS oraz Operatorów JW GROM (Schwartz i wsp. 2015).

Najkrótszy średni czas w teście T-test określający zwinność uzyskała grupa Selekcji, natomiast najdłuższym czasem charakteryzuje się grupa KDS. Istotne statystycznie różnice zaobserwowano między grupą Selekcji a KDS. Uzyskane wyniki mogą sugerować, że podczas długotrwałego i wymagającego szkolenia KDS zaburzona zostaje zwinność żołnierzy, która w dalszym etapie służby w niewielkim stop-

niu poprawia się. Porównanie kandydatów i Operatorów JW GROM z innymi badaniami może być utrudnione z powodu metodyki przeprowadzania testów zwinności oraz nawierzchni, na jakiej wykonywane były pomiary. Horička i wsp. (2014) zaznacza, że na zwinność składa się nie tylko szybkość reakcji prostej, przyspieszenia, hamowania, zmiany kierunku biegu, ale obejmuje również zdolności percepcyjne m.in złożona reakcja na nieoczekiwane i zmienne bodźce występujące podczas gry sportowej czy zadania bojowego. Dodatkowo Jamro i wsp. (2022) zaznacza, że zbyt mało uwagi poświęca się zwinności żołnierza.

Podobny protokół jak u kandydatów i Operatorów JW GROM został przeprowadzony także na żołnierzach armii USA. Raya i wsp. (2013) wykonali dwie próby w celu sprawdzenia istotności efektu uczenia się, natomiast wyniki nie wykazały istotnych statystycznie różnic. Średni czas pierwszej próby wyniósł  $12,27 \pm 0,91$ , a średni czas drugiej próby  $12,19 \pm 0,97$  (Raya i wsp. 2013). Kandydaci oraz Operatorzy JW GROM charakteryzują się lepszymi czasami uzyskanymi w teście, u których średnia wszystkich uczestników jest równa  $11,34 \pm 0,47$ . Ocena zwinności testem 93639 także nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy zwinnością u chorwackich żołnierzy przed i po szkoleniu SOB (Sporiš i wsp. 2012). Warto zaznaczyć, że szkolenie SOB trwało 62 dni, natomiast kurs KDS trwa około 8 miesięcy oraz wykorzystano inny protokół pomiarowy zwinności, co może skutkować innymi obserwacjami.

Innym testem oceniającym zwinność u żołnierzy jest test pro-agility. Heinrich i wsp. (2012) wykorzystując test pro-agility także nie zaobserwował istotnych zmian poziomu zwinności po 8-tygodniowym programie treningowym. Również wykorzystując test zwinności Illinois nie wykazano istotnych zmian po 6-tygodniowym programie treningowym u studentów Szkoły Lotnictwa i Kosmonautyki Sił Powietrznych Stanów Zjednoczonych, którzy ukończyli kurs podstawowego szkolenia wojskowego w USA (Lennemann i wsp. 2013). Analiza poziomu zwinności u policjantów jednostki specjalnej na różnym poziomie selekcji także nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami (Orr i wsp. 2018). Do podobnych wniosków doszedł Hunt i wsp. (2013), który porównując poziom zwinności nie zaobserwował różnic pomiędzy kandydatami, którzy ukończyli pozytywnie selekcję do JWS a kandydatami, którzy nie przeszli selekcji. Aczkolwiek w badaniu przeprowadzonym przez Lester, Sharp i wsp. (2014) zaobserwowano znaczącą poprawę zwinności po 7-tygodniowym programie treningowym, która została oceniona za pomocą T-testu. Czas jaki żołnierze uzyskali w T-test, był równy  $11,6 \pm 0,9$  s, czyli był zbliżony do czasu, jaki osiągnęła grupa KDS ( $11,52 \pm 0,47$  s). U rekrutów do holenderskich sił zbrojnych także zaobserwowano nieznaczącą poprawę czasu w T-test po podsta-

wowym szkoleniu wojskowym ( $11,31 \pm 0,61$  s) i był on zbliżony do czasu grupy Selekcji (Dijksma i wsp. 2019). T-test przeprowadzono także na czynnych żołnierzach armii Stanów Zjednoczonych, którzy cechowali się niższym czasem ( $12,2 \pm 1,0$  s) niż kandydaci i Operatorzy JW GROM (Gailey i wsp. 2013). Znaczną poprawę poziomu zwinności żołnierzy, wykorzystując test Illinois, zaobserwował K. Carter i wsp. (2016). Podkreśla on także znaczenie zindywidualizowania programów treningowych w celu poprawy zdolności motorycznych. Zaznacza się także, że zmiana kierunku biegu jak w teście T-test jest jedną z głównych zdolności motorycznych potrzebnych do wykonywania zadań wojskowych (Alves i wsp. 2022).

W celu oceny zwinności u zawodników koszykówki wykorzystano także T-test, aczkolwiek musieli pokonać nieznacznie krótsze odległości (Köklü i wsp. 2011). Zaobserwowano, że zawodnicy z wyższej ligi cechują się lepszym poziomem zwinności od zawodników z niższych lig. Asadi (2013) przeprowadził ocenę zwinności u koszykarzy za pomocą T-testu o takich samych odległościach, jak u kandydatów i Operatorów JW GROM. Przed wprowadzeniem treningu plyometrycznego koszykarze cechowali się niższym poziomem zwinności ( $12,0 \pm 0,56$  s) od kandydatów i Operatorów JW GROM. Jednak po 6-tygodniowym programie treningowym plyometrycznym czas uległ poprawie i wynosił  $10,97 \pm 0,61$  s (Asadi 2013). Podobne badanie wykonano na piłkarzach ręcznych, którzy przed treningiem plyometrycznym charakteryzowali się niższym poziomem zwinności ( $12,21 \pm 0,34$  s) od kandydatów i Operatorów JW GROM. Po 8-tygodniowym treningu poprawili czas w t-teście na  $11,61 \pm 0,52$  s, jednak nadal był to dłuższy czas niż uzyskany przez kandydatów i Operatorów JW GROM (Rameshkannan i Chittibabu 2014). Wyższy poziom zwinności zaobserwowano u zawodników trenujących piłkę nożną, którzy osiągnęli czas w T-test  $9,5 \pm 0,9$  s (Fessi i wsp. 2018). Podczas porównania poziomu zwinności za pomocą testu Illinois oraz Fitro nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy koszykarzami, siatkarzami i piłkarzami (Horička i wsp. 2014). Poziom zwinności u zawodników karate przeprowadzono także za pomocą T-test wykorzystując podobny protokół. Zawodnicy trenujący karate kumite oraz kata cechują się lepszym poziomem zwinności od kandydatów i Operatorów JW GROM i osiągnęli odpowiednio  $10,83 \pm 0,28$  s oraz  $10,91 \pm 0,48$  s (Koropanovski i wsp. 2011).

Skoczność została oceniona za pomocą trzech testów (CMJ bez zamachu, CMJ z zamachem oraz SJ). Warto zaznaczyć, że skoczność jest związana z siłą kończyn dolnych, która jest ważnym elementem sprawności fizycznej żołnierzy (Šimenko i wsp. 2021). Za skoczność odpowiadają włókna mięśniowe typu IIB, które są bardzo wrażliwe na zmęczenie i wykorzystywane do krótkich aktywności beztlenowych (Karp 2001). Test CMJ służy do oceny zdolności szybkiego wytwarzania siły eks-

płozynnej kończyn dolnych w ruchach cyklu rozciąganie-skracanie (ang. stretch-shortening), natomiast test SJ ocenia zdolność do szybkiego rozwijania siły wyłącznie podczas koncentrycznego ruchu (Van Hooren i Zolotarjova 2017). CMJ z zamachem zapewnia połączoną ocenę skoczności wraz z koordynacją ruchową. Test CMJ bez zamachu jest ruchem bardziej wyizolowanym, który izoluje produkcję siły w kończynach dolnych i zmniejsza potencjalne zmiany napotkane w trakcie wymachu ramion (Heishman i wsp. 2020). Parametry uzyskane w teście SJ wraz z etapem szkolenia były coraz niższe, jednak nie zaobserwowano znaczących zmian. Wyniki testów CMJ z zamachem i bez zamachu sugerują, że znacząco ulega pogorszeniu siła eksplozywna w ruchu rozciąganie-skracanie wraz z etapem szkolenia wojskowego, aż do pozostania Operatorem JW GROM. Wynika to głównie z istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami dla wysokości skoku i mocy względnej w teście CMJ bez zamachu oraz dla wysokości skoku w teście CMJ z zamachem.

Hunt i wsp. (2013) dokonał porównania osób, które ukończyły i nie ukończyły selekcji do australijskich JWS. Analiza wykazała, że wysokość skoku nie jest istotną zmienną, która może przewidzieć wynik selekcji. Podobne wyniki zaobserwowano w badaniu Carlson i Jaenen (2012), w którym również nie wykazano istotnych różnic w wyskoku pionowym pomiędzy osobami, które ukończyły, a osobami które nie ukończyły selekcji. Orantes-Gonzalez i wsp. (2022) szukał zależności pomiędzy wysokością skoku a wydajnością podczas próby z przeszkodami z użyciem sprzętu bojowego. Nie zaobserwowano istotnego związku pomiędzy wysokością skoku a czasem potrzebnym do pokonania toru przeszkód. Z drugiej strony Harman i wsp. (2008) uważa, że skoczność jest jednym z najlepszych predyktorów wyników w testach wydolności fizycznej na symulowanym polu walki. Również Hauschild i wsp. (2017) podkreśla przydatność testów skocznościowych, które mogą być wykorzystane jako wskaźnik stanu zdrowia fizycznego żołnierzy.

Šimenko i wsp. (2021) wykorzystał test CMJ bez zamachu u słoweńskich żołnierzy w pełnym umundurowaniu i zaobserwował, że wysokość skoku koreluje z tradycyjnymi wojskowymi testami sprawności fizycznej oraz może wskazywać na problem osłabienia ścięgien podkolanowych. CMJ bez zamachu wykorzystano także u duńskich JWS przed oraz po 8-dniowych ćwiczeniach wsparcia i rozpoznania, podczas których żołnierze doświadczają ekstremalnych warunków i ograniczonej przestrzeni do poruszania się. Przed szkoleniem cechowali się wysokością skoku na poziomie  $36,0 \pm 0,7$  cm (Thorlund i wsp. 2011). Wyższą wartość od wysokości skoku duńskich JWS uzyskała tylko grupa Selekcji ( $37,84 \pm 5,41$  cm). Jednak bezpośrednio po szkoleniu duńskich JWS wysokość skoku zmniejszyła się do  $32,4 \pm 0,8$  (Thorlund i wsp. 2011). Wartość ta jest niższa od osiągniętej wysokości skoku przez grupę

KDS ( $35,17 \pm 5,28$  cm) oraz Operatorów ( $33,40 \pm 5,67$ ). Co ciekawe, kandydaci i Operatorzy JW GROM cechowali się wyższą mocą bezwzględna, która wynosiła  $3933,42 \pm 470$  W. Duńskie Siły Specjalne osiągnęły moc przed szkoleniem na poziomie  $3374 \pm 63$ , natomiast po szkoleniu ta wartość spadła o 9,3% (Thorlund i wsp. 2011). W przypadku funkcjonariuszy STU (ang. Special tactical units) ocena skoczności za pomocą testu CMJ bez zamachu wykazała, że charakteryzują się niższą wysokością skoku ( $29,35 \pm 5,97$  cm) od kandydatów i Operatorów JW GROM. Dodatkowo zaobserwowano, że osoby z wyższą tkanką beztłuszczową osiągają lepsze rezultaty wysokości skoku. Wykazano także, że funkcjonariusze z wyższą zawartością tkanki tłuszczowej charakteryzują się niższą wysokością skoku CMJ bez zamachu (Fink i wsp. 2022). Operatorzy niemieckiej policji operacji specjalnych, przeprowadzając test CMJ bez zamachu, osiągnęli wysokość skoku  $36,8 \pm 5,1$  cm, która jest zbliżona do kandydatów i Operatorów JW GROM ( $36,15 \pm 5,59$  cm), natomiast sama grupa Selekcji osiągnęła nieco wyższy rezultat (Zwingmann i wsp. 2021). Norwescy Operatorzy Marynarki Wojennej do zadań specjalnych charakteryzowali się wysokością skoku w teście CMJ z zamachem na poziomie  $41,4 \pm 3,1$  cm (Solberg i wsp. 2015). Jest to wyższa wartość niż wysokość skoku osiągnięta przez grupę KDS ( $40,52 \pm 6,32$  cm) i Operatorów ( $40,06 \pm 6,22$  cm), natomiast grupa Selekcji cechowała się najwyższą wysokością skoku ( $43,42 \pm 5,83$ ). Fink i wsp. (2022) dokonali również oceny wysokości skoku SJ, która wynosiła  $26,06 \pm 5,32$  cm. Kandydaci i Operatorzy JW GROM osiągnęli wyższy rezultat od funkcjonariuszy STU, a średni wynik miał wartość  $33,81 \pm 5,14$  cm. Podobnie jak przy CMJ bez zamachu, zaobserwowano, że im wyższa tkanka beztłuszczowa, tym wysokość skoku jest wyższa oraz im niższa tkanka tłuszczowa tym wyższa wysokość skoku (Fink i wsp. 2022).

