ANALIZA DYSKRYMINACYJNA
ROZWOJU ZAWODNICZEGO
MŁODYCH KOSZYKARZY

Dariusz Sarnowski, Igor Ryguła

ANALIZA DYSKRYMINACYJNA ROZWOJU ZAWODNICZEGO MŁODYCH KOSZYKARZY

GDAŃSK 2018

Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu
im. Jędrzeja Śniadeckiego w Gdańsku

Komitet redakcyjny:
Paweł Cięszczyk (przewodniczący), Marek Adam, Małgorzata Kawa, Bogumiła Przysiężna, Małgorzata Resiak, Tomasz Taraszkiewicz, Artur Ziółkowski

Recenzent: Stanisław Żak

Redakcja naukowa: Marek Adam

Redakcja techniczna, sekretarz redakcji: Katarzyna Dzierżanowska

Fotografia na okładce: pixabay.com

© Copyright by Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu, Gdańsk 2018

WYDAWNICTWO UCZELNIANE
Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu
ul. Kazimierza Górskiego 1, 80-336 Gdańsk
tel. +48 58 554 71 61
wydawnictwo@awf.gda.pl

ISBN 978-83-62390-30-4

SPIS TREŚCI

WYKAZ SYMBOLI O OZNACZEŃ 7

SŁOWEM WSTĘPU 9

ROZDZIAŁ 1. KONCEPCJA I EKSPLIKACJA BADAŃ 10

1.1. Uzasadnienie podjęcia tematu 10

1.2. Eksplikacja tematu pracy 11

1.3. Problem badawczy w świetle literatury 13

ROZDZIAŁ 2. PODSTAWY TEORETYCZNE PROBLEMU BADAWCZEGO 20

2.1. Wprowadzenie 21

2.2. Teoria optymalizacji selekcji sportowej Igora Ryguły 22

2.3. Wybrane algorytmy matematyczno-statystyczne TOSSIR 23

2.3.1. Syntetyczna miara wskaźnika rozwoju Hellwiga 26

2.3.2. Dobór zmiennych do biometrycznego modelu regresji 27

2.3.3. Metoda Hellwiga optymalnego wyboru zmiennych objaśniających 30

2.3.4. Eliminacja zmiennych metodą analizy współczynników korelacji 31

2.3.5. Analiza dyskryminacyjna 32

ROZDZIAŁ 3. METODOLOGICZNE PODSTAWY BADAŃ 36

3.1. Cele badań 36

3.2. Pytania badawcze 36

3.3. Hipotezy badawcze 37

3.4. Materiał badań 37

3.5. Metody badań 37

3.6. Techniki i narzędzia badawcze 38

3.7. Zmienne i ich wskaźniki 38

ROZDZIAŁ 4. WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA. 40

4.1. Statystyka opisowa danych 40

4.2. Analiza macierzy korelacji 43

4.3. Budowa WRZ na bazie wszystkich zmiennych 48
4.4. Redukcja liczby zmiennych 50
4.5. Pojemności integralne 52
4.6. Biometryczny model regresji 53
4.6.1. Równanie regresji 53
4.6.2. Statystyczna weryfikacja modelu 56
4.6.3. Wyniki kanonicznej analizy dyskryminacyjnej 59

PODSUMOWANIE I WNIOSKI 63

SUGESTIE DLA PRAKTYKI SPORTOWEJ – WNIOSKI APLIKACYJNE 71

BIBLIOGRAFIA 108

STRESZCZENIE 118

SUMMARY 119

ZAŁĄCZNIKI 121
Załącznik 1. Kryteria selekcji do koszykówki wg Sarnowskiego i Wawrzyńczuka 123
Załącznik 2. Podstawowe statystyki badanych zmiennych 125
Załącznik 3. Macierz korelacji badanych zmiennych 127

WYKAZ SYMBOLI I OZNACZEŃ

Y, x, α....	– symbole odnoszące się do funkcji deterministycznej (cała populacja)
Y, x, α....	– symbole odnoszące się do funkcji stochastycznej (próba z populacji)
α, β…	– parametr funkcji
x	– zmienna: niezależna/ objaśniająca/ egzogeniczna/ diagnostyczna, predyktanta
y	– zmienna: zależna/ objaśniana/ endogeniczna, predyktata
n	– liczba: obiektów/ badanych/zawodników
k	– liczba cech określających obiekt
N	– liczba kombinacji
h	– pojemność indywidualna zmiennej diagnostycznej
H_k	– pojemność integralna zmiennych diagnostycznych w kombinacji k-tej
Hmax	– maksymalna pojemność integralna zmiennych diagnostycznych w danej kombinacji
WRZ	– *wskaźnik rozwoju zawodniczego* – syntetyczna miara rozwoju
WRZ_m	– WRZ zbudowany na kombinacji m-elementowej
WRZ_{przew}	– $WRZ_{przewidywany}$ – obliczony z funkcji regresji
c	– odległość Euklidesowa w przestrzeni k-wymiarowej
d	– miara rozwoju
S	– stymulanta
D	– destymulanta
S_d	– odchylenie standardowe
W_K	– współczynnik kurtozy (określa smukłość rozkładu)
W_A	– współczynnik asymetrii rozkładu
W_S	– współczynnik zmienności (określa zróżnicowanie danych)
BMI	– wskaźnik otyłości
R	– współczynnik korelacji wielorakiej/ wielokrotnej
R^2	– współczynnik determinacji liniowej
R_{dop}^2	– skorygowany współczynnik determinacji liniowej
φ^2	– współczynnik: zbieżności/ indeterminacji liniowej
S_e	– odchylenie standardowe składnika losowego
S_e^2	– wariancja składnika losowego
Vs_e	– współczynnik zmienności losowej
ξ	– składnik losowy funkcji stochastycznej
r*, s*	– wartości progowe/ krytyczne wartości r, s ...
sign	– znak liczby (+ lub -)

WS	– wskaźnik smukłości
KZM	– koordynacyjne zdolności motoryczne
TOSSIR	– *teoria optymalizacji selekcji sportowej Igora Ryguły*
AD	– analiza dyskryminacyjna
ZD	– zmienne dyskryminacyjne
KFD	– kanoniczna funkcja dyskryminacyjna
FK	– funkcja klasyfikacyjna
p	– liczba grup
D, P, S	– grupy: *Dobrzy, Przeciętni, Słabi*

SŁOWEM WSTĘPU

Jeśli gdzieś da się zastąpić ocenę ludzką wzorem matematycznym,
powinniśmy co najmniej wziąć to pod uwagę.
Daniel Kahneman [Kahneman 2012, s. 311]

Diagnostyka sportowa opiera się na określeniu zespołu cech zawodnika, które determinują wynik sportowy (wartość diagnostyczna) oraz oszacowaniu prognostycznej informacyjności tempa rozwoju zawodniczego (wartość prognostyczna). Każdy z tych dwóch elementów wymaga zastosowania adekwatnych narzędzi analitycznych.