Wysokim poziomem skoczności cechują się zawodowi sprinterzy na 100 i 400 m, którzy w teście SJ uzyskali wysokość skoku na poziomie 78 cm, natomiast w teście CMJ z zamachem 85 cm (Maćkała i wsp. 2015). Zawodnicy koszykówki, którzy grają w pierwszej lidze tureckiej, charakteryzowali się wyższą wysokością skoku w teście SJ od kandydatów i Operatorów JW GROM, a średni wynik wynosił  $37,8 \pm 5,7$  cm. W przypadku testu CMJ bez zamachu również osiągnęli lepszy rezultat ( $40,6 \pm 4,7$  cm). Analiza zawodników z drugiej ligi wykazała, że grupa Selekcji osiągnęła lepszy wynik CMJ bez zamachu od koszykarzy, którzy osiągnęli wynik  $36,0 \pm 5$  cm. W przypadku SJ można stwierdzić, że wyniki są na podobnym poziomie, gdyż koszykarze z drugiej ligi uzyskali  $34,7 \pm 5,7$  cm, natomiast grupa Selekcji  $34,86 \pm 4,50$  cm (Köklü i wsp. 2011). Wysokie wartości w teście CMJ bez zamachu osiągają piłkarze ręczni, którzy przed interwencją treningową cechowali się wysokością skoku na poziomie  $41,53 \pm 3,76$  c, natomiast po 8-tygodniowym protokole treningowym

wykazano istotną poprawę ( $43,87 \pm 3,67$  cm) (Iacono i wsp. 2016). Porównanie piłkarzy ze względu na pozycję na boisku wykazało, że najwyższą wysokość skoku w teście CMJ bez zamachu osiągają bramkarze ( $41,33 \pm 2,08$  cm) i jest ona wyższa od wysokości skoku kandydatów i Operatorów JW GROM. Najniższą wysokość skoku uzyskali pomocnicy ( $35,77 \pm 2,62$  cm), która jest zbliżona do grupy KDS. Warto zaznaczyć, że to obrońcy wygenerowali najwyższą moc względną i miała ona wartość  $48,1 \pm 7,95$  W/kg. Zbliżoną wartość mocy osiągnęła grupa Selekcji ( $48,0 \pm 3,81$  W/kg). Grupa KDS oraz Operatorzy charakteryzowali się wyższymi wartościami mocy względnej od pozostałych pozycji na boisku takich jak bramkarz, pomocnicy i napastnicy (Jezdimirović i wsp. 2013). Średnia wysokość skoku CMJ bez zamachu przez zawodników brazylijskiego jiu-jitsu wynosiła  $34,0 \pm 5,2$  cm, co daje zbliżoną wartość do Operatorów JW GROM (Diaz-Lara i wsp. 2015). W przypadku porównania zawodników karate kata i kumite nie wykazano znaczących różnic, natomiast wyższą wysokość skoku w teście CMJ bez zamachu osiągnęli zawodnicy kata ( $42,7 \pm 4,4$  cm). Podobnie podczas skoku SJ nie wykazano istotnych różnic, a wyższa średnia zaobserwowana została u zawodników karate kumite ( $40,1 \pm 4,2$  cm) (Doria i wsp. 2009). W obu przypadkach zawodnicy karate osiągnęli lepsze rezultaty od kandydatów i Operatorów JW GROM. Protokół skoku CMJ bez zamachu oraz SJ wykorzystano także na zawodnikach rugby (Zabaloy i wsp. 2020). Wysokość skoku uzyskana przez zawodników rugby w teście CMJ bez zamachu była na zbliżonym poziomie do Operatorów JW GROM i wynosiła  $33,36 \mp 6,28$  cm. W teście SJ zawodnicy rugby uzyskali nieco niższą wartość od Operatorów JW GROM, a średnia wartość była równa  $30,09 \pm 5,16$  cm (Zabaloy i wsp. 2020). Zwingmann i wsp. (2021) zaobserwował, że Operatorzy SOP, którzy cechowali się podobnym poziomem skoku CMJ bez zamachu, osiągnęli podobny poziom skoczności co pływacy oraz gracze piłki wodnej. Według Zwingmann i wsp. (2021) najlepszą wysokość skoku osiągają sprinterzy, surferzy czy siatkarze.

Najszybsza na każdym odcinku pomiarowym okazała się grupa Selekcji, natomiast najdłuższe średnie czasy uzyskała grupa KDS. Aczkolwiek nie można stwierdzić, że są to istotne różnice pomiędzy grupami. Wyniki mogą wskazywać, że podczas wszystkich etapów szkolenia i służby w JW GROM szybkość jest utrzymana na podobnym poziomie. U chorwackich żołnierzy także nie zaobserwowano znaczących zmian szybkości po szkoleniu SOB. Ocena szybkości została wykonana za pomocą biegu na 20 m, a ich średni wynik przed szkoleniem wynosił  $3,81 \pm 0,17$  s, natomiast po szkoleniu  $3,83 \pm 0,24$  s (Šporiš i wsp. 2012). Kandydaci oraz Operatorzy JW GROM w każdej grupie osiągnęli lepszy wynik, a średnia całej grupy jest równa  $3,25 \pm 0,13$  s. Rustam i Kassim (2018) opracowali wskaźnik sprawności fizycznej

do oceny szybkości wśród podchorążych jednostek szkoleniowych oficerów rezerwy armii w Malezji. Średnia wartość czasu na 30 metrów przez 212 kadetów wynosi  $4,84 \pm 0,48$  s (Rustam i Kassim 2018). Jest to dłuższy czas niż średnia całej grupy kandydatów i Operatorów JW GROM, którzy na dystansie 30 m osiągnęli czas  $4,48 \pm 0,20$  s. U funkcjonariuszy SWAT szybkość została zmierzona na odcinku 10 m i cechowali się średnim czasem  $1,88 \pm 0,1$  s (Robinson i wsp. 2018). Średni czas na 10 metrów wszystkich kandydatów oraz Operatorów JW GROM jest równy  $1,91 \pm 0,09$  s. Warto zaznaczyć, że pomiar szybkości u funkcjonariuszy SWAT został wykonany za pomocą ręcznego stopera i uczestnicy startowali na sygnał, co może mieć dość spory wpływ na błąd pomiarowy (Robinson i wsp. 2018). Na odcinku 10 m funkcjonariusze SWAT osiągnęli czas  $1,94 \pm 0,08$  s, natomiast na odcinku 20 m czas wynosił  $3,25 \pm 0,13$  s (Maupin i wsp. 2018). Kandydaci i Operatorzy JW Grom osiągnęli nieznacznie krótszy czas na dystansie 10 m, natomiast na dystansie 20 m średni uzyskany czas był identyczny. Ojeda i wsp. (2016) przeprowadzili analizę zdolności szybkościowych żołnierzy chilijskiej marynarki wojennej za pomocą sprintu na 30 m, a czas był mierzony na dystansie 10, 20 i 30 m. Przed wprowadzeniem protokołu treningowego, żołnierze charakteryzowali się czasami: na 10 m  $1,68 \pm 0,08$  s, na 20 m  $3,00 \pm 0,14$  s oraz na 30 m  $4,57 \pm 0,23$  s. Jedynie na dystansie 30 metrów kandydaci i Operatorzy JW GROM uzyskali nieco krótszy czas.

Krótszym czasem biegu na 10 metrów cechują się zawodnicy trenujący piłkę nożną w wieku 18 lat, którzy osiągnęli średni czas  $1,71 \pm 0,01$  s. Protokół badawczy był podobny, gdyż zawodnicy również startowali z pozycji stojącej przed fotokomórką gdy byli gotowi, eliminując w ten sposób czas reakcji (Buchheit i wsp. 2012). Ocena szybkości piłkarzy na dystansie 20 m i 30 m wykazała, że zawodnicy występujący w najwyższej klasie rozgrywkowej cechują się krótszym czasem wynoszącym odpowiednio  $3,08 \pm 0,08$  s oraz  $4,21 \pm 0,18$  s (Drozd i wsp. 2017). Zawodnicy futbolu australijskiego osiągnęli krótsze czasy sprintu na dystansie 20 m ( $3,04 \pm 0,08$  s) oraz na 30 m ( $4,16 \pm 0,10$  s) (Pyne i wsp. 2008). W badaniu Lim i Kong (2013) analizowano czas sprinterów na dystansie 10, 20 i 30 m po różnych protokołach ćwiczeń izometrycznych. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic, a czasy sprintów na odcinku 10, 20 i 30 m bez protokołów treningowych wynosiły odpowiednio  $1,77 \pm 0,06$  s,  $2,97 \pm 0,05$  s oraz  $4,09 \pm 0,06$  s. Na każdym odcinku kandydaci i Operatorzy JW GROM cechowali się dłuższymi czasami (Lim i Kong 2013). Krótszym czasem na dystansie 10 i 30 m od kandydatów i Operatorów JW GROM charakteryzowali się także siatkarze, którzy osiągnęli odpowiednio  $1,71 \pm 0,26$  s oraz  $4,31 \pm 0,13$  s (Yapıcı 2016). Przeprowadzona ocena szybkości zawodników judo, karate oraz taekwondo wykazała, że każda dyscyplina osiąga krótsze czasy na dystansie 10, 20

i 30 metrów od kandydatów i Operatorów JW GROM. Pomiedzy sztukami walki nie wykazano istotnych różnic na żadnym z odcinków, natomiast najkrótsze średnie czasy zaobserwowano u zawodników taekwondo i wynosiły odpowiednio  $1,84 \pm 0,13$  s,  $3,12 \pm 0,14$  s oraz  $4,33 \pm 0,11$  s (Tabben i wsp. 2014). Porównanie zawodników koszykówki z pierwszej oraz drugiej ligi wykazało, że krótszym czasem sprintu na odcinku 10 m charakteryzują się zawodnicy z drugiej ligi ( $1,72 \pm 0,8$  s), który jest krótszy również od kandydatów i Operatorów JW GROM. W przypadku czasu na odcinku 30 m koszykarze z drugiej ligi również osiągnęli krótszy czas niż kandydaci i Operatorzy JW GROM ( $4,35 \pm 0,25$  s) (Köklü i wsp. 2011). U koszykarzy z drugiej polskiej ligi analizowano czas sprintu na odcinku 20 m, który także był krótszy od czasu kandydatów i Operatorów JW GROM i wynosił  $2,96 \pm 0,09$  s (Papla i wsp. 2022). Dłuższy czas na odcinku 30 m uzyskali zawodnicy rugby union osiągając wynik  $4,52 \pm 0,27$  s (Furlong i wsp. 2021). Nieco dłuższym czasem na 10 m od kandydatów i Operatorów JW GROM charakteryzują się piłkarze ręczni, którzy osiągnęli czas  $1,93 \pm 0,07$  (Chaouachi i wsp. 2009). Taki sam czas jak kandydaci i Operatorzy JW GROM osiągnęli zawodnicy grający na pozycji obrotowego oraz skrzydłowi. Czas na odcinku 30 m wszystkich zawodników piłki ręcznej był niewiele krótszy od kandydatów i Operatorów JW GROM i wynosił  $4,44 \pm 0,14$  s. Najbardziej zbliżony czas do kandydatów i Operatorów JW GROM uzyskali bramkarze oraz obrotowi ( $4,50 \pm 0,19$  oraz  $4,50 \pm 0,16$  s) (Chaouachi i wsp. 2009). Zbliżony czas sprintu na dystansie 20 metrów do kandydatów i Operatorów JW GROM uzyskali koszykarze, którzy osiągnęli średni czas  $3,24 \pm 0,22$  s (Gomes i wsp. 2017).

Analiza zdolności psychomotorycznych nie wykazała żadnych istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami. Może to sugerować, że poziom każdej z obserwowanych zdolności psychomotorycznych jest podtrzymany na odpowiednim poziomie. Dodatkowo osoby, które pozytywnie ukończyły selekcję mogą charakteryzować się już zdolnościami psychomotorycznymi na wysokim poziomie. Literatura potwierdza, że szkolenie wojskowe pozytywnie wpływa na zdolności psychomotoryczne (Paško i wsp. 2022; Hickey i wsp. 2012). Biggs i wsp. (2015), podkreśla, że wysoki poziom zdolności psychomotorycznych może zmniejszyć liczbę ofiar cywilnych. Podobnie Lisowski i Mihuta (2013) stwierdzili, że zdolności poznawcze zapewniają gotowość i skuteczne wykonywanie zadań bojowych. Wykazano także związek pomiędzy zdolnościami psychomotorycznymi a wynikami strzeleckimi, które są niezbędne w pracy żołnierza podczas zadań bojowych (Anglin i wsp. 2017). W badaniu przeprowadzonym na żołnierzach JWS przez Różański i wsp. (2020) zaobserwowano, że zdolność podzielności uwagi poprawiła się po 48-godzinnym treningu survivalowym. Można stwierdzić, że żołnierze JWS mogą wykonywać zadania bojowe przez długi czas

z zachowaniem na optymalnym poziomie zdolności psychomotorycznych. Autor natomiast podkreśla jak ważny jest monitoring zdolności psychomotorycznych w procesie szkolenia żołnierzy do jednostek wojsk specjalnych (Róžański i wsp. 2020). Tomczak, Dąbrowski i wsp. (2017) przeprowadził ocenę czasu reakcji u podchorążych lotnictwa wojskowego w trakcie 36-godzinnego szkolenia survivalowego. Nie zaobserwowano istotnych zmian po szkoleniu u żołnierzy w czasie reakcji i skuteczności strzelania (Tomczak, Dąbrowski i wsp. 2017).

Mańkowska i wsp. (2015) uważa, że zdolności psychomotoryczne są niezbędnym elementem do osiągnięcia sukcesu w sportach zespołowych. Porównanie wybranych zdolności psychomotorycznych u kandydatów do Polskich JWS (SIRT, CHORT, HECOR, SPANT) wykazało, że cechują się krótszym czasem motoryki od profesjonalnych sportowców oraz grupy niesportowców. Stwierdzono również, że trening zarówno sportowy jak i wojskowy znacząco poprawiają czas motoryki (Paśko i wsp. 2022). Podobne komputerowe testy psychomotoryczne (SIRT, CHORT, HECOR, SPANT) zostały przeprowadzone na piłkarzach ręcznych (Przednowek i wsp. 2019). W każdym teście piłkarze ręczni osiągnęli krótsze czasy reakcji od kandydatów i Operatorów JW GROM, natomiast w przypadku czasu motoryki i ilości poprawnych odpowiedzi lepsze rezultaty osiągnęli kandydaci i Operatorzy JW GROM. Ponadto w badaniu stwierdzono także, że trening sportowy determinuje poziom zdolności psychomotorycznych (Przednowek i wsp. 2019). Śliż i wsp. (2022) wykorzystując psychomotoryczne testy komputerowe uważa, że wyższy poziom sportowy determinuje zarówno krótszy czas reakcji jak i czas motoryki. Dodatkowo zaobserwował, że wskaźnik masy ciała (BMI) i zawartość tkanki tłuszczowej koreluje z czasem motoryki, natomiast zdolności tlenowe są powiązane z czasem reakcji (Śliż i wsp. 2022). Czas reakcji prostej i czas reakcji z wyborem porównano także u koszykarzy i osób nietreningujących. Wykazano, że zawodnicy trenujący koszykówkę szybciej reagują na bodziec i podejmują decyzję (Ghuntla i wsp. 2012). Zawodnicy trenujący piłkę nożną także cechują się lepszym czasem reakcji od osób nietreningujących (Ando i wsp. 2001). Porównując piłkarzy nożnych, siatkarzy i zapaśników zaobserwowano, że występują istotne różnice pomiędzy czasem reakcji, a najlepszy rezultat osiągnęli zawodnicy trenujący piłkę nożną (Aksoy i Agaoglu 2017).

Podsumowując, uzyskane wyniki mogą wspomóc proces planowania przygotowania motorycznego oraz psychomotorycznego kandydatów na Operatora oraz Operatorów JWS. Ocena zdolności motorycznych oraz psychomotorycznych może ukierunkować przyszłe badania do stworzenia modeli predykcyjnych, które miałyby na celu prewencje urazów, a także utrzymanie sprawności fizycznej (optymalizację procesu treningowego) Operatora JWS na jak najwyższym poziomie przez cały okres

służby. Mocną stroną badań jest analiza profilu motorycznego i psychomotorycznego nie tylko kandydatów na Operatora po etapie górskim, ale także kandydatów po szkoleniu KDS oraz Operatorów JW GROM. Kolejne prace badawcze prowadzone w tym zakresie dotyczyć będą badań longitudinalnych, co umożliwi obserwację bardziej szczegółowych zmian zdolności motorycznych i psychomotorycznych Operatorem JW GROM.

## 6. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej analizy sformułowano wnioski:

1. Kandydaci na Operatora oraz Operatorzy Jednostek Wojsk Specjalnych charakteryzują się podobną budową oraz składem ciała. Dodatkowo nie wykazano istotnych zmian zachodzących podczas selekcji i szkolenia na Operatora JW GROM.
2. Kandydaci na Operatora Jednostek Wojsk Specjalnych po etapie górskich cechują się najwyższym poziomem skoczności, siły oraz zdolności tlenowych. Ponadto kandydaci po kursie KDS charakteryzują się najniższym wskaźnikiem spadku mocy, indeksem zmęczenia oraz najniższym poziomem zwinności. Operatorzy Jednostek Wojsk Specjalnych cechują się najniższym poziomem siły, zdolności tlenowych oraz skocznością. Poziom wybranych zdolności psychomotorycznych kandydatów na Operatora jest na podobnym poziomie jak u Operatorów JW GROM.
3. Znaczące zmiany w profilu motorycznych zaobserwowano dla zdolności tlenowych i skocznościowych, które wraz z etapem szkolenia ulegają pogorszeniu. Ponadto wykazano, że wskaźnik spadku mocy oraz indeks zmęczenia podczas oceny zdolności beztlenowych najniższy jest po kursie KDS, natomiast po zostaniu Operatorem znacząco wzrasta. Zaobserwowano także, że po kursie KDS poziom zwinności ulega znacznemu pogorszeniu. Dla pozostałych zdolności motorycznych nie wykazano istotnych statystycznie różnic.
4. Do wiodących zdolności motorycznych kandydatów na Operatora i Operatorów JW GROM można zaliczyć siłę, zdolności beztlenowe, gibkość oraz szybkość. Uwarunkowane jest to brakiem znaczących zmian poziomu tych zdolności motorycznych podczas selekcji i szkolenia na Operatora JW GROM.
5. Przeprowadzone badania umożliwiły scharakteryzowanie jakim profilem motorycznym i psychomotorycznym powinien odznaczać się odpowiedni kandydat na Operatora JW GROM. Uzyskane wyniki mogą w sposób istotny wspomóc proces monitorowania i kontroli przygotowania motorycznego kandydatów oraz Operatorów JWS celem utrzymania odpowiedniego (pożądanego) poziomu zdolności motorycznych oraz psychomotorycznych.

## 7. Piśmiennictwo

- Aharony, S., Milgrom, C., Wolf, T., Barzilay, Y., Applbaum, Y. H., Schindel, Y., Finestone, A. i Liram, N. (2008). „Magnetic resonance imaging showed no signs of overuse or permanent injury to the lumbar sacral spine during a Special Forces training course”. W: *The Spine Journal* 8.4, s. 578–583.
- Aksoy, Y. i Agaoglu, S. A. (2017). „The comparison of sprint reaction time and anaerobic power of young football players, volleyball players and wrestlers”. W: *Kinesiologia Slovenica* 23.2, s. 5–14.
- Alemdaroğlu, U. (2012). „The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players”. W: *Journal of human kinetics* 31.2012, s. 149–158.
- Alexander, J. B. (2010). *Convergence: Special Operations Forces and Civilian Law Enforcement*. Spraw. tech. Joint Special Operations Univ Hurlburt Field FL.
- Alves, G., Oliveira, R., Santana, H., De Oliveira, F., Miranda, H. i Paz, G. A. (2022). „Association between trunk muscle endurance with change of direction, lower limb endurance and power performance in the special military police force of Rio de Janeiro (BOPE)”. W: *Science & Sports* 37.7, 629–e1.
- Anderson, G. S., Litzemberger, R. i Plecas, D. (2002). „Physical evidence of police officer stress”. W: *Policing: an international journal of police strategies & management*.
- Anderson, M., Grier, T., Canham-Chervak, M., Bushman, T., Nindl, B. i Jones, B. (2017). „Effect of mandatory unit and individual physical training on fitness in military men and women”. W: *American Journal of Health Promotion* 31.5, s. 378–387.
- Ando, S., Kida, N. i Oda, S. (2001). „Central and peripheral visual reaction time of soccer players and nonathletes”. W: *Perceptual and Motor Skills* 92.3, s. 786–794.
- Anglin, K. M., Novell, C. A., Murphy, J. S. i Goodwin, G. A. (2017). „Identifying predictors of Army marksmanship: a cognitive, affective, and psychomotor perspective”. W: *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. T. 61. 1. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, s. 838–842.

- Anyżewska, A., Łakomy, R., Lepionka, T., Szarska, E., Maculewicz, E., Tomczak, A. i Bertrandt, J. (2020). „Association Between Diet, Physical Activity and Body Mass Index, Fat Mass Index and Bone Mineral Density of Soldiers of the Polish Air Cavalry Units”. W: *Nutrients* 12.1, s. 242.
- Asadi, A. (2013). „Effects of in-season short-term plyometric training on jumping and agility performance of basketball players”. W: *Sport Sciences for Health* 9, s. 133–137.
- Aziz, A. R. i Chuan, T. (2004). „Correlation between Tests of Running Repeated Sprint Ability and Anaerobic Capacity by Wingate Cycling in Multi-Sprint Sports Athletes.” W: *International Journal of Applied Sports Sciences* 16.1.
- Baranauskas, M., Kupčiūnaitė, I. i Stukas, R. (2022). „The Association between Rapid Weight Loss and Body Composition in Elite Combat Sports Athletes”. W: *Healthcare*. T. 10. 4. MDPI, s. 665.
- Bartone, P. T., Roland, R. R., Picano, J. J. i Williams, T. J. (2008). „Psychological hardiness predicts success in US Army Special Forces candidates”. W: *International Journal of Selection and Assessment* 16.1, s. 78–81.
- Beal, S. A. (2010). *The roles of perseverance, cognitive ability, and physical fitness in US Army Special Forces Assessment and Selection*. Spraw. tech. Army Research Institute for the Behavioral i Social Sciences Fort Bragg NC Scientific Coordination Office.
- Bhat, T. R. (2017). „A comparison of health related physical fitness among volleyball, handball and basketball players”. W: *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education* 2.1, s. 279–282.
- Bielecka, J. i Nowacki, G. (2017). „Służby specjalne w zwalczaniu zagrożeń terrorystycznych w Polsce i na świecie”. W: *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 18.
- (2019). „Rola wojsk specjalnych w konflikcie hybrydowym”. W: *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 20.
- Bigelman, K. A., East, W. B., Thomas, D. M., Turner, D. i Hertling, M. (2019). „The new Army Combat Fitness Test: an opportunity to improve recruitment and retainment”. W: *Obesity* 27.11, s. 1772–1775.
- Biggs, A. T., Cain, M. S. i Mitroff, S. R. (2015). „Cognitive training can reduce civilian casualties in a simulated shooting environment”. W: *Psychological science* 26.8, s. 1164–1176.
- Blacker, S. D., Carter, J. M., Wilkinson, D. M., Richmond, V. L., Rayson, M. P. i Peattie, M. (2013). „Physiological responses of police officers during job simula-

- tions wearing chemical, biological, radiological and nuclear personal protective equipment”. W: *Ergonomics* 56.1, s. 137–147.
- Blacker, S. D., Wilkinson, D. M., Bilzon, J. L. i Rayson, M. P. (2008). „Risk factors for training injuries among British Army recruits”. W: *Military medicine* 173.3, s. 278–286.
- Brochwicz, W. i wsp. (2020). „Sławomir Petelicki–rola i znaczenie dla powstania i budowy Formacji Specjalnej GROM oraz późniejszego funkcjonowania JW GROM”. W: *Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka* 39.2, s. 287–291.
- Buchheit, M., Simpson, B. M., Peltola, E. i Mendez-Villanueva, A. (2012). „Assessing maximal sprinting speed in highly trained young soccer players”. W: *International journal of sports physiology and performance* 7.1, s. 76–78.
- Bustamante-Sánchez, Á. i Clemente-Suárez, V. J. (2020). „Body composition differences in military pilots and aircrew”. W: *Aerospace medicine and human performance* 91.7, s. 565–570.
- Campa, F. i Toselli, S. (2018). „Bioimpedance vector analysis of elite, subelite, and low-level male volleyball players”. W: *International Journal of Sports Physiology and Performance* 13.9, s. 1250–1253.
- Canino, M. C., Foulis, S. A., Zambraski, E. J., Cohen, B. S., Redmond, J. E., Hauret, K. G., Frykman, P. N. i Sharp, M. A. (2019). „US Army physical demands study: Differences in physical fitness and occupational task performance between trainees and active duty soldiers”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 33.7, s. 1864–1870.
- Carlson, M. J. i Jaenen, S. P. (2012). „The development of a preselection physical fitness training program for Canadian Special Operations Regiment applicants”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26, S2–S14.
- Carter, K., Franz, C. E., Saprano, M., Shepard, D. i Swank, A. (2016). „Effects of Agility Training on Soldiers in a Warrior Transition Battalion: A Proof of Concept Study”. W: *Journal of Archives in Military Medicine* 4.3.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Levin, G., Boudhina, N. B. B., Cronin, J. i Chamari, K. (2009). „Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players”. W: *Journal of sports sciences* 27.2, s. 151–157.
- Charlot, K. (2021). „Negative energy balance during military training: The role of contextual limitations”. W: *Appetite* 164, s. 105263.
- Christensen, P. A., Jacobsen, O., Thorlund, J. B., Madsen, T., Møller, C., Jensen, C., Suetta, C. i Aagaard, P. (2008). „Changes in maximum muscle strength and rapid muscle force characteristics after long-term special support and reconnaissance missions: a preliminary report”. W: *Military medicine* 173.9, s. 889–894.