Wielowymiarowa funkcja regresji pozwala na określenie zespołu determinant na losowo wybranym zbiorze zawodników (obiektów). Jednakże w każdej zbiorowości znajdują się osoby o zróżnicowanym potencjale rozwojowym. W danym momencie czasu (w okresie treningu) możemy je sklasyfikować w kilku grupach, przyjmując racjonalne kryterium klasyfikacyjne. Takim kryterium najczęściej jest wynik sportowy. Sytuacja komplikuje się w tzw. niewymiernych dyscyplinach sportu, gdzie wynik sportowy nie może być wyrażony w skali ilorazowej, to znaczy w jednostkach układu SI (m, kg, s). W tym przypadku istnieje kilka rozwiązań, które są opisane w pracach Panfila [1989] czy Cervenjakowa [1972], jednakże są one trudne do zastosowania w skali ilorazowej i obarczone dużą dozą subiektywności. Dlatego już w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia oraz na początku XXI wieku prawo obywatelstwa w naukach o kulturze fizycznej zdobyły sobie narzędzia analizy taksonomicznej [Ryguła 1999, 2003], Ignacik [2008], Maszczyk [2008]. Zastosowanie metody nazywanej analizą dyskryminacyjną (AD) obiektywizuje proces klasyfikacji.

Ta procedura analityczna jest coraz częściej stosowana w naukach biologiczno-medycznych [Stanisz 2000], naukach ekonomicznych [Grabiński 1984] czy naukach o sporcie [Ryguła 2003]. Na podstawie funkcji klasyfikacyjnych trener/lekarz mogą szybko przyporządkować zawodnika/pacjenta do danej grupy, a tym samym dokonać jego wielowymiarowej diagnostyki.

W niniejszym opracowaniu wielowymiarowej analizie poddano 17–19-letnich koszykarzy jako obiekty wielocechowe. Przedstawione w pracy badania mają na celu wyłonienie optymalnego zbioru cech wnoszącego maksymalny zasób informacji o kandydacie na koszykarza.

ROZDZIAŁ 1
Koncepcja i eksplikacja badań

1.1. Uzasadnienie podjęcia tematu

Zdecydowana większość publikacji z dziedziny koszykówki skupia się wokół skuteczności rzutowej wynikającej z rodzaju rzutu, techniki jego wykonania, odległości od kosza oraz cech somatycznych zawodników. Sporo uwagi w ostatnich latach poświęca się programom treningowym skuteczności rzutowej [Uzun, Pulur 2011, Zambova, Tomanek 2012] i testowaniu innowacyjnych metod w celu jej poprawy. Zbadano na przykład efekty sprzężenia zwrotnego w postaci video [Luk, Cruz, Lin 2010], efekty treningu wizualizacji [Oudejans 2012], czy też zastosowania nietradycyjnych pomocy – środków treningowych, tj. specjalnych piłek i usztywniaczy ręki nierzucającej [Kreivyte, Stonkus 2009] – oraz zmniejszonej średnicy obręczy [Khlifa i in. 2012] na skuteczność rzutów wolnych. Badania Starosty [2003] wykazały, że regularne stosowanie rękawiczek-izolatorów w treningu koszykarskim poprawia znacząco skuteczność rzutową. W obszarze zainteresowań naukowców znalazł się również wpływ stosowania piłek do koszykówki o różnej masie i średnicy na skuteczność rzutową podczas zawodów na różnym poziomie sportowym [Arias 2012, Podmenik, Leskošek, Erčulj 2012].

Kolejnym dużym obszarem zainteresowań badaczy jest ocena prowadzenia walki sportowej w koszykówce oraz poszukiwanie czynników mających największy wpływ na jej efektywność [Ulatowski 1995, Huciński 2001, Czerwiński 2003, Dembiński 2002, 2003]. Istnieje wiele publikacji na temat ataku szybkiego i pozycyjnego, również takich, które wykazują wyższość ataku szybkiego nad pozycyjnym [Huciński, Lekner, Makurat 1996, Huciński, Tymański, Kocięda 2001, Alfonsi 2005, Ljach 2007]. Część z nich dotyczy struktury i skuteczności działań boiskowych stwarzających tzw. czyste pozycje rzutowe, z których zawodnik może wykonać rzut do kosza bez nacisku obrońcy z korzystnych dla siebie pozycji na boisku [Czerwiński 2003, Huciński, Tymański 2004].

Niewątpliwie do czynników odpowiedzialnych za skuteczne prowadzenie walki sportowej należą również odpowiednie żywienie i suplementacja [Lefavi i in. 1998, Ziegenfuss 2002, Zając 2003, Zając i in. 2006] oraz wymagania psychologiczne [Ostojic, Mazic , Dikic 2006, Montgomery 2010] i fizjologiczne [Rodriguez-Alonso i in. 2003, Vaquera i in. 2008], którym muszą sprostać zawodowi koszykarze.

Najnowsze badania poświęcone są tematyce efektów treningu plyometrycznego koszykarzy na różnych szczeblach zaawansowania sportowego [Mikołajec, Rzepka 2007, Boraczyński, Urniaż 2008, Litkowycz i in. 2008, Arazi, Asadi 2012] oraz tematyce kształtowania zdolności kondycyjnych rozpatrywanych w różnych aspektach [Zwierko, Lesiakowski 2007, Litkowycz i in. 2008, Delextrat, Cohen 2009, Alemdaroglu 2012, Mikołajec i in. 2012, Mikołajec 2013].

W opracowaniach dotyczących selekcji zawodników do gry w koszykówkę określono czynniki lub grupy czynników mające największy wpływ na odniesienie sukcesu

koszykarskiego. Czescy naukowcy [Kodym 1969, Figula 1976] podkreślili ogromną rolę cech psychofizycznych w osiąganiu wysokich wyników sportowych przez koszykarzy. W roku 1997 Sozański i Zaprożanow potwierdzili, że w przypadku gier zespołowych ogromnymi walorami są: zdolność operatywnego myślenia w rozwiązywaniu zadań motorycznych, dobry stan układu sensorycznego, odporność emocjonalna itp. Inni badacze [Raczek 1989, Jarząbek, Ryguła 1994] dowiedli wysokiej współzależności między wynikiem sportowym a poziomem koordynacyjnych zdolności motorycznych. Dalej uczeni podali grupy cech wiodących determinujących wynik sportowy w oparciu o cechy antropometryczne i kondycyjne zdolności motoryczne [Raczek 1991, Nikituszkin 1994, Stonkus 1995]. W tym samym roku Koriagin potwierdził istnienie korelacji pomiędzy przygotowaniem fizycznym i technicznym w każdej grupie wieku, jak również zmianę wagi poszczególnych czynników w zależności od etapu szkolenia sportowego – wieku koszykarza.

Literatura tematyczna dostarcza wiedzy na temat czynników wpływających na poziom sportowy kobiet i mężczyzn uprawiających koszykówkę, ale nie dostarcza informacji na temat kryteriów selekcji na poszczególnych etapach szkolenia sportowego w oparciu o procedury analizy wielowymiarowej. Należą do nich między innymi: metoda Hellwiga optymalnego wyboru predyktant, analiza dyskryminacyjna oraz regresja[1] wielokrotna. Ostatnia z wymienionych procedur umożliwia identyfikację zbioru zmiennych najlepiej rozróżniających grupy poddane obserwacji. W naukach o sporcie prowadzi to do powstania modelu biometrycznego tego złożonego zjawiska, który umożliwia porządkowanie liniowe zawodników i przyporządkowanie zawodników do klas z większym niż przypadkowym prawdopodobieństwem oraz określa zasób informacji, jakie te zmienne wnoszą o badanym zawodniku. W wyniku tych działań jesteśmy w stanie wyznaczyć determinanty wyniku sportowego w koszykówce oraz określić, który z zawodników jest na wyższym poziomie rozwoju sportowego.

Badania przedstawione w niniejszej pracy prowadzą do skonstruowania narzędzi diagnostycznych służących do efektywnego wyszukiwania sportowców o najwyższym potencjale psychomotorycznym, wypełniając lukę w literaturze przedmiotu.

1.2. Eksplikacja tematu pracy

Termin diagnostyka pochodzi z języka greckiego, gdzie *diagnosis* oznacza rozpoznanie, rozróżnianie oraz osądzanie. Pojęcie „wartość diagnostyczna" mogłoby być równie dobrze zastąpione terminem „wartość rozpoznawcza", gdyż chodzi o wartość jako ocenę szans w rozpoznaniu predyspozycji badanych kandydatów na przyszłych mistrzów sportowych za pomocą narzędzi badawczych. Pojęcie „wartość diagnostyczna" traktowane jest w niniejszej pracy jako swoista ocena-klucz do osiągnięcia sukcesu. Sport stał się biz-

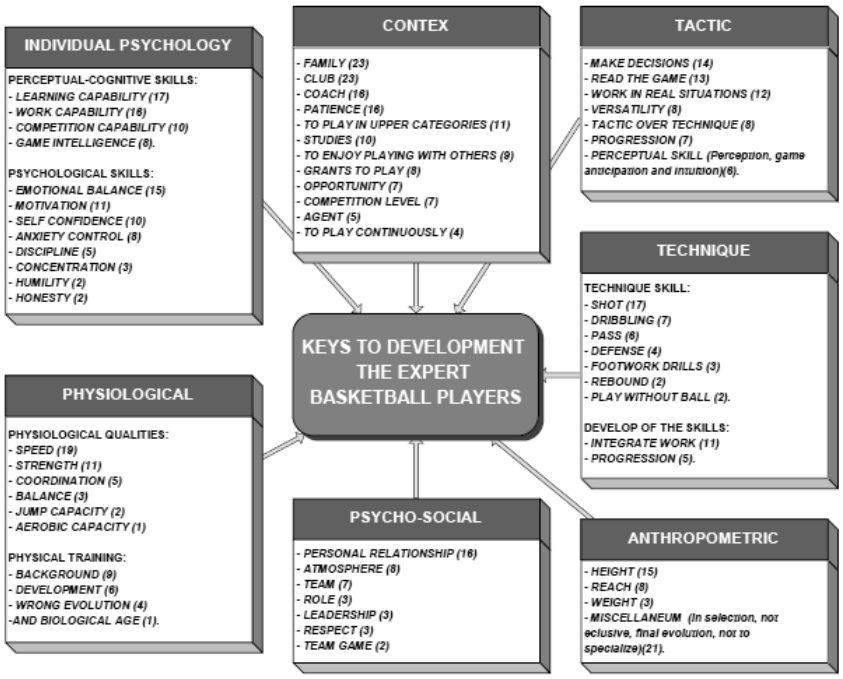
[1] Terminu „regresja" jako pierwszy użył Franciszek Galton do określenia „zależności między wzrostem syna a wzrostem ojca". Badając tę zależność, odkrył, że wzrost syna wykazuje tendencję do „cofania się" (ang. *regress*) ku przeciętnemu wzrostowi ojca [Hellwig 1967, s. 12].

nesem nastawionym na zysk. Biznes, w celu osiągnięcia maksymalnych zysków, sięga do statystyki nie tylko po to, by w sposób syntetyczny opisać stan obecny, ale przede wszystkim po to, by wnioskować o przyszłości. Tak jak gospodarka informacyjna rozumiana jest jako gospodarka oparta na wiedzy, tak można mówić o sporcie informacyjnym. Bo sukces w sporcie opiera się także na wykorzystaniu wiedzy i informacji.

Ogromne znaczenie przypisywane problemowi selekcji w sporcie wynika z faktu, że końcowe sukcesy sportowe w rywalizacji na poziomie seniorskim gwarantuje tylko praca z zawodnikami utalentowanymi, obdarzonymi nieprzeciętnymi uzdolnieniami potrzebnymi w danej dyscyplinie sportowej. A więc „celem głównym selekcji jest ujawnienie, wyszukanie osób uzdolnionych, a następnie zachęcenie ich do podejmowania ćwiczeń fizycznych" [Ryguła 1999].

Myśląc o kryteriach selekcji, odwołujemy się do pojęcia „modelu mistrza". „Jest to abstrakcyjny (wyobrażeniowy) układ, którego zadaniem jest imitowanie wybranych, najistotniejszych cech oryginału, tj. dzisiejszego lub przyszłego mistrza w określonej dyscyplinie sportu" [Ważny 1989].

Poszukiwania modelu sportowca, ustalenie wszystkich cech, które istotnie wpływają na wynik sportowy, prowadzone są od dawna. Rozmaite cechy w odpowiednich relacjach tworzą pewną strukturę czynników wyznaczających sukces w danej dyscyplinie. Jedną z możliwych takich struktur dla koszykówki przedstawili w swoim artykule Sáenz-López i in. [2005]. Strukturę tę przedstawia schemat – ryc. 1.1.



Ryc. 1.1. Schemat czynników warunkujących uzyskanie poziomu mistrzowskiego w koszykówce
Źródło: Sáenz-López i in. 2005

Powstała ona w wyniku przeprowadzonego wywiadu wśród powołanej grupy 26 ekspertów, składającej się z naukowców w dziedzinie koszykówki, doświadczonych trenerów, profesjonalnych zawodników i menadżerów młodzieżowych zespołów koszykarskich przy klubach Ekstraklasy. Podane w nawiasach liczby określają, ilu ekspertów wskazało dany czynnik. Jednak nie należy zapominać, że model mistrza to jedynie „wyidealizowana, uproszczona rzeczywistość" [Ważny 1981].

Model mistrza może pełnić rolę pewnego rodzaju drogowskazu. Znalezienie kandydata, który będzie charakteryzował się modelowymi wskaźnikami w swoim sporcie, jest wręcz niemożliwe. Według Kovara [1980] częstość występowania w populacji osobników wybitnie uzdolnionych jest mniejsza niż 0,2%. Zaś Ryguła [1999] na podstawie swoich badań stwierdził, że „kandydat na zawodnika wysokiej klasy musi posiadać bardzo wysoki poziom co najmniej trzech cech, a prawdopodobieństwo znalezienia takiego osobnika (pod warunkiem, że cechy te nie są ze sobą skorelowane) jest niższe niż jeden na milion!". A więc znalezienie osób bardzo zdolnych wymaga przebadania tysięcy osób. Aby ten proces uprościć, należy opracować kryteria naboru do poszczególnych dyscyplin sportowych, najlepiej w oparciu o empiryczne modele matematyczne obiektywizujące ten proces.

Formułując kryteria selekcyjne, należy wybierać te cechy, które mają istotny wpływ na wyniki sportowe (cechy wiodące) i w małym stopniu podlegają (bądź w ogóle nie podlegają) zmianom pod wpływem treningu sportowego (cechy stabilne, głównie uwarunkowane genetycznie). W sportach drużynowych kandydaci na przyszłych mistrzów powinni reprezentować co najmniej średni poziom większości czynników, szczególnie cech stabilnych. Nie należy również zapominać o możliwości kompensowania jednego wskaźnika przez hipertroficzny przerost innego [Barabasz, Zadarko, Nizioł 2009].