- Cichy, I., Dudkowski, A., Kociuba, M., Ignasiak, Z., Sebastjan, A., Kochan, K., Koziel, S., Rokita, A. i Malina, R. M. (2020). „Sex differences in body composition changes after preseason training in elite handball players”. W: *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17.11, s. 3880.
- Colmenero, M. H., Vicente, G. F. i Ruiz, J. R. (2014). „Assessment of physical fitness in military and security forces: a systematic review”. W: *European journal of human movement* 32, s. 3–28.
- Cooper, A. D., Warner, S. G., Rivera, A. C., Rull, R. P., Adler, A. B., Faix, D. J., Neff, R., Deagle, E. A., Caserta, R. J., LeardMann, C. A. i wsp. (2020). „Mental health, physical health, and health-related behaviors of US Army Special Forces”. W: *Plos one* 15.6, e0233560.
- Copay, A. G. i Charles, M. T. (2001). „The influence of grip strength on handgun marksmanship in basic law enforcement training”. W: *Policing: An International Journal of Police Strategies & Management*.
- Crawford, K., Fleishman, K., Abt, J. P., Sell, T. C., Lovalekar, M., Nagai, T., Deluzio, J., Rowe, R. S., McGrail, M. A. i Lephart, S. M. (2011). „Less body fat improves physical and physiological performance in army soldiers”. W: *Military medicine* 176.1, s. 35–43.
- Cronin, J., Lawton, T., Harris, N., Kilding, A. i McMaster, D. T. (2017). „A brief review of handgrip strength and sport performance”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 31.11, s. 3187–3217.
- Crowley, S. K., Wilkinson, L. L., Wigfall, L. T., Reynolds, A. M., Muraca, S. T., Glover, S. H., Wooten, N. R., Sui, X., Beets, M. W., Durstine, J. L. i wsp. (2015). „Physical fitness and depressive symptoms during army basic combat training”. W: *Medicine and science in sports and exercise* 47.1, s. 151.
- Dawes, J. J., Orr, R. M., Siekaniec, C. L., Vanderwoude, A. A. i Pope, R. (2016). „Associations between anthropometric characteristics and physical performance in male law enforcement officers: A retrospective cohort study”. W: *Annals of occupational and environmental medicine* 28.1, s. 1–7.
- Dawes, J., Orr, R. M., Elder, C. i Rockwell, C. (2014). „Association between body fatness and measures of muscular endurance among part-time SWAT officers”. W: *Journal of Australian Strength and Conditioning* 22.4, s. 33–37.
- De Bry, W., Mullie, P., D'Hondt, E. i Clarys, P. (2020). „Dietary intake, hydration status, and body composition of three belgian military groups”. W: *Military Medicine* 185.7-8, e1175–e1182.

- Dhahbi, W., Chamari, K., Chèze, L., Behm, D. G. i Chaouachi, A. (2016). „External responsiveness and intrasession reliability of the rope-climbing test”. W: *Journal of Strength and Conditioning Research* 30.10, s. 2952–2958.
- Dhahbi, W., Sellami, M., Chaouachi, A., Padulo, J., Milic, M., Mekki, I. i Chamari, K. (2018). „Seasonal weather conditions affect training program efficiency and physical performance among special forces trainees: A long-term follow-up study”. W: *PloS one* 13.10, e0206088.
- Diaz-Lara, F. J., Coso, J. del, Garcíãa, J. M. i Abián-Vicén, J. (2015). „Analysis of physiological determinants during an international Brazilian Jiu-jitsu competition”. W: *International Journal of Performance Analysis in Sport* 15.2, s. 489–500.
- Dijksma, I., Perry, S., Zimmermann, W., Lucas, C. i Stuiver, M. (2019). „Effects of agility training on body control, change of direction speed and injury attrition rates in Dutch recruits: a pilot study”. W: *Journal of Military and Veterans Health* 27.2, s. 28–40.
- Domingos-Gomes, J. R., Oliota-Ribeiro, L. S., Silva, J. d. S., Melo, A. C. d., Albuquerque, S. L. d., Cirilo-Sousa, M. d. S. i Aniceto, R. R. (2017). „Comparison of health-related physical fitness and its association with the length of service between special operations and traffic military police officers”. W: *Journal of Physical Education* 27.
- Doria, C., Veicsteinas, A., Limonta, E., Maggioni, M. A., Aschieri, P., Eusebi, F., Fano, G. i Pietrangelo, T. (2009). „Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top-level athletes”. W: *European journal of applied physiology* 107.5, s. 603.
- Drozd, M., Krzysztofik, M., Nawrocka, M., Krawczyk, M., Kotuła, K., Langer, A. i Maszczyk, A. (2017). „Analysis of the 30-m running speed test results in soccer players in third soccer leagues”. W: *Turkish Journal of Kinesiology* 3.1, s. 1–5.
- Durkalec-Michalski, K., Podgorski, T., Sokolowski, M. i Jeszka, J. (2016). „Relationship between body composition indicators and physical capacity of the combat sports athletes”. W: *Arch Budo* 12, s. 247–256.
- Dyrstad, S., Miller, B. W. i Hallén, J. (2007). „Physical fitness, training volume, and self-determined motivation in soldiers during a peacekeeping mission”. W: *Military medicine* 172.2, s. 121–127.
- Dyrstad, S., Soltvedt, R. i Hallén, J. (2006). „Physical fitness and physical training during Norwegian military service”. W: *Military medicine* 171.8, s. 736–741.

- Faff, J. i Korneta, K. (2000). „Changes in aerobic and anaerobic fitness in the Polish army paratroopers during their military service.” W: *Aviation, space, and environmental medicine* 71.9, s. 920–924.
- Fallowfield, J. L., Delves, S. K., Hill, N. E., Cobley, R., Brown, P., Lanham-New, S. A., Frost, G., Brett, S. J., Murphy, K. G., Montain, S. J. i wsp. (2014). „Energy expenditure, nutritional status, body composition and physical fitness of Royal Marines during a 6-month operational deployment in Afghanistan”. W: *British journal of nutrition* 112.5, s. 821–829.
- Farina, E. K., Taylor, J., Means, G., Murphy, N., Pasiakos, S., Lieberman, H. i McClung, J. (2017). „Effects of deployment on diet quality and nutritional status markers of elite US Army special operations forces soldiers”. W: *Nutrition journal* 16.1, s. 1–9.
- Farina, E. K., Thompson, L. A., Knapik, J. J., Pasiakos, S. M., McClung, J. P. i Lieberman, H. R. (2019). „Physical performance, demographic, psychological, and physiological predictors of success in the US Army Special Forces Assessment and Selection course”. W: *Physiology & behavior* 210, s. 112647.
- (2022). „Anthropometrics and body composition predict physical performance and selection to attend special forces training in United States army soldiers”. W: *Military Medicine* 187.11-12, s. 1381–1388.
- Farzad, B., Gharakhanlou, R., Agha-Alinejad, H., Curby, D. G., Bayati, M., Bahraminejad, M. i Mäestu, J. (2011). „Physiological and performance changes from the addition of a sprint interval program to wrestling training”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 25.9, s. 2392–2399.
- Fessi, M. S., Farhat, F., Dellal, A., Malone, J. J. i Moalla, W. (2018). „Straight-line and change-of-direction intermittent running in professional soccer players”. W: *International journal of sports physiology and performance* 13.5, s. 562–567.
- Fink, B., Freitas, T. T. i Zabaloy, S. (2022). „Body Composition and Physical Performance Measures of a Special Operations Police Unit: Characteristics and Associations Between Determinant Factors of Physical Performance”. W: *Journal of Science in Sport and Exercise*, s. 1–10.
- Follmer, B., Dellagrana, R. A., Lima, L. A. P. de, Herzog, W. i Diefenthaeler, F. (2017). „Analysis of elbow muscle strength parameters in Brazilian jiu-jitsu practitioners”. W: *Journal of Sports Sciences* 35.23, s. 2373–2379.
- Franchini, E. i HERRERA-VALENZUELA, T. (2021). „Developing flexibility for combat sports athletes.” W: *Revista de Artes Marciales Asiáticas* 16.

- Franchini, E., Schwartz, J. i Takito, M. Y. (2020). „Maximal isometric handgrip strength in judo athletes from different age groups”. W: *Sport Sciences for Health* 16, s. 93–98.
- Frącik, K. i wsp. (2020). „Wojska Specjalne Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej w obliczu transformacji ustrojowej”. W: *Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka* 39.2, s. 49–60.
- Furlong, L.-A. M., Harrison, A. J. i Jensen, R. L. (2021). „Measures of strength and jump performance can predict 30-m sprint time in rugby union players”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 35.9, s. 2579–2583.
- Gailey, R. S., Gaunaud, I. A., Raya, M. A., Roach, K. E., Linberg, A. A., Campbell, S. M., Jayne, D. M. i Scoville, C. (2013). *Development and reliability testing of the Comprehensive High-Level Activity Mobility Predictor (CHAMP) in male servicemembers with traumatic lower-limb loss*. Spraw. tech. WALTER REED ARMY MEDICAL CENTER WASHINGTON DC.
- Gardasevic, J. i Bjelica, D. (2020). „Body Composition Differences between Football Players of the Three Top Football Clubs.” W: *International Journal of Morphology* 38.1.
- Gaurav, V., Singh, M. i Singh, S. (2010). „Anthropometric characteristics, somatotyping and body composition of volleyball and basketball players”. W: *Journal of Physical Education and Sports Management* 1.3, s. 28–32.
- Gerakaki, M. E., Evangelidis, P. E., Tziortzis, S. i Paradisis, G. P. (2013). „Acute effects of dynamic whole body vibration in well trained track & field sprinters”. W: *Journal of Physical Education and Sport* 13.3, s. 270.
- Ghantla, T., Mehta, H., Gokhale, P. i Shah, C. (2012). „A comparative study of visual reaction time in basketball players and healthy controls.” W: *National Journal of Integrated Research in Medicine* 3.1.
- Gledson, T., Gantois, P., Faro, H. K., Nascimento, P. H. do, Paes, P. P., S Fortes, L. de i Batista, G. R. (2018). „Vertical jump and handgrip strength in basketball athletes by playing position and performance”. W: *Journal of physical education and sport* 18.1, s. 132–137.
- Glińska, P. (2022). *Dobrowolna służba wojskowa – poznaj zasady!* URL: <http://polska-zbrojna.pl/home/articleshow/37265> (term. wiz. 06.09.2022).
- Gomes, J. H., Rebello Mendes, R., Almeida, M. B. d., Zanetti, M. C., Leite, G. d. S. i Figueira, A. J. (2017). „Relationship between physical fitness and game-related statistics in elite professional basketball players: Regular season vs. playoffs”. W: *Motriz: Revista de Educação Física* 23.