„Planując szkolenie dzieci i młodzieży w systemie sportu wyczynowego, należy pamiętać, że wszelkie przedsięwzięcia winny być podporządkowane generalnym koncepcjom wynikającym z jednolitego traktowania całości procesu" [Sozański 1999]. Do elementów charakteryzujących racjonalne rozwiązania w tej dziedzinie można zaliczyć m.in. etapizację, czyli podział procesu szkolenia sportowego na etapy: przygotowania wszechstronnego, ukierunkowanego i specjalnego oraz zróżnicowanie ich pod kątem treści i obciążeń treningowych.

1.3. Problem badawczy w świetle literatury

Hebbelinck [1989] w swoim artykule naukowym cytował słowa Brytyjskiej Rady Sportu, która już w 1979 r. stwierdziła, że „uzdolnione i utalentowane dzieci stanowią największą wartość społeczeństwa i dlatego ważne jest, aby je ujawniać w populacji i odpowiednio kształcić".

Mistrzowski poziom w większości dyscyplin jest dostępny jedynie dla zawodników dysponujących dobrym zdrowiem, szczególną strukturą somatyczną, najwyższym poziomem cech motorycznych, morfofunkcjonalnych i sprawności specjalnej oraz właściwościami psychofizycznymi, które determinują sukces w określonej dyscyplinie sportu [Zaciorski, Bułgakowa 1975, Burns, Gaines 1984, Godik 1988,

Ważny 1989, Jinri 1993, Płatonow 1997, Sozański 1999, Ryguła, Olsza B., Olsza W. 2007].

Natomiast według Abernethy'ego, Thomas i Thomasa [1993] sportowiec na poziomie mistrzowskim posiada obszerną wiedzę o swojej dyscyplinie, ciągle poszukuje nowych istotnych informacji, antycypuje ruchy przeciwnika lub innych przedmiotów czy obiektów i cechuje go wysoki poziom samokontroli. Jednocześnie zaznaczyli oni, że ewolucja talentu w sportowca najwyższego poziomu sportowego wymaga przede wszystkim doświadczenia, poświęcenia się treningowi sportowemu, wyuczalności, wiedzy i pragnienia doskonałości.

Z kolei Singer, Janelle [1999] dodają jeszcze do powyższych czynników otrzymywanie wsparcia od rodziny, lokalnego społeczeństwa i środowiska sportowego, pracę z dobrymi trenerami, wyznaczanie celów sportowych oraz trochę szczęścia. Elementem, który różni wybitnego sportowca od dobrego, jest również umiejętność rywalizacji przejawiająca się w woli walki i chęci zwyciężania. Sportowiec wybitny jest urodzonym zwycięzcą, posiada mentalność zwycięzcy [Sáenz-López i in. 2005].

Analizując światową literaturę [Groszenkow 1972, Milicerowa 1978, Brill 1980, Wołkow 1983, Ulatowski 1992, Dobrzański 1994, Nikituszkin 1994, Reilly i in. 2000, Krasicki i in. 2008] na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat, można wnioskować, iż w procesie selekcji w danej dyscyplinie sportowej z metodologicznego punktu widzenia należy uznać za kluczowe takie zagadnienia, jak:

- określenie ideału sportowca – wybór cech określających model mistrza,
- prognozowanie, czyli przepowiadanie kierunku i tempa rozwoju badanych cech w wieku młodzieńczym,
- obiektywną klasyfikację kandydatów na podstawie poziomu i potencjalnych możliwości cech istotnych, mających wpływ na osiągnięcie w przyszłości mistrzostwa,
- organizację procesu selekcji.

Określenie ideału sportowego zakłada poszukiwanie i systematyzację wymogów, jakim powinien sprostać sportowiec wysokiej klasy. Według założeń model mistrza powinien obejmować co najmniej kilka podstawowych parametrów, takich jak: wiek uzyskania klasy mistrzowskiej, budowę somatyczną oraz poziom ukierunkowanego przygotowania sprawnościowego, technicznego, taktycznego i psychicznego. Zaleca się ponadto, aby dodatkowo uwzględnić parametry biomedycznej charakterystyki. Jednak w kwestii, na co zwracać uwagę – na główną cechę czy na ich zespół – zdania są podzielone.

Większość opowiada się za oceną kompleksową [Letzelter 1991, Kuźmin, Diaczenko 1994, Płatonow 1997], ale niektórzy autorzy [Iwanow 1973, Balsewicz 1980] wyodrębniają jednak jedną lub dwie najbardziej informacyjne cechy. Według Kovara [1980] talent sportowy to idealna struktura cech uwarunkowanych genetycznie, która pozwala, w odpowiednich warunkach środowiskowych i przy odpowiednim poziomie motywacji, osiągnąć sukces. Nawet najbardziej wymagający trening nie pozwoli przekroczyć granic wyznaczonych przez genotyp. Tym samym nie posiadając niezbędnych predyspozycji, nie osiągniemy nigdy poziomu mistrzowskiego.

Selekcja w sporcie opierać się musi na znajomości wymogów, jakie stawia się przed uprawiającymi poszczególne konkurencje teraz i w przyszłości. Prognozowanie nastawione jest na „przepowiedzenie" dróg rozwoju mistrzostwa sportowego. Prognozy rozwojowe dyscyplin, dynamika przebiegu ontogenezy, a także „modele mistrzów" są punktami wyjściowymi w opracowywaniu kryteriów selekcji. Jednak współcześnie nie posiadamy danych określających stabilność większości cech w procesie rozwoju. Rejestr takich cech, jak dotąd, nie jest ostatecznie opracowany, gdyż tego typu badania są niezwykle skomplikowane, a prezentowane wyniki często rozbieżne [Sozański 1999]. Dodatkowo badacze piszą o niskiej trafności wieloletnich prognoz wynikowych, sporządzanych na podstawie osiągnięć sportowych w wieku dziecięcym [Bułhakowa, Woroncow 1990, Godik 1995], a Hebbelinck [1989] ostrzega przed zbyt wczesną selekcją. Według niego rzetelność prognozy uzdolnień sięga jedynie od dwóch do czterech lat. Selekcja musi być więc procesem ciągłym i podlegać rewizjom. Rzeczą podstawową jest ciągła rejestracja danych, umożliwiająca weryfikowanie prognoz poprzez ich odniesienie do wieku i stopnia dojrzałości biologicznej badanych. Dlatego też ciągle poszukuje się skutecznego narzędzia do tej weryfikacji. Im starszy zawodnik i im krótszy rozpatrywany okres czasu, tym trafniejsza jest prognoza wartości sportowej zawodników.

Z doświadczeń chińskiego systemu selekcji [Sozański, Zaprożanow 1997] wynika, że populacja przyszłych mistrzów wywodziła się głównie z grupy dziewcząt i chłopców o normalnym (prawidłowym), ale długotrwałym (4 lata) procesie dojrzewania. Z kolei zawodnicy, u których odnotowano początek gwałtownego wzrostu kośćca przy krótkim lub prawidłowym czasie dojrzewania, mają głównie szanse zostania mistrzami młodzieżowego współzawodnictwa.