- Gubata, M. E., Urban, N., Cowan, D. N. i Niebuhr, D. W. (2013). „A prospective study of physical fitness, obesity, and the subsequent risk of mental disorders among healthy young adults in army training”. W: *Journal of psychosomatic research* 75.1, s. 43–48.
- Gürhan, S., Beyleroğlu, M. i Hazar, K. (2016). „Comparison of aerobic, anaerobic power features basketball and handball team players”. W: *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 10.3, s. 379–385.
- Gut, J. i Kręcikij, J. (2020). „Specyfika dowodzenia jednostką specjalną na przykładzie JW GROM”. W: *Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka* 2, s. 111–126.
- Harley, J. A., Hind, K. i O'hara, J. P. (2011). „Three-compartment body composition changes in elite rugby league players during a super league season, measured by dual-energy X-ray absorptiometry”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 25.4, s. 1024–1029.
- Harman, E. A., Gutekunst, D. J., Frykman, P. N., Sharp, M. A., Nindl, B. C., Alemany, J. A. i Mello, R. P. (2008). „Prediction of simulated battlefield physical performance from field-expedient tests”. W: *Military medicine* 173.1, s. 36–41.
- Hauschild, V. D., DeGroot, D. W., Hall, S. M., Grier, T. L., Deaver, K. D., Hauret, K. G. i Jones, B. H. (2017). „Fitness tests and occupational tasks of military interest: a systematic review of correlations”. W: *Occupational and Environmental Medicine* 74.2, s. 144–153.
- Heebner, N. R., Abt, J. P., Lovalekar, M., Beals, K., Sell, T. C., Morgan, J., Kane, S. i Lephart, S. (2017). „Physical and performance characteristics related to unintentional musculoskeletal injury in special forces operators: A prospective analysis”. W: *Journal of athletic training* 52.12, s. 1153–1160.
- Heinrich, K. M., Spencer, V., Fehl, N. i Carlos Poston, W. S. (2012). „Mission essential fitness: comparison of functional circuit training to traditional Army physical training for active duty military”. W: *Military medicine* 177.10, s. 1125–1130.
- Heishman, A. D., Daub, B. D., Miller, R. M., Freitas, E. D., Frantz, B. A. i Bembem, M. G. (2020). „Counter movement jump reliability performed with and without an arm swing in NCAA division 1 intercollegiate basketball players”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 34.2, s. 546–558.
- Hickey, J., Donne, B. i O'Brien, D. (2012). „Effects of an eight week military training program on aerobic indices and psychomotor function”. W: *BMJ Military Health* 158.1, s. 41–46.

- Hofstetter, M.-C., Mäder, U. i Wyss, T. (2012). „Effects of a 7-week outdoor circuit training program on Swiss Army recruits”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26.12, s. 3418–3425.
- Hölzl, T. (2017). „Establishing a physical test battery for mountain soldiers in the Austrian Armed Forces”. W: *Journal of Science and Medicine in Sport* 20, S79.
- Hooman, A., Ali Akbar, N. M. i Ali Reza, K. (2014). „Body mass index and composition in physical preparedness of Iranian military personnel”. W: *Ann Mil Health Sci Res* 12.2.
- Horička, P., Hianik, J. i Šimonek, J. (2014). „The relationship between speed factors and agility in sport games”. W:
- Huerta, M., Grotto, I., Shemla, S., Ashkenazi, I., Shpilberg, O. i Kark, J. D. (2004). „Cycle ergometry estimation of physical fitness among Israeli soldiers”. W: *Military medicine* 169.3, s. 217–220.
- Hunt, A. P., Orr, R. M. i Billing, D. C. (2013). „Developing physical capability standards that are predictive of success on Special Forces selection courses”. W: *Military medicine* 178.6, s. 619–624.
- Iacono, A. D., Ardigò, L. P., Meckel, Y. i Padulo, J. (2016). „Effect of small-sided games and repeated shuffle sprint training on physical performance in elite handball players”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 30.3, s. 830–840.
- Iermakov, S., Podrigalo, L. V. i Jagiełło, W. (2016). „Hand-grip strength as an indicator for predicting the success in martial arts athletes”. W:
- Iskra, J., Tataruch, R., Borysiuk, Z., Sadowska-Krępa, E. i Walaszczyk, A. (2015). „Spatio-temporal characteristics of hurdle runs and ergometric tests during athletic preparation”. W: *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano* 17, s. 51–61.
- Jadach, K. i wsp. (2020). „Szkolenie żołnierzy oddziałów bojowych JW GROM do działań specjalnych”. W: *Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka* 39.2, s. 77–88.
- Jagodziński, B. (2019). „The role of the special forces in military conflicts in the 20th and the 21st centuries. Part I”. W: *Przegląd Bezpieczeństwa Wewnętrznego* 11.20.
- (2020). „Działania i rozwój jednostek specjalnych”. W: *Przegląd Bezpieczeństwa Wewnętrznego* 12.22, s. 167–184.
- Jamro, D., Zurek, G., Lachowicz, M., Lenart, D. i Dulnik, M. (2022). „Alternating Attention and Physical Fitness in Relation to the Level of Combat Training”. W: *Healthcare*. T. 10. 2. MDPI, s. 241.

- Ježdimirović, M., Joksimović, A., Stanković, R. i Bubanj, S. (2013). „Differences in the vertical jump in soccer players according to their position on the team”. W: *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport* 11.3.
- Johnson, Q. R., Mackey, C. S., Muddle, T. D., Smith, D. B. i DeFreitas, J. M. (2019). „Body composition comparison of upper-and underclass reserve officers’ training corps cadets”. W: *Aerospace Medicine and Human Performance* 90.9, s. 813–818.
- Jopkiewicz, A. i Bogdan, N. S. (2018). „Wiek i aktywność fizyczna mężczyzn w czasie wolnym a ich sprawność fizyczna”. W: *Rocznik Lubuski* 44.2a, s. 283–296.
- Karp, J. (2001). „Muscle fiber types and training”. W: *Strength & Conditioning Journal* 23.5, s. 21.
- Keeler, J. M. (2014). „The effect of tactical tasks and gear on muscle activation of SWAT officers”. W:
- Kim, J., Lee, N., Trilk, J., Kim, E.-J., Kim, S.-Y., Lee, M. i Cho, H.-C. (2011). „Effects of sprint interval training on elite Judoists”. W: *International journal of sports medicine* 32.12, s. 929–934.
- Klymovych, V., Oderov, A., Romanchuk, S., Korchagin, M., Zolochovskyi, V., Fedak, S., Gura, I., Nebozhuk, O., Lashta, V., Romanchuk, V. i wsp. (2020). „Correlation of Physical Fitness and Professional Military Training of Servicemen”. W: *Sport Mont* 18.2, s. 79–82.
- Knapik, J. J. i East, W. B. (2014). „History of United States Army Physical Fitness and Physical Readiness Testing.” W: *US Army Medical Department Journal*.
- Köklü, Y., Alemdaroğlu, U., Koçak, F., Erol, A. i Findikoğlu, G. (2011). „Comparison of chosen physical fitness characteristics of Turkish professional basketball players by division and playing position”. W: *Journal of human kinetics* 30.2011, s. 99–106.
- Koropanovski, N., Berjan, B., Bozic, P., Pazin, N., Sanader, A., Jovanovic, S. i Jarić, S. (2011). „Anthropometric and physical performance profiles of elite karate kumite and kata competitors”. W: *Journal of human kinetics* 30.2011, s. 107–114.
- Korsak, E. (2019). *GROM na kursie działań specjalnych*. URL: <http://polska-zbrojna.pl/mobile/articleshow/29587?t=GROM-na-kursie-dzialan-specjalnych> (term. wiz. 14.09.2022).
- Krishnan, A., Sharma, D., Bhatt, M., Dixit, A. i Pradeep, P. (2017). „Comparison between Standing Broad Jump test and Wingate test for assessing lower limb anaerobic power in elite sportsmen”. W: *Medical Journal Armed Forces India* 73.2, s. 140–145.

- Królikowski, H. i wsp. (2020). „Koncepcja i tworzenie JW GROM jako jednostki sił operacji specjalnych”. W: *Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka* 39.2, s. 61–79.
- Kuriyan, R. (2018). „Body composition techniques”. W: *The Indian journal of medical research* 148.5, s. 648.
- Kyröläinen, H., Häkkinen, K., Kautiainen, H., Santtila, M., Pihlainen, K. i Häkkinen, A. (2008). „Physical fitness, BMI and sickness absence in male military personnel”. W: *Occupational medicine* 58.4, s. 251–256.
- Kyröläinen, H., Karinkanta, J., Santtila, M., Koski, H., Mäntysaari, M. i Pullinen, T. (2008). „Hormonal responses during a prolonged military field exercise with variable exercise intensity”. W: *European journal of applied physiology* 102.5, s. 539–546.
- Lennemann, L. M., Sidrow, K. M., Johnson, E. M., Harrison, C. R., Vojta, C. N. i Walker, T. B. (2013). „The influence of agility training on physiological and cognitive performance”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 27.12, s. 3300–3309.
- Lester, M. E., Knapik, J. J., Catrambone, D., Antczak, A., Sharp, M. A., Burrell, L. i Darakjy, S. (2010). „Effect of a 13-month deployment to Iraq on physical fitness and body composition”. W: *Military medicine* 175.6, s. 417–423.
- Lester, M. E., Sharp, M. A., Werling, W. C., Walker, L. A., Cohen, B. S. i Ruediger, T. M. (2014). „Effect of specific short-term physical training on fitness measures in conditioned men”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 28.3, s. 679–688.
- Lieberman, H. R., Bathalon, G. P., Falco, C. M., Kramer, F. M., Morgan III, C. A. i Niro, P. (2005). „Severe decrements in cognition function and mood induced by sleep loss, heat, dehydration, and undernutrition during simulated combat”. W: *Biological psychiatry* 57.4, s. 422–429.
- Lim, J. J. i Kong, P. W. (2013). „Effects of isometric and dynamic postactivation potentiation protocols on maximal sprint performance”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 27.10, s. 2730–2736.
- Lindner, T., Schulze, C., Woitge, S., Finze, S., Mittelmeier, W. i Bader, R. (2012). „The effect of the weight of equipment on muscle activity of the lower extremity in soldiers”. W: *The Scientific World Journal* 2012.
- Lisowski i Mihuta (2013). „Importance of coordination skills essential psychophysical demonstrated competencies as a military specialists”. W: *Physical education of students* 17.6, s. 38–42.
- Maćkała, K., Fostiak, M. i Kowalski, K. (2015). „Selected determinants of acceleration in the 100m sprint”. W: *Journal of human kinetics* 45.1, s. 135–148.

- Malkawi, A. M., Meertens, R. M., Kremers, S. P. i Sleddens, E. F. (2018). „Dietary, physical activity, and weight management interventions among active-duty military personnel: a systematic review”. W: *Military Medical Research* 5.1, s. 1–12.
- Malmberg, J. (2011). „Physical fitness tests in the Nordic Armed Forces-A description of Basic Test Protocol”. W:
- Mańkowska, M., Poliszczuk, T., Poliszczuk, D. i Johne, M. (2015). „Visual perception and its effect on reaction time and time-movement anticipation in elite female basketball players”. W: *Polish Journal of Sport and Tourism* 22.1, s. 3–8.
- Margolis, L. M., Crombie, A. P., McClung, H. L., McGraw, S. M., Rood, J. C., Mountain, S. J. i Young, A. J. (2014). „Energy requirements of US Army Special Operation Forces during military training”. W: *Nutrients* 6.5, s. 1945–1955.
- Margolis, L. M., Rood, J., Champagne, C., Young, A. J. i Castellani, J. W. (2013). „Energy balance and body composition during US Army special forces training”. W: *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 38.4, s. 396–400.
- Marins, E., Barbosa, O., Machado, E., Orr, R., Dawes, J. i Del Vecchio, F. (2020). „Profile of self-reported physical tasks and physical training in Brazilian special operations units: a web-based cross-sectional study”. W: *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17.19, s. 7135.
- Markovič, R. (2018). „Effectiveness of the complex movement program of physical training for professional soldiers”. W: *Journal of Physical Education and Sport* 18.3, s. 1773–1778.
- Martin, R. C., Grier, T., Canham-Chervak, M., Anderson, M. K., Bushman, T. T., DeGroot, D. W. i Jones, B. H. (2016). „Validity of self-reported physical fitness and body mass index in a military population”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 30.1, s. 26–32.
- Martins, L. C. X. i Lopes, C. S. (2013). „Rank, job stress, psychological distress and physical activity among military personnel”. W: *BMC public health* 13.1, s. 1–12.
- Marx, B. P., Brailey, K., Proctor, S. P., MacDonald, H. Z., Graefe, A. C., Amoroso, P., Heeren, T. i Vasterling, J. J. (2009). „Association of time since deployment, combat intensity, and posttraumatic stress symptoms with neuropsychological outcomes following Iraq war deployment”. W: *Archives of general psychiatry* 66.9, s. 996–1004.
- Masanovic, B., Popovic, S. i Bjelica, D. (2019). „Comparative study of anthropometric measurement and body composition between basketball players from different competitive levels: elite and sub-elite”. W: *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports* 4, s. 176–181.

- Masanovic, B., Gardasevic, J. i Bjelica, D. (2021). „Comparative study of anthropometric measurement and body composition between elite handball and volleyball players from the serbian national league”. W: *International Journal of Morphology* 39.1, s. 287–293.
- Maupin, D., Wills, T., Orr, R. i Schram, B. (2018). „Fitness profiles in elite tactical units: A critical review”. W: *International journal of exercise science* 11.3, s. 1041.
- McDowell, M. A. i Hubbard, V. S. (2013). „Adherence to national diet and physical activity objectives among active duty military personnel: what are the implications?” W: *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* 113.7, s. 903–906.
- Mellor, A., Jackson, S. i Hardern, R. (2012). „Can adventurous training have a role in improving clinical outcomes?” W: *BMJ Military Health* 158.2, s. 110–114.
- Nagai, T., Lovalekar, M., Wohleber, M. F., Perlsweig, K. A., Wirt, M. D. i Beals, K. (2017). „Poor anaerobic power/capability and static balance predicted prospective musculoskeletal injuries among Soldiers of the 101st Airborne (Air Assault) Division”. W: *Journal of science and medicine in sport* 20, S11–S16.
- Najafi, A., Shakerian, S., Habibi, A., Shabani, M. i Fatemi, R. (2015). „The comparison of some anthropometric, body composition indexes and VO<sub>2</sub>max of Ahwaz elite soccer players of different playing positions”. W: *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports* 9, s. 64–68.
- Nalepa, D., Weber, D., Rogala, R. i Charzyńska-Gula, M. (2016). „Wpływ ilości spożywanych posiłków na wartość wskaźnika BMI”. W: *Journal of Education, Health and Sport* 6.3.
- Nassis, G. P., Geladas, N. D., Soldatos, Y., Sotiropoulos, A., Bekris, V. i Souglis, A. (2010). „Relationship between the 20-m multistage shuttle run test and 2 soccer-specific field tests for the assessment of aerobic fitness in adult semi-professional soccer players”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 24.10, s. 2693–2697.
- NATO (2012). *Psychological and Physiological Selection of Military Special Operations Forces Personnel*.
- Nazar, K. i Kozłowski, S. (1984). *Wprowadzenie do fizjologii klinicznej*. Państw. Zakład Wydawnictw Lekarskich.
- Nibbeling, N., Oudejans, R. R., Ubink, E. M. i Daanen, H. A. (2014). „The effects of anxiety and exercise-induced fatigue on shooting accuracy and cognitive performance in infantry soldiers”. W: *Ergonomics* 57.9, s. 1366–1379.

- Nikroo, H., Barancheshme, M. i Azoore, S. (2014). „The comparison of the effects of combined selection of exercises and current sports activities on the improvement of physical fitness of soldiers during the training term of national service.” W: *Journal of Military Medicine* 16.1, s. 9–16.
- Nindl, B. C., Barnes, B. R., Alemany, J. A., Frykman, P. N., Shippee, R. L. i Friedl, K. E. (2007). „Physiological consequences of US Army Ranger training”. W: *Medicine & Science in sports & exercise* 39.8, s. 1380–1387.
- Norjali Wazir, M., Samsu, R., Yaacob, A., Martuan, S. i Ishkandar, C. (2022). „Comparison of Anthropometric and Physical Fitness among Sprinters, Jumpers and Throwers in Male Student-Athletes”. W: *International Journal of Education and Training* 8.1, s. 1–6.
- Nowak, P. F., Choła, Ł. i Jawoszek, R. (1997). „Life satisfaction vs physical fitness and health behaviour of Special Forces soldiers”. W: *GUIDELINES FOR MANUSCRIPT SUBMISSION* 114.100, s. 221.
- Nykänen, T., Pihlainen, K., Santtila, M., Vasankari, T., Fogelholm, M. i Kyröläinen, H. (2019). „Diet macronutrient composition, physical activity, and body composition in soldiers during 6 months deployment”. W: *Military medicine* 184.3-4, e231–e237.
- O’Leary, T. J., Saunders, S. C., McGuire, S. J., Venables, M. C. i Izard, R. M. (2018). „Sex Differences in Training Loads during British Army Basic Training.” W: *Medicine and science in sports and exercise* 50.12, s. 2565–2574.
- Oderov, A., Romanchuk, S., Fedak, S., Kuznetsov, M., Petruk, A., Dunets-Lesko, A., Lesko, O. i Olkhovyi, O. (2017). „Innovative approaches for evaluating physical fitness of servicemen in the system of professional training”. W:
- Ojeda, Á. H., Riños, L. C., Barrilao, R. G. i Serrano, P. C. (2016). „Acute effect of a complex training protocol of back squats on 30-m sprint times of elite male military athletes”. W: *Journal of Physical Therapy Science* 28.3, s. 752–756.
- Orantes-Gonzalez, E., Heredia-Jimenez, J. i Escabias, M. (2022). „Body mass index and aerobic capacity: The key variables for good performance in soldiers”. W: *European Journal of Sport Science* 22.10, s. 1467–1474.
- Orchard, P. J. (2015). „The development of physical performance in new recruits entering basic military training within the Australian army”. W:
- Orr, R. M., Caust, E. L., Hinton, B. i Pope, R. (2018). „Selecting the best of the best: Associations between anthropometric and fitness assessment results and success in police specialist selection”. W: *International journal of exercise science* 11.4, s. 785.

- Papay, J. i Simonek, J. (2017). „Physical Fitness of Soldiers in the Armed Forces of Slovakia”. W:
- Papla, M., Perenc, D., Zając, A., Maszczyk, A. i Krzysztofik, M. (2022). „Contribution of Strength, Speed and Power Characteristics to Change of Direction Performance in Male Basketball Players”. W: *Applied Sciences* 12.17, s. 8484.
- Parpa, K. i Michaelides, M. (2021). „The impact of COVID-19 lockdown on professional soccer players’ body composition and physical fitness.” W: *Biology of Sport* 38.4, s. 733–740.
- Paško, W., Guła, P., Brożyna, M., Dziadek, B., Zadarko, E., Śliż, M., Polak, K. i Przednowek, K. (2022). „Psychomotor abilities of candidates for Polish Special Forces”. W: *Scientific Reports* 12.1, s. 1–8.
- Pihlainen, K., Santtila, M., Häkkinen, K. i Kyröläinen, H. (2018). „Associations of physical fitness and body composition characteristics with simulated military task performance”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 32.4, s. 1089–1098.
- Pihlainen, K., Santtila, M., Vasankari, T., Häkkinen, K. i Kyröläinen, H. (2018). „Evaluation of occupational physical load during 6-month international crisis management operation”. W: *International journal of occupational medicine and environmental health* 31.
- Plaşiņa, L. (2011). „Assessment of the physical activity level for the staff military personnel”. W: *Papers on Anthropology* 20, s. 351–358.
- Podrihalo, O. O., Podrigalo, L. V., Bezkorovainyi, D. O., Halashko, O. I., Nikulin, I. N., Kadutskaya, L. A. i Jagiello, M. (2020). „The analysis of handgrip strength and somatotype features in arm wrestling athletes with different skill levels”. W: *Physical education of students* 24.2, s. 120–126.
- Pope, R. P., Herbert, R., Kirwan, J. D. i Graham, B. J. (1999). „Predicting attrition in basic military training”. W: *Military medicine* 164.10, s. 710–714.
- Pope, R. P., Herbert, R. D., Kirwan, J. D. i Graham, B. J. (2000). „A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury”. W: *Medicine and science in sports and exercise* 32.2, s. 271–277.
- Pori, P., Tušak, M. i Pori, M. (2010). „Which motor abilities have the highest impact on working performance of slovenian soldiers”. W: *Biology of Sport* 27.4, s. 301–305.
- Potter, A. W., Soto, L. i Friedl, K. (2022). „Body composition of extreme performers in the US Marine Corps”. W: *BMJ Mil Health*.

- Pryor, R. R., Colburn, D., Crill, M. T., Hostler, D. P. i Suyama, J. (2012). „Fitness characteristics of a suburban special weapons and tactics team”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26.3, s. 752–757.
- Przednowek, K., Śliż, M., Lenik, J., Dziadek, B., Cieszkowski, S., Lenik, P., Kopeć, D., Wardak, K. i Przednowek, K. H. (2019). „Psychomotor abilities of professional handball players”. W: *International journal of environmental research and public health* 16.11, s. 1909.
- Pyne, D. B., Saunders, P. U., Montgomery, P. G., Hewitt, A. J. i Sheehan, K. (2008). „Relationships between repeated sprint testing, speed, and endurance”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 22.5, s. 1633–1637.
- Queiroga, M. R., Cavazzotto, T. G., Katayama, K. Y., Portela, B. S., Tartaruga, M. P. i Ferreira, S. A. (2013). „Validity of the RAST for evaluating anaerobic power performance as compared to Wingate test in cycling athletes”. W: *Motriz: Revista de Educação Física* 19, s. 696–702.
- Radakovic, S. S., Maric, J., Surbatovic, M., Radjen, S., Stefanova, E., Stankovic, N. i Filipovic, N. (2007). „Effects of acclimation on cognitive performance in soldiers during exertional heat stress”. W: *Military medicine* 172.2, s. 133–136.
- Rameshkannan, S. i Chittibabu, B. (2014). „Effect of plyometric training on agility performance of male handball players”. W: *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports* 3.4, s. 72–76.
- Raya, M. A., Gailey, R. S., Gaunaud, I. A., Jayne, D. M., Campbell, S. M., Gagne, E., Manrique, P. G., Muller, D. G. i Tucker, C. (2013). „Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-Test, and Illinois Agility Test.” W: *Journal of Rehabilitation Research & Development* 50.7.
- Rayson, M. P. (2005). „The Physiological Challenges Faced by Firefighters Wearing NBC Clothing: 1009 10: 50 AM–11: 10 AM”. W: *Medicine & Science in Sports & Exercise* 37.5, S197.
- Reale, R., Burke, L. M., Cox, G. R. i Slater, G. (2020). „Body composition of elite Olympic combat sport athletes”. W: *European journal of sport science* 20.2, s. 147–156.
- Ricciardi, R., Deuster, P. A. i Talbot, L. A. (2007). „Effects of gender and body adiposity on physiological responses to physical work while wearing body armor”. W: *Military medicine* 172.7, s. 743–748.
- Richmond, V. L., Horner, F. E., Wilkinson, D. M., Rayson, M. P., Wright, A. i Izard, R. (2014). „Energy balance and physical demands during an 8-week arduous military training course”. W: *Military medicine* 179.4, s. 421–427.

- Rintamäki, H., Kyröläinen, H., Santtila, M., Mäntysaari, M., Simonen, R., Torpo, H., Mäkinen, T., Rissanen, S. i Lindholm, H. (2012). „From the subarctic to the tropics: effects of 4-month deployment on soldiers' heat stress, heat strain, and physical performance”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26, S45–S52.
- Robinson, J., Roberts, A., Irving, S. i Orr, R. (2018). „Aerobic fitness is of greater importance than strength and power in the load carriage performance of specialist police”. W: *International journal of exercise science* 11.4, s. 987.
- Rohde, U., Sievert, A., Rüter, T., Witzki, A. i Leyk, D. (2015). „Concept for a predeployment assessment of basic military fitness in the German armed forces”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 29, S211–S215.
- Romański, A. (2020). „Określanie przydatności kandydatów do służby w Jednostce Wjskowej GROM”. Prac. dokt. Akademia Sztuki Wojennej.
- Roy, T. C., Lopez, H. P. i Piva, S. R. (2013). „Loads worn by soldiers predict episodes of low back pain during deployment to Afghanistan”. W: *Spine* 38.15, s. 1310–1317.
- Różański, P., Jówko, E. i Tomczak, A. (2020). „Assessment of the Levels of Oxidative Stress, Muscle Damage, and Psychomotor Abilities of Special Force Soldiers during Military Survival Training”. W: *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17.13, s. 4886.
- Russell, D. W., Kazman, J. i Russell, C. A. (2019). „Body Composition and Physical Fitness Tests Among US Army Soldiers: A Comparison of the Active and Reserve Components”. W: *Public Health Reports* 134.5, s. 502–513.
- Rustam, S. i Kassim, M. (2018). „Physical fitness index for assess fitness speed among Army Reserve Officer Training Unit Cadet in Malaysia”. W: *Journal of Physics: Conference Series*. T. 1020. 1. IOP Publishing, s. 012009.
- Sá, M., Santos, T., Afonso, J., Gouveia, É. R. i Marques, A. (2022). „Physical fitness and anthropometrical profile for the recruits of the elite close protection unit of the Portuguese public security police”. W: *Police Practice and Research* 23.3, s. 308–321.
- Sánchez-Molina, J., Robles-Pérez, J. J. i Clemente-Suárez, V. J. (2019a). „Psychophysiological and fine motor skill differences of elite and non-elite soldiers in an urban combat simulation”. W: *Military Psychology* 31.6, s. 425–432.
- Sánchez-Molina, J., Robles-Pérez, J. J. i Clemente-Suárez, V. J. (2019b). „Psychophysiological and specific fine motor skill modifications in a checkpoint action”. W: *Journal of medical systems* 43.4, s. 1–7.