Wiedza o dojrzewaniu płciowym podopiecznych i umiejętność ich klasyfikacji do kategorii dojrzewania może ułatwić rozpoznanie talentów sportowych. Jeżeli w rywalizacji rówieśników metrykalnych bardzo dobre wyniki uzyskuje osobnik późno dojrzewający, możemy mieć nadzieję, że mamy do czynienia z wybitną jednostką. Jeżeli takie same wyniki osiągnie osobnik szybko dojrzewający, będzie to raczej przejaw jego lepszych warunków fizycznych. Problem ten jest niezmiernie ważny, gdyż w początkowych etapach szkolenia sportowego trenerzy na ogół nie zwracają uwagi na dzieci, które niczym się nie wyróżniają na tle swoich rówieśników, a których potencjał biologiczny jest często na miarę mistrzostwa sportowego.

Kuder, Perkowski i Śledziewski [2010] na bazie powyższych przesłanek i uwarunkowań wyróżniają w procesie selekcji co najmniej trzy typy zawodników, których klasyfikacja sportowa powinna być prowadzona według odmiennych kryteriów:

- typ mistrza młodzieżowego bez perspektyw na wysokie osiągnięcia w wieku seniora,
- typ mistrza olimpijskiego bez sukcesów w sporcie młodzieżowym,
- typ mistrza olimpijskiego z sukcesami w sporcie młodzieżowym.

Podstawowym założeniem selekcji jest spełnienie przez zawodnika określonych kryteriów danej dyscypliny. Do najczęściej wymienianych w literaturze [Siris, Gajdarska, Paczew 1983, Ziemilska 1988, Morozowa 1989, Sozański 1999, Ryguła 2003, Śle-

dziewski, Karwacki 2003] zespołów cech określających możliwości wysiłkowe sportowców należą czynniki morfologiczne, czynniki fizjologiczne, czynniki sprawności ogólnej, czynniki sprawności specjalnej, właściwości psychiczne. Niestety dotychczasowy dorobek naukowy podejmujący problematykę naboru i selekcji nie pozwala na przedstawienie jasnego poglądu na kwestie cech istotnych dla rozwoju mistrzostwa sportowego w wielu dyscyplinach.

Potrzebę działań w tym zakresie sygnalizowali Sozański i Zaporożanow [1997], pisząc o braku w wielu dyscyplinach uzasadnionego systemu testów i kryteriów przydatnych w wynajdowaniu utalentowanych sportowców, określeniu ich predyspozycji do wykonywania różnych obciążeń i wydawaniu zaleceń co do ukierunkowania procesu treningowego. (W badaniach często korzysta się z jednakowych prób dla różnych dyscyplin sportowych, zmieniając tylko normy, a to może doprowadzić do zbyt dużych uogólnień i błędów). Ponadto stwierdzili oni, że w wieku dziecięcym wynik sportowy nie może stanowić jedynego kryterium możliwości rozwojowych zawodnika. Świadczy o tym fakt, że tylko 20–25% trenujących osób zachowuje swoją pozycję w sporcie po przejściu z kategorii młodzieżowej do grona seniorów.

Najistotniejszym zagadnieniem w procesie treningu sportowego jest wybór perspektywicznych jednostek. Aby było to możliwe, dużo wcześniej należałoby przeprowadzić procedury detekcji i identyfikacji talentów [Śrutowski i Ozimek 1994, Reilly i in. 2000]. Istnieją różne sposoby detekcji utalentowanych sportowo dzieci. Analizą należy objąć przede wszystkim dwa elementy: zainteresowania dziecka (czy podoba się mu dana dyscyplina) oraz możliwości (czy ma predyspozycje, by w przyszłości osiągać wysokie wyniki). Na przykład Hahn [1998] proponuje ocenę pięciu elementów w procesie wyłaniania talentów sportowych: czynników antropometrycznych, sprawności fizycznej, umiejętności sportowych, pojemności nauczania oraz szybkości uczenia się. Analiza kończy się sukcesem, gdy znajdziemy taką jednostkę, u której występują wszystkie te elementy.

Najczęściej różnice w podejściu do detekcji wynikają z czynników ekonomiczno-społecznych, a te z kolei istotnie wpływają na efektywność procesu. Wyróżnia się trzy zasadnicze sposoby diagnozowania [Ryguła 2000]:

1. Naturalny (spontaniczny), polegający na akceptacji spontanicznego zgłoszenia się dzieci zainteresowanych trenowaniem wybranej dyscypliny oraz wyborze jednostek wyróżniających się. Zadaniem prowadzących zajęcia jest zachęcanie uzdolnionych dzieci do uczestnictwa w sporcie oraz rozwijanie ich zainteresowań.
2. Intuicyjny, realizowany przez doświadczonych nauczycieli i trenerów (tzw. łowców talentów), którzy na podstawie własnych doświadczeń wyszukują osoby bliskie wzorcowi w danej dyscyplinie, np. podczas zawodów sportowych.
3. Naukowy (kierowany), polegający na postępowaniu, które zgodne jest z wcześniej przedstawioną definicją selekcji sportowej i założeniami ujęcia systemowo-prakseologicznego. Oznacza to, że na każdym z etapów winniśmy dysponować kryteriami o najwyższej wartości diagnostycznej.

Do interesujących współczesnych koncepcji należą: „Talent Assessment Sport Kids" – model identyfikacji talentów wśród dzieci w wieku 7–10 lat, „Talent Assessment Sport Teens" – wśród młodzieży w wieku 11–14 lat oraz „Success Factors Teamsport" – model identyfikacji talentów do gier zespołowych firmy Schuhfried GmbH [2013]. Na podstawie badań *Wiedeńskim systemem testów* na dużej populacji opracowano zestaw testów oraz pożądane ich wyniki dla wyłonienia talentów w każdym z powyższych modeli. Na przykład do identyfikacji jednostek utalentowanych do gier zespołowych wskazano testy określające czynniki psychomotoryczne, takie jak: trwałość uwagi, antycypacja ruchu, pamięć, szybkość procesów myślowych, interferencja, tolerancja na stres, pole widzenia, percepcja wizualna, koordynacja wzrokowo-ruchowa oraz gotowość do podejmowania ryzyka.

W przywołanej wyżej literaturze o zasięgu światowym przedstawiono na przestrzeni lat wiele koncepcji dokonywania doboru i selekcji. Analizując różne ich ujęcia, można zauważyć, że pod względem założeń wiele z nich można rozpatrywać wspólnie. Wspólną cechą wszystkich koncepcji jest wykorzystanie do określenia stopnia potencjału sportowego badanych kompleksowej oceny stanu funkcji organizmu za pośrednictwem wskaźników morfologicznych, fizjologicznych, psychologicznych i pedagogicznych. Określono w nich także czynniki, które mogą hamować sportowy rozwój w danej dyscyplinie. Omówiono też wybrane wskaźniki, adekwatne do poziomu sportowego oraz specyfiki dyscypliny, a także wieku badanych. Wyrażane są one w wielkościach pomiarowych lub punktach. Ogólna ocena wynika z sumowania punktów przyznawanych później w obrębie każdego badanego wskaźnika.

Wśród nich wyróżnia się koncepcja oceny z 1975 roku, której autorem jest Bar-Or. Ma ona najbardziej rozbudowaną procedurę w porównaniu do pozostałych modeli z XX wieku i zakłada badanie młodych sportowców w pięciu etapach: ocenę zmiennych morfologicznych, fizjologicznych i psychologicznych; ważenie wyników indeksem rozwoju służącym wyliczeniu wieku biologicznego; badanie poziomu reakcji organizmu na bodźce treningowe; wywiad rodzinny oraz przewidywanie rezultatów sportowych z użyciem funkcji regresji wielorakiej. Wszystkie późniejsze koncepcje nawiązują w mniejszym lub większym stopniu do tego rozwiązania.