- Santtila, M., Pihlainen, K., Koski, H., Vasankari, T. i Kyröläinen, H. (2018). „Physical fitness in young men between 1975 and 2015 with a focus on the years 2005-2015”. W: *Medicine and science in sports and exercise* 50.2.
- Schulze, C., Lindner, T., Goethel, P., Müller, M., Kundt, G., Stoll, R., Mittelmeier, W. i Bader, R. (2015). „Evaluation of the physical activity of German soldiers depending on rank, term of enlistment, and task area”. W: *Military medicine* 180.5, s. 518–523.
- Schwartz, J., Takito, M. Y., Del Vecchio, F. B., Antonietti, L. S. i Franchini, E. (2015). „Health-related physical fitness in martial arts and combat sports practitioners”. W: *Sport Sciences for Health* 11.2, s. 171–180.
- Sefton, J. M., Lohse, K. i McAdam, J. (2016). „Prediction of injuries and injury types in army basic training, infantry, armor, and cavalry trainees using a common fitness screen”. W: *Journal of athletic training* 51.11, s. 849–857.
- Sell, T. C., Chu, Y., Abt, J. P., Nagai, T., Deluzio, J., McGrail, M. A., Rowe, R. S. i Lephart, S. M. (2010). „Minimal additional weight of combat equipment alters air assault soldiers’ landing biomechanics”. W: *Military medicine* 175.1, s. 41–47.
- Shahbazi, M., Rahimizadeh, M., Rajabi, M. R. i Abdolmaleki, H. (2011). „Mental and physical characteristics in iranian men’s handball national team, winner of silver medal in asian games-2010”. W: *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 30, s. 2268–2271.
- Sharp, M. A., Knapik, J. J., Walker, L. A., Burrell, L., Frykman, P. N., Darakjy, S. S., Lester, M. E. i Marin, R. E. (2008). *Physical fitness and body composition after a 9-month deployment to Afghanistan*. Spraw. tech. Army research Institute of Environmental Medicine Natick MA Military Performance Division.
- Sheokand, K. K. (2018). „Role of motor fitness in track events of athletics”. W: *International Journal of Physical Education, Sports and Health* 5.1, s. 96–100.
- Šimenko, J., Kovčan, B., Pori, P., Vodičar, J., Vodičar, M. i Hadžić, V. (2021). „The relationship between army physical fitness and functional capacities in infantry members of the Slovenian armed forces”. W: *Journal of Strength and Conditioning Research* 35.12, s. 3506–3512.
- Simpson, R. J., Graham, S. M., Connaboy, C., Clement, R., Pollonini, L. i Florida-James, G. D. (2017). „Blood lactate thresholds and walking/running economy are determinants of backpack-running performance in trained soldiers”. W: *Applied ergonomics* 58, s. 566–572.
- Solberg, P. A., Paulsen, G., Slaathaug, O. G., Skare, M., Wood, D., Huls, S. i Raastad, T. (2015). „Development and implementation of a new physical training

- concept in the Norwegian Navy Special Operations Command". W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 29, S204–S210.
- Song, H.-S., Chun, B.-O. i Lee, K. (2021). „Relationship between anaerobic power and isokinetic trunk strength in college male soccer players". W: *Journal of Men's Health* 17.1, s. 44–49.
- Spehnyak, M., Gušić, M., Molnar, S., Baić, M., Andrašić, S., Selimi, M., Mačak, D., Madić, D. M., Žilić Fišer, S., Sporiš, G. i wsp. (2021). „Body composition in elite soccer players from youth to senior squad". W: *International journal of environmental research and public health* 18.9, s. 4982.
- Sperlich, B., Krueger, M., Zinner, C., Achtzehn, S., Marées, M. d. i Mester, J. (2011). „Oxygen uptake, velocity at lactate threshold, and running economy in elite special forces". W: *Military medicine* 176.2, s. 218–221.
- Sporiš, G., Harasin, D., Bok, D., Matika, D. i Vuleta, D. (2012). „Effects of a training program for special operations battalion on soldiers' fitness characteristics". W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26.10, s. 2872–2882.
- Spulak Jr, R. G. (2007). *A theory of special operations: the origin, qualities, and use of SOF*. Spraw. tech. Sandia National Labs Albuquerque NM.
- Suleiman, U., Tsauri, Y., Gwani, J., Dikki, C., Suleiman, M. i Achikasim, N. (2018). „Physical Fitness of Nigerian Armed Forces Personnel in their Flexibility in Federal Capital Territory Abuja". W: *KIU Journal of Social Sciences* 4.3, s. 33–37.
- Sung, B. i Ko, B. (2017). „Differences of physique and physical fitness among male south korean elite national track and field athletes". W: *Int. J. Hum. Mov. Sports Sci* 5, s. 17–26.
- Szurgot, M. (2016). „GROM-spadkobiercy Cichociemnych". W: *Uniwersytet Jagielloński, praca licencjacka*.
- Śliż, M., Przednowek, K. H., Kapuściński, P., Dziadek, B., Godek, Ł., Warchoń, K., Zieliński, J. i Przednowek, K. (2022). „Characteristics of the level of psychomotor abilities of female handball players". W: *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation* 14.1, s. 1–10.
- Tabben, M., Chaouachi, A., Mahfoudhi, M., Aloui, A., Habacha, H., Tourny, C. i Franchini, E. (2014). „Physical and physiological characteristics of high-level combat sport athletes". W: *Journal of combat sports and martial arts* 5.1, s. 1–5.
- Tafeit, E., Cvirn, G., Lamprecht, M., Hohensinn, M., Moeller, R., Hamlin, M. i Horejsi, R. (2019). „Using body mass index ignores the intensive training of elite special force personnel". W: *Experimental Biology and Medicine* 244.11, s. 873–879.

- Tanita (2022). URL: <http://www.tanitapolska.pl/popraw-swoje-osiagi/tryb-dla-sportowcow> (term. wiz. 06.09.2022).
- Tharion, W. J., Baker-Fulco, C. J., Bovill, M. E., Montain, S. M., DeLany, J. P., Champagne, C. M., Hoyt, R. W. i Lieberman, H. R. (2004). „Adequacy of garrison feeding for special forces soldiers during training”. W: *Military medicine* 169.6, s. 483–490.
- Tharion, W. J., Lieberman, H. R., Montain, S. J., Young, A. J., Baker-Fulco, C. J., DeLany, J. P. i Hoyt, R. W. (2005). „Energy requirements of military personnel”. W: *Appetite* 44.1, s. 47–65.
- Thomas, D. Q., Lumpp, S. A., Schreiber, J. A. i Keith, J. A. (2004). „Physical fitness profile of Army ROTC cadets.” W: *Journal of Strength and Conditioning Research* 18.4, s. 904–907.
- Thorlund, J., Jakobsen, O., Madsen, T., Christensen, P., Nedergaard, A., Andersen, J., Suetta, C. i Aagaard, P. (2011). „Changes in muscle strength and morphology after muscle unloading in Special Forces missions”. W: *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 21.6, e56–e63.
- Tomczak, A. (2012). „Physical activity of soldiers in the Polish Armed Force’s military administration units and special units”. W: *Biomedical Human Kinetics* 4.2012, s. 93–97.
- (2013). „Effects of a 3–day survival training on selected coordination motor skills of special unit soldiers”. W: *Arch Budo* 9.3, s. 169–173.
- Tomczak, A., Bertrandt, J. i Kłos, A. (2012). „Physical fitness and nutritional status of polish ground force unit recruits”. W: *Biology of sport* 29.4, s. 277.
- Tomczak, A., Bertrandt, J., Kłos, A. i Bertrandt, B. (2014). „Assessment of physical fitness, physical capacity and nutritional status of soldiers serving in the “GROM” Polish Special Forces Unit”. W: *Problemy Higieny i Epidemiologii* 95.1, s. 86–90.
- Tomczak, A., Bertrandt, J., Kłos, A. i Kłos, K. (2016). „Influence of military training and standardized nutrition in military unit on soldiers’ nutritional status and physical fitness”. W: *Journal of strength and conditioning research* 30.10, s. 2774–2780.
- Tomczak, A., Dąbrowski, J. i Mikulski, T. (2017). „Psychomotor performance of Polish Air Force cadets after 36 hours of survival training”. W: *Annals of agricultural and environmental medicine* 24.3.
- Tomlin, D. L. i Wenger, H. A. (2001). „The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise”. W: *Sports Medicine* 31, s. 1–11.

- Tornero-Aguilera, J. F., Robles-Pérez, J. J. i Clemente-Suárez, V. J. (2017). „Effect of combat stress in the psychophysiological response of elite and non-elite soldiers”. W: *Journal of Medical Systems* 41.6, s. 100.
- Turnagöl, H. H. (2016). „Body composition and bone mineral density of collegiate American football players”. W: *Journal of human kinetics* 51, s. 103.
- Van Hooren, B. i Zolotarjova, J. (2017). „The difference between countermovement and squat jump performances: a review of underlying mechanisms with practical applications”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 31.7, s. 2011–2020.
- Vlahov, P. G. (2019). „Assessment and Selection Process for the Bulgarian Special Forces”. W: *Assessment*, s. 12.
- Wang, C. (2019). „Research on the Characteristics of Physical Fitness Testing for Special Operation Forces of Military Powers and Their Reference Value”. W: *International Conference on Man-Machine-Environment System Engineering*. Springer, s. 3–10.
- Williams, A., Jacobson, Z., Montgomery, S., Gaddes, R. i Staff, D. E. (2020). „Foreign Military Physical Fitness Assessments”. W: *Insight Policy Research*.
- Wiśniewski, R. i wsp. (2014). „Rola wojsk specjalnych w systemie obronnym RP”. W: *Przegląd strategiczny* 4.7, s. 59–80.
- Wood, P. S., Grant, C. C., Toit, P. J. du i Fletcher, L. (2017). „Effect of mixed basic military training on the physical fitness of male and female soldiers”. W: *Military medicine* 182.7, e1771–e1779.
- Xiaoli, C., Sizhu, D. i Junlong, H. (2013). „The Influence of Remote Islands Environment on Reaction Time of Guarding Soldiers”. W: *China Journal of Health Psychology*, s. 04.
- Yapıcı, A. (2016). „Evaluation of the relationship between isokinetic strength and field performance in professional male volleyball players”. W: *European Journal of Physical Education and Sport Science*.
- Zabaloy, S., Carlos-Vivas, J., Freitas, T. T., Pareja-Blanco, F., Pereira, L., Loturco, I., Comyns, T., Gálvez-González, J. i Alcaraz, P. E. (2020). „Relationships between resisted sprint performance and different strength and power measures in rugby players”. W: *Sports* 8.3, s. 34.
- Zagatto, A. M., Beck, W. R. i Gobatto, C. A. (2009). „Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 23.6, s. 1820–1827.

Zwingmann, L., Zedler, M., Kurzner, S., Wahl, P. i Goldmann, J.-P. (2021). „How Fit Are Special Operations Police Officers? A Comparison With Elite Athletes From Olympic Disciplines”. W: *Frontiers in sports and active living* 3.