W ostatnim dwudziestoleciu w naukach o sporcie przeprowadzono badania z użyciem narzędzi matematycznych dotyczących ewaluacji działań i selekcji zawodników, w których zastosowano wiele złożonych narzędzi analitycznych, a mianowicie: modele sieci neuronowych [Ryguła 2000, Kahn 2003, Barlett 2006, Flitman 2006], techniki eksploracji danych [Bhandari i in. 1997], programowanie dynamiczne [Fry, Lundberg, Ohlmann 2007] oraz systemy eksperckie („fuzzy expert") [Dezman, Trninic, Dizdar 2001, Rogulj, Papic, Plestina 2006, Ballı i in. 2014]. Autorzy tych badań nie są zgodni co do doboru testów i sposobów oceny perspektywy dalszego rozwoju, przez co nie można porównać otrzymanych przez nich wyników. Natomiast jednoznacznie twierdzą, że stworzenie sprawnego systemu komputerowego kompleksowej selekcji pozwoli znaleźć najbardziej utalentowanych ruchowo i najbardziej perspektywicznych zawodników.

Stan piśmiennictwa z zakresu doboru i selekcji zawodników w koszykówce nie pozwala na określenie kryteriów selekcji na poszczególnych etapach procesu szkolenia. Źródła nie wskazują również modelowych wartości cech pozwalających na osiągnięcie poziomu mistrzowskiego w tej dyscyplinie. Możemy jedynie na ich podstawie stworzyć listę cech, które – zdaniem autorów publikacji – mają wpływ na wynik sportowy w koszykówce. Brak znajomości optymalnych wielkości wskaźników cech somatycznych, zdolności motorycznych oraz osobowościowych w koszykówce i ich wartości predyktywnej utrudnia selekcję dzieci i młodzieży do szkolenia sportowego.

Selekcja jest jednym z głównych elementów systemu szkolenia sportowego. Systemowe rozwiązania wymagają znajomości różnych jego elementów, dostosowania ich do możliwości i potrzeb w zakresie przygotowania sportowego na każdym poziomie szkolenia. Poszukiwanie talentów nie jest możliwe bez wiedzy specjalistów wspomagających kształtowanie przyszłych mistrzów, którzy prognozują przyszłość, bazując na teraźniejszości. Wymaga to długofalowej, racjonalnej obserwacji popartej naukowymi badaniami na podstawie systematycznych pomiarów na poszczególnych etapach szkolenia. W wyniku takich działań można bardziej poprawnie określić wybór dyscypliny i ukierunkowanie oraz indywidualizować trening. Selekcja rozumiana jako zorganizowany system uwzględnia wynik działań, nie tylko trenera czy instruktora, ale także wszystkich osób w różnych jednostkach organizacyjnych tego systemu. Współcześnie – według poglądów specjalistów w dziedzinie kultury fizycznej – tylko taki właśnie kierowany i zorganizowany sposób naboru i selekcji pomaga młodemu człowiekowi znaleźć swoje miejsce i wskazać perspektywy rozwoju w adekwatnych do jego możliwości formach aktywnego uczestnictwa w kulturze fizycznej [Drozdowski 1979, Sadurski 1988, Raczek 1989, Ryguła 2003]. Chroni go tym samym przed poczuciem rozczarowania i frustracji z powodu niespełnionych sportowych nadziei czy ambicji.

Racjonalny system doboru zapewnia ciągły „odsiew" mało perspektywicznych, z punktu widzenia zadań sportowych pod kątem osiągania wyników na najwyższym poziomie, zawodników oraz antycypowaną liczbę sportowców na różnych etapach wieloletniego doskonalenia. Wymaga to włączenia do szkolenia początkowego możliwie jak największej liczby dzieci i stworzenia odpowiednich struktur dla ich optymalnego rozwoju sportowego. Tymczasem w praktyce bardzo częstym zjawiskiem jest zawężanie selekcji poprzez stosowanie znikomej części kryteriów naboru oraz niestandaryzowanych testów, które uniemożliwiają porównanie wyników z grupami wzorcowymi. Prowadzi to do rekrutacji na zasadach całkowitej dowolności. Często selekcja naturalna, stosowana w klubach sportowych, zastępuje naukowe podejście do tego ważnego problemu. Powszechnie stosowanym kryterium przydatności potencjalnego zawodnika jest jego wiek i wysokość ciała. Taki stan rzeczy powoduje, że treningowi sportowemu poddawane są jednostki, których poziom zdolności morfofunkcjonalnych po prostu nie pozwala na osiągnięcie odpowiednio wysokich wyników na kolejnych etapach szkolenia.

Poszukiwanie czynników determinujących osiągnięcie sukcesu sportowego to jedno z ważniejszych zadań teorii sportu. Ostatnimi czasy wielu autorów [Żak 2007, Superlak 2008] skłania się ku wnioskom Naglaka z 1994 roku, że „im bardziej złożona konkurencja lub dyscyplina sportu, tym trudniej określić czynniki determinujące sukces. Szczególnie złożone wydają się tutaj gry zespołowe. Wymagają one od zawodnika odpowiedniego poziomu cech somatycznych, specjalnych umiejętności motorycznych, kompleksowych i koordynacyjnych zdolności motorycznych, a także właściwości umysłowych". Tak więc rozpoznanie, wyodrębnienie i precyzyjny opis wszystkich cech determinujących ostateczny wynik sportowy w grach zespołowych – a wśród nich w koszykówce – nie jest rzeczą łatwą. Dlatego wszelkie dążenia do skonstruowania jednolitego, kompleksowego systemu oceny potencjału psychoruchowego zawodnika w koszykówce oraz w innych dyscyplinach są uzasadnione.

ROZDZIAŁ 2
Podstawy teoretyczne problemu badawczego

2.1. Wprowadzenie

W koszykówce wynik sportowy jest rezultatem nierównomiernego wkładu pracy wszystkich zawodników danej drużyny. Na podstawie wyniku drużyny nie można określić poziomu rozwoju poszczególnych jej członków, ich przydatności i predyspozycji do osiągania w przyszłości wysokich wyników sportowych. Każdego zawodnika można jednak opisać za pomocą wielu merytorycznie wyspecyfikowanych cech.

Ryguła [2003] uważa, że optymalizacja procesu selekcji polega na określeniu „największego zasobu informacji o poziomie sportowym kandydata przy pomocy jak najmniejszej ilości badanych cech" i proponuje zaadaptowanie do tego celu *metody taksonomicznej*[2] *porównywania obiektów* opracowanej na potrzeby ekonometrii przez Hellwiga [1968] oraz wykorzystanie wielowymiarowej analizy porównawczej (WAP), która umożliwia porównywanie i porządkowanie obiektów wielocechowych [Hellwig, Siedlecka, Siedlecki 1995, s. 13].