# Spis rycin

1	Ocena sprawności motorycznej . . . . .	22
2	Ocena sprawności psychomotorycznej . . . . .	22
3	Wykres radarowy - budowa i skład ciała ciała . . . . .	68
4	Wykres radarowy - profil motoryczny . . . . .	69
5	Wykres radarowy - profil psychomotoryczny dla czasu reakcji . . . . .	70
6	Wykres radarowy - profil psychomotoryczny dla czasu motoryki . . . . .	71

# Spis tabel

1	Kolejność wykonywania pomiarów . . . . .	23
2	Charakterystyka liczbowa dla wysokości ciała badanych grup . . . . .	32
3	Charakterystyka liczbowa dla masy ciała badanych grup . . . . .	33
4	Charakterystyka liczbowa dla wskaźnika masy ciała badanych grup . . . . .	33
5	Charakterystyka liczbowa dla procentowej zawartości tkanki tłuszczowej badanych grup . . . . .	34
6	Charakterystyka liczbowa dla zawartości tkanki tłuszczowej badanych grup . . . . .	34
7	Charakterystyka liczbowa dla beztłuszczowej masy ciała (ang. Fat Free Mass) badanych grup . . . . .	35
8	Charakterystyka liczbowa dla całkowitej zawartości wody w organizmie badanych grup . . . . .	35
9	Charakterystyka liczbowa dla siły zginaczy prawej kończyny górnej badanych grup . . . . .	36
10	Charakterystyka liczbowa dla siły zginaczy lewej kończyny górnej badanych grup . . . . .	36
11	Charakterystyka liczbowa dla siły prostowników prawej kończyny górnej badanych grup . . . . .	37
12	Charakterystyka liczbowa dla siły prostowników lewej kończyny górnej badanych grup . . . . .	37
13	Analiza post-hoc siły prostowników lewej kończyny górnej . . . . .	38
14	Charakterystyka liczbowa dla siły lewej dłoni badanych grup . . . . .	38
15	Charakterystyka liczbowa dla siły prawej dłoni badanych grup . . . . .	39
16	Charakterystyka liczbowa dla mocy szczytowej w teście Wingate badanych grup . . . . .	39
17	Charakterystyka liczbowa dla mocy średniej w teście Wingate badanych grup . . . . .	40
18	Charakterystyka liczbowa dla wskaźnika spadku mocy w teście Wingate badanych grup . . . . .	41
19	Analiza post-hoc wskaźnika spadku mocy w teście Wingate . . . . .	41

20	Charakterystyka liczbowa dla indeksy zmęczenia w teście Wingate badanych grup . . . . .	42
21	Analiza post-hoc indeksu zmęczenia w teście Wingate . . . . .	42
22	Charakterystyka liczbowa dla mocy anaerobowej w teście Wingate badanych grup . . . . .	42
23	Charakterystyka liczbowa dla pojemności anaerobowej w teście Wingate badanych grup . . . . .	43
24	Charakterystyka liczbowa dla pracy całkowitej w teście Wingate badanych grup . . . . .	44
25	Charakterystyka liczbowa dla maksymalnego pułapu tlenowego bezwzględnego badanych grup . . . . .	45
26	Analiza post-hoc maksymalnego pułapu tlenowego bezwzględnego ( $VO_{2max}$ ml/min) . . . . .	45
27	Charakterystyka liczbowa dla maksymalnego pułapu tlenowego względnego badanych grup . . . . .	46
28	Analiza post-hoc maksymalnego pułapu tlenowego względnego . . . . .	46
29	Charakterystyka liczbowa dla wentylacji minutowej badanych grup . . . . .	46
30	Analiza post-hoc wentylacji minutowej . . . . .	47
31	Charakterystyka liczbowa dla tętna maksymalnego badanych grup . . . . .	47
32	Analiza post-hoc tętna maksymalnego . . . . .	47
33	Charakterystyka liczbowa dla dystansu w 20-metrowym teście wahadłowym badanych grup . . . . .	48
34	Analiza post-hoc osiągniętego dystansu w 20-metrowym teście wahadłowym . . . . .	48
35	Charakterystyka liczbowa dla gibkości (cm) badanych grup . . . . .	49
36	Charakterystyka liczbowa dla czasu w teście zwinności T-test badanych grup . . . . .	49
37	Analiza post-hoc czasu w teście zwinności T-test . . . . .	50
38	Charakterystyka liczbowa dla wysokości skoku z półprzysiadu (SJ) badanych grup . . . . .	50
39	Charakterystyka liczbowa dla mocy bezwzględnej skoku z półprzysiadu (SJ) badanych grup . . . . .	51
40	Charakterystyka liczbowa dla mocy względnej skoku z półprzysiadu badanych grup . . . . .	51
41	Charakterystyka liczbowa dla wysokości skoku Counter Movement Jump (CMJ) badanych grup . . . . .	52
42	Analiza post-hoc CMJ bez zamachu - wysokość skoku (cm) . . . . .	52

43	Charakterystyka liczbowa dla mocy bezwzględnej skoku Counter Movement Jump bez zamachu badanych grup . . . . .	53
44	Charakterystyka liczbowa dla mocy względnej skoku Counter Movement Jump bez zamachu badanych grup . . . . .	53
45	Analiza post-hoc CMJ bez zamachu - moc względna (W/kg) . . . . .	54
46	Charakterystyka liczbowa dla wysokości skoku Counter Movement Jump z zamachem badanych grup . . . . .	54
47	Analiza post-hoc CMJ z zamachem wysokość skoku (cm) . . . . .	54
48	Charakterystyka liczbowa dla mocy bezwzględnej skoku Counter Movement Jump z zamachem badanych grup . . . . .	55
49	Charakterystyka liczbowa dla mocy względnej skoku Counter Movement Jump z zamachem badanych grup . . . . .	56
50	Charakterystyka liczbowa dla szybkości na 10 metrów badanych grup	56
51	Charakterystyka liczbowa dla szybkości na 20 metrów badanych grup	57
52	Charakterystyka liczbowa dla szybkości na 30 metrów badanych grup	57
53	Charakterystyka liczbowa dla czasu reakcji w teście na szybkość reakcji prostej badanych grup . . . . .	58
54	Charakterystyka liczbowa dla czasu motoryki w teście na szybkość reakcji prostej badanych grup . . . . .	59
55	Charakterystyka liczbowa czasu reakcji w teście na szybkość reakcji z wyborem badanych grup . . . . .	59
56	Charakterystyka liczbowa dla czasu motoryki w teście na szybkość reakcji z wyborem badanych grup . . . . .	60
57	Charakterystyka liczbowa dla poprawnych odpowiedzi w teście na szybkość reakcji z wyborem badanych grup . . . . .	61
58	Charakterystyka liczbowa dla czasu reakcji w teście na koordynację wzrokowo-ruchową badanych grup . . . . .	61
59	Charakterystyka liczbowa dla czasu motoryki w teście na koordynację wzrokowo-ruchową badanych grup . . . . .	62
60	Charakterystyka liczbowa dla czasu reakcji w teście na orientację przestrzenną badanych grup . . . . .	63
61	Charakterystyka liczbowa dla czasu motoryki w teście na orientację przestrzenną badanych grup . . . . .	63
62	Charakterystyka liczbowa dla poprawnych odpowiedzi w teście na orientację przestrzenną badanych grup . . . . .	64
63	Charakterystyka liczbowa dla poprawnych odpowiedzi w teście na uwagę wzrokową badanych grup . . . . .	65

64	Charakterystyka liczbowa dla bodźców neutralnych w teście na uwagę wzrokową badanych grup . . . . .	65
65	Charakterystyka liczbowa dla bodźców krytycznych w teście na uwagę wzrokową badanych grup . . . . .	66
66	Charakterystyka liczbowa dla poprawnych odpowiedzi w teście na antycypację badanych grup . . . . .	67

# Streszczenie

Uniwersytet Rzeszowski  
Kolegium Nauk Medycznych  
Instytut Nauk o Kulturze Fizycznej

08.11.2023 r.

## **Profil sprawności motorycznej i psychomotorycznej kandydatów na Operatora jednostek wojsk specjalnych na różnych etapach szkolenia wojskowego**

Autor: mgr inż. Wojciech Paško

Promotor: dr hab. inż. Krzysztof Przednowek, prof. UR

Promotor pomocniczny: dr Maciej Brożyna

Słowa kluczowe: profil motoryczny, profil psychomotoryczny, jednostki wojsk specjalnych, żołnierz

Głównym celem badań było określenie profilu motorycznego oraz psychomotorycznego kandydata na Operatora Jednostek Wojsk Specjalnych na przykładzie JW GROM. Ponadto dokonano analizę zmienności badanych zdolności motorycznych i psychomotorycznych na różnych etapach selekcji oraz szkolenia wojskowego.

W badaniu wzięło udział 82 kandydatów i żołnierzy polskich jednostek specjalnych na różnym etapie szkolenia. Kandydaci i żołnierze zostali podzieleni na trzy grupy (Selekcja, KDS oraz Operatorzy). Ocenie poddane zostały zdolności motoryczne i psychomotoryczne, w tym: zdolności tlenowe i beztlenowe, skoczność, siła, szybkość, gibkość, zwinność, szybkość reakcji, koordynacja wzrokowo-ruchowa, orientacja przestrzenna, uwaga wzrokowa, antycypacja. Dodatkowo przeprowadzono pomiary budowy i składu ciała.

Analiza wykazała istotne statystycznie różnice pomiędzy grupami dla siły prostowników lewej kończyny górnej, wskaźnika spadku mocy i indeksu zmęczenia podczas oceny zdolności beztlenowych, wszystkich analizowanych zmiennych dotyczących zdolności tlenowych, zwinności, wysokości skoku w teście CMJ bez zamachu i CMJ z zamachem, mocy względnej w teście CMJ bez zamachu. Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami w budowie i składzie ciała, gibkości, szybkości oraz zdolnościach psychomotorycznych. Podsumowując, kandydaci, którzy ukończyli etap górski, charakteryzują się wysokim poziomem motorycznym oraz psychomotorycznym, natomiast w kolejnych etapach szkolenia poziom niektórych zdolności motorycznych obniża się.

# Abstract

University of Rzeszów  
College of Medical Sciences  
Institute of Physical Culture Sciences

08.11.2023 r.

## **Motor and psychomotor fitness profile of Special Forces Unit Operator candidates at different stages of military training**

Author: Wojciech Paśko

Supervisor: Prof. Krzysztof Przednowek

Associate supervisor: PhD Maciej Brożyna

Key words: motor profile, psychomotor profile, special forces units, soldier

The main objective of the study was to determine the motor and psychomotor profile of a candidate for a Special Forces Unit Operator, using the example of JW GROM. In addition, the changes in the studied motor and psychomotor abilities at different stages of selection and military training were analyzed.

Eighty-two candidates and soldiers of Polish special units at different stages of training took part in the survey. The candidates and soldiers were divided into three groups (Selection, KDS and Operators). Motor and psychomotor abilities were assessed, including aerobic and anaerobic endurance, jumping ability, strength, speed, flexibility, agility, reaction speed, eye-hand coordination, spatial orientation, visual attention, anticipation. In addition, measurements of physique and body composition were taken.

The analysis showed statistically significant differences between the groups for left upper limb extensor strength, power drop index and fatigue index during anaerobic endurance assessment, all analyzed variables for aerobic endurance, agility, jump height in the CMJ test without sweep and CMJ test with sweep, relative power in the CMJ test without sweep. No statistically significant differences were observed between the study groups in physique and body composition, flexibility, speed and psychomotor abilities. In conclusion, candidates who have completed the mountain stage are characterized by a high motor and psychomotor level, while the level of some motor abilities decreases with the training stage.

# Załącznik nr 1 - Zgoda komisji bioetycznej



KOMISJA BIOETYCZNA UNIwersYTETU RZESZOWSKIEGO  
UNIwersYTET RZESZOWSKI  
Kolegium Nauk Medycznych  
al. mjr. W. Kopisto 2a, 35-959 Rzeszów

**UCHWAŁA nr 3/01/2021**

**Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Rzeszowskiego**

**z dnia 28/01/2021 roku**

**w sprawie wniosku dotyczącego badania eksperymentu medycznego  
„Problemy zdrowotne weteranów i rekrutów wojsk specjalnych”**

## § 1

Komisja Bioetyczna Uniwersytetu Rzeszowskiego, działając na podstawie art. 29 ustawy z dnia 5 grudnia 1996 roku o zawodach lekarza i lekarza dentystry (Dz. U. 2020 r. poz. 514, 1291 ze zm.) i Rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 maja 1999 roku w sprawie szczegółowych zasad powoływania i finansowania oraz trybu działania Komisji Bioetycznych (Dz. U. 1999 r. Nr 47 poz. 480) w związku z art. 27 pkt 10 ustawy z dnia 16 lipca 2020r. o zmianie ustawy o zawodach lekarza i lekarza dentystry oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2020 poz.1291) oraz art. 37r ustawy z dnia 6 września 2001 roku Prawo farmaceutyczne (Dz. U. 2020 r. poz. 944 ze zm.) i zgodnie z zasadami GCP (*Good Clinical Practice*), po zapoznaniu się z wnioskiem i dokumentacją eksperymentu medycznego, w wyniku dyskusji i głosowania przeprowadzonych dn. 28.01.2021 roku w formie zdalnej liczbą 13 głosów akceptujących spośród 13 oddanych głosów

## postanawia

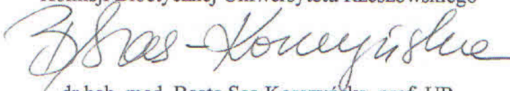
eksperyment medyczny **Problemy zdrowotne weteranów i rekrutów wojsk specjalnych** oraz dokumentację badania, w tym: opis projektu eksperymentu medycznego, informacja o eksperymencie dla uczestnika badania, formularz świadomej zgody uczestnika na udział w badaniu, informacja o nienaruszeniu praw autorskich wykorzystywanych kwestionariuszy, CV wszystkich członków zespołu badawczego, polisa OC badacza, wzór kwestionariusza kwalifikacji pacjenta

zaopiniować pozytywnie

Strona 1 | 2

§ 2

Uchwała wchodzi w życie z dniem jej podjęcia i obowiązuje przez okres objęty planem badań.

Przewodnicząca  
Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Rzeszowskiego  
  
dr hab. med. Beata Sas-Korczyńska, prof. UR

Do wiadomości:

Wnioskodawca: Prof. hab. n. med. Artur Mazur, dr Przemysław Guła, dr Maciej Brożyna,  
dr hab. Emilian Zadarko prof. UR, dr hab. Krzysztof Przednowek prof. UR, dr Rafał Podgórski