Hellwig [1968] zbudował wskaźnik zwany miarą rozwoju umożliwiający wzajemne porównanie badanych obiektów wielocechowych. Miarą rozwoju jest odległość badanego obiektu od obiektu abstrakcyjnego, który nazwał wzorcem rozwoju. Wzorzec ten został zbudowany w oparciu o stymulanty i destymulanty. Stymulantą jest cecha, której rosnąca wartość pobudza rozwój obiektu, zaś destymulantą jest cecha, której rosnąca wartość hamuje ten rozwój. Najwyższe wartości stymulant i najniższe destymulant opisują ten abstrakcyjny obiekt. Miara rozwoju jest tak skonstruowana, że z bardzo dużym prawdopodobieństwem zawiera się w przedziale wartości od zera do jedności. Im miara rozwoju jest bliższa jedności, tym obiekt jest bardziej rozwinięty. Uszeregowanie miar malejąco porządkuje te obiekty. W przestrzeni wielowymiarowej każdy badany obiekt jest punktem tej przestrzeni, a wzorzec rozwoju jest punktem odniesienia dla tych punktów. Wymiar przestrzeni jest określony przez liczbę cech charakteryzujących badane obiekty.

W grach zespołowych do jednoznacznej oceny zawodnika brakuje indywidualnego wyniku sportowego, jakim jest np. czas w biegach. Można go jednak wykreować analogicznie do wzorca rozwoju Hellwiga. Możliwość tę wykorzystał Ryguła [1998] do stworzenia *teorii optymalizacji selekcji sportowej* (TOSSIR), która bazuje na metodach matematycznych, a szczególnie na rachunku różniczkowym, teorii sterowania optymalnego oraz analizy taksonomicznej.

---

[2] Istota taksonomii polega na wykrywaniu odmienności obiektów przez wykorzystanie idei trafnego wyboru, odniesionego do cech użytych do opisu i identyfikacji obiektów [Hellwig, Siedlecka, Siedlecki 1995, s. 9].

Metody matematyczne są coraz bardziej powszechnym zjawiskiem w modelowaniu treningu oraz określaniu kryteriów selekcji [Mester, Perl 1999; Perl, Lames, Glitsch 2002]. Za wykorzystaniem w sporcie metod matematycznych, a w wielu przypadkach narzędzi analizy statystycznej, przemawia fakt, iż w większości przypadków cechy biologiczne człowieka – morfologiczne i motoryczne – mają tzw. rozkład normalny Gaussa–Laplace'a. Ma to znaczenie, bowiem przy innych niż normalny rozkładach cech w populacji nakłada się ograniczenia co do wykorzystania wyników badań na podzbiorze tej populacji[3].

2.2. Teoria optymalizacji selekcji sportowej Igora Ryguły

Teoria optymalizacji selekcji sportowej Igora Ryguły [Ryguła 1988] spełnia warunki stawiane teoriom naukowym. Mianowicie ma określoną strukturę:

$$\Theta_E = < L_T, A_K, R_I, Z_T> \quad (1)$$

gdzie:

Θ_E – zbiór modeli empirycznych selekcji sportowej,
L_T – język teorii,
A_K – zbiór aksjomatów i twierdzeń pierwotnych,
R_I – zbiór reguł inferencji (algorytmów),
Z_T– zasięg teorii

oraz jest:

- uporządkowana,
- niesprzeczna wewnętrznie (koherentna),
- empirycznie dowiedziona (obiektywna),
- informatywna (intersubiektywnie komunikowalna),
- weryfikowalna.

Pomijając sposób dochodzenia do nowej teorii naukowej, jaką jest TOSSIR, rozwiązuje ona problem optymalnego sterowania procesem treningowym matematycznie go formalizując i systemowo ujmując. Podstawowe hipotezy TOSSIR to:

H1: Istnieje taki zbiór zmiennych $\boldsymbol{x}$ oraz taka funkcja $\boldsymbol{f}$ najlepiej opisująca relacje pomiędzy zmiennymi tego zbioru, że optymalny zasób informacji o wyniku sportowym kandydatów na danym poziomie rozwoju ($\boldsymbol{Y}$) będzie większy niż 68 procent (prawo dwóch sigm).

---

[3] Metody Monte Carlo były intensywnie stosowane do zbadania wpływu niespełnienia założenia o normalności na zachowanie się testów opartych na tym założeniu. Ogólny wniosek, jaki wypływa z tych badań, jest taki, że konsekwencje złamania założenia o normalności nie są na ogół takie poważne, jak sądzono wcześniej [*Internetowy podręcznik statystyki* – http://www.statsoft.pl].

Hipotezę H1 można przedstawić matematycznie w postaci następującego twierdzenia:

$$Tp: \bigvee_{\{x_1 \ldots x_n\}} \bigvee_{f(x_1 \ldots x_n)} R^2 \rangle \mathbf{0{,}68} \tag{2}$$

gdzie:
$x_1 \ldots x_n$ – kombinacja zmiennych,
$f(x_1 \ldots x_n)$ – funkcja określona na danej kombinacji zmiennych,
R^2 – współczynnik determinacji.

H2: Wraz z rozwojem zawodniczym informacja o wartości Y przesuwa się z obszarów cech budowy ciała oraz sprawności ogólnej u młodzików, w kierunku sprawności specjalnej oraz cech psychicznych w kategorii juniorów.

Nowatorskimi elementami TOSSIR są:

1. Język teorii, którego fundamentalnym pojęciem jest zasób informacji. Jego wskaźniki pokazują, w jakim stopniu uwzględnione w analizach statystycznych zmienne wyjaśniają wariancję badanego zjawiska. Innymi elementami języka tej teorii są pojęcia charakteryzujące diagnostyczną i prognostyczną informacyjność nowej wiedzy (informacji) o podmiotach, które uczestniczą w procesie selekcji sportowej.

2. Zbiór definicji i zasad procesu selekcji sportowej: według TOSSIR selekcja sportowa to „wieloetapowy proces ujawniania osobniczych uzdolnień niezbędnych na poszczególnych etapach szkolenia, przy uwzględnieniu optymalnego wieku biologicznego dziecka, przyjmując kryteria o najwyższej wartości prognostycznej, w celu osiągnięcia przez tych osobników mistrzostwa w wybranej dyscyplinie czy konkurencji sportowej".

   TOSSIR w postaci pięciu zasad ujmuje dobór dzieci i młodzieży do działalności sportowej. Zasady te uwzględniają aspekt pedagogiczny, ekonomiczny, zdrowotny i społeczny selekcji:
   - Zasada celowości – podstawowym celem selekcji jest wyszukiwanie i ujawnianie osób uzdolnionych (prawdopodobieństwo znalezienia utalentowanego osobnika jest niższe niż jeden do miliona!), a następnie zachęcanie ich do podejmowania ćwiczeń fizycznych w grupie treningowej.
   - Zasada etapowości doboru – selekcja sportowa stanowi wieloetapowy proces, który cechuje się tym, że im niższy etap tym większa liczba osobników badanych, a im wyższy etap, tym liczba cech badanych większa. Decyzję o poddaniu danego osobnika następnemu etapowi szkolenia (treningowi ukierunkowanemu) należy oprzeć na dwóch podstawowych elementach: tempie rozwoju cechy wiodącej w danej dyscyplinie oraz odporności psychicznej osobnika w sytuacji trudnej (zawody sportowe).
   - Zasada adekwatności wieku selekcji – selekcja powinna się ściśle wiązać z prawidłowościami ontogenetycznej zmienności rozwoju

biologicznego, psychicznego i społecznego dziecka oraz z prawidłowościami metodyki treningu sportowego. Początkowy etap selekcji ustala się, mając na względzie sensytywne oraz krytyczne okresy rozwoju podstawowych cech dla danej specjalności sportowej oraz niezbędny czas, jaki upływa od rozpoczęcia ukierunkowanego treningu do osiągnięcia mistrzostwa sportowego.

– Zasada kompleksowości selekcji – oceniając predyspozycje do sportu dzieci i młodzieży, przyjmuje się założenia: jedności biologiczno-społecznej, złożoności strukturalnej i funkcjonalnej człowieka, jak również komplementarności czynników warunkujących wzrost sprawności fizycznej oraz osiąganie wysokich wyników sportowych. Zasada kompleksowości selekcji dotyczy nie tylko uwzględnienia najwszechstronniejszego zestawu cech, zaproponowanych przez przedstawicieli różnych dyscyplin naukowych, ale przede wszystkim umiejętnie prowadzonej analizy wyników pomiarów przeprowadzonych przez różnych specjalistów. Analiza ta pozwala na uzyskanie maksymalnego zasobu informacji o uwarunkowaniach wyniku sportowego osobników na danym etapie ich biologicznego rozwoju. Zasada kompleksowości wiąże się ściśle ze skutecznością oraz efektywnością procesu selekcji.
– Zasada zdrowotności i humanitarności – nie każde dziecko może bez szkody dla swojego zdrowia i rozwoju rozpocząć intensywne uprawianie ćwiczeń. Intensywność zajęć musi więc być dostosowana do aktualnych możliwości dziecka i nie konkurować z potrzebami strukturalnego i funkcjonalnego rozwoju jego ustroju. Problem systematycznie wzrastających obciążeń treningowych dzieci i młodzieży ma ogromne znaczenie dla harmonijnego rozwoju biologicznego, jak również efektywności procesu szkoleniowego. Dobór młodzieży do szkolenia sportowego, który nie jest oparty na rzetelnych i trafnych kryteriach, powoduje ogromny odsiew młodzieży po niedługim okresie treningu. Do sportu wyczynowego należy zachęcać tylko te osoby, co do których mamy duże przekonanie, że posiadają właściwe predyspozycje. Selekcja w takim rozumieniu obejmuje elementy poradnictwa i może uchronić dzieci przed rozczarowaniem oraz frustracją.

2.3. Wybrane algorytmy matematyczno-statystyczne TOSSIR

W TOSSIR interesująca nas funkcja hipotezy *H1* (2) jest *wielowymiarową funkcją liniową* postaci:

$$y = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \ldots + \alpha_k x_k + \alpha_0 \tag{3}$$

określoną na wektorze losowym o rozkładzie normalnym o strukturze:

$$X = (X_1, X_2, \ldots, X_k, Y) \tag{4}$$

Wektor **X** jest nieznany (dotyczy całej badanej populacji), więc nieznane są również współczynniki równania $\alpha_0, \alpha_1 .... \alpha_k$. W celu ich oszacowania przeprowadza się pomiary k cech (zmienne niezależne) na próbie n zawodników dostatecznie licznej. Każdemu zawodnikowi przypisuje się osiągnięty przez niego wynik sportowy y (zmienna zależna). W wyniku otrzymujemy n ciągów liczbowych, które są współrzędnymi punktów eksperymentalnych postaci: $x_1, x_2 ..... x_k, y$. Na bazie tych współrzędnych tworzymy macierz **X** o wymiarze n × k i wektor **Y** n-elementowy.

Poszukiwany biometryczny model regresji jest jednorównaniowym liniowym modelem regresji wielorakiej[4] o postaci:

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + ... + \alpha_k x_k \tag{5}$$

Równanie (5) jest opisem związku stochastycznego łączącego zmienne X i Y i wyznacza linię/powierzchnię lub hiperpowierzchnię najlepiej dopasowaną do punktów eksperymentalnych zwaną odpowiednio *linią/powierzchnią/hiperpowierzchnią regresji* w zależności od liczby zmiennych, tj. odpowiednio dwóch, trzech lub czterech i więcej. Wartość *funkcji teoretycznej y* różni się od wartości *funkcji empirycznej y* o wartość składnika losowego ξ: (y = *y* + ξ), który określa rozrzut punktów wokół linii/powierzchni/hiperpowierzchni regresji.

Wektor $\boldsymbol{A} = [\alpha_0, \alpha_1 ... \alpha_{k-1}]$ jest zbiorem oszacowanych współczynników α_i metodą klasyczną, czyli metodą najmniejszych kwadratów (MNK)[5]. Współczynniki α_i, od których zależy wartość funkcji *y*, nazywamy parametrami strukturalnymi modelu.

Miarą dopasowania do punktów eksperymentalnych jest średni błąd resztkowy:

$$s = \left[\frac{1}{n-k-1} \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - y_{Ei} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \tag{6}$$

gdzie:
y_i – wartość obliczona i-tej zmiennej endogenicznej,
y_{Ei} – wartość empiryczna i-tej zmiennej endogenicznej.

Ze wzoru (6) wynika, że średni błąd resztkowy silnie zależy od stosunku liczby zmiennych k do liczby badanych zawodników n, dlatego liczba zmiennych za pomocą których szacuje się współczynniki równania regresji powinna być mała w stosunku do liczby badanych zawodników. Parametry rozkładu składnika losowego nazywamy *parametrami stochastycznej struktury* modelu.

---

[4] Termin ten wprowadził Pearson w 1908 roku. Celem regresji wielorakiej jest ilościowe ujęcie związków pomiędzy wieloma zmiennymi objaśniającymi a zmienną objaśnianą.

[5] Jeszcze w roku 1967 Hellwig pisał, że „Główną przeszkodą w rozpowszechnieniu metod regresji i korelacji wśród ekonomistów są bez wątpienia zbyt wysokie wymagania natury matematycznej, związane z wyznaczeniem parametrów regresji metodą klasyczną" [Hellwig 1967, s. 113]. Obecnie powszechny dostęp do komputerów rozwiązuje ten problem.

Biometryczny model regresji wyrażony wielowymiarową funkcją liniową daje się w prosty sposób zinterpretować: parametr $\alpha_{i,i} \neq 0$, zwany *współczynnikiem regresji cząstkowej*[6], określa o ile przeciętnie zmieni się wartość y, jeśli wartość zmiennej x_i wzrośnie o jednostkę, a pozostałe zmienne objaśniające nie ulegną zmianie. Tym samym powstaje narzędzie do porównywania efektywności poszczególnych kryteriów selekcyjnych oraz do określenia ich wagi w procesie selekcji.

Samo znalezienie równania regresji nie spełnia twierdzenia T_p (2), musi jeszcze zostać spełniony warunek postawiony *współczynnikowi determinacji* R^2, który jest jednym z ważniejszych parametrów struktury stochastycznej modelu regresji. Współczynnik ten określa w jakim stopniu uwzględnione w modelu zmienne wyjaśniają zmienność badanego zjawiska. Definiuje go następującym wzór:

$$R^2 = 1 - \varphi^2, \quad \varphi^2 = \frac{\sum (y_i - y_{Ei})^2}{\sum (y_{Ei} - \overline{y}_E)^2} \tag{7}$$

gdzie:

y_i – wartość obliczona i-tej zmiennej endogenicznej,

y_{Ei} – wartość empiryczna i-tej zmiennej endogenicznej.

$\overline{y}_E$ – wartość średnia empirycznej zmiennej endogenicznej

φ^2 – współczynnik indeterminacji (stopień, w jakim zjawisko nie zostało wyjaśnione).

Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można określić efektywność (wartość diagnostyczna) stosowanych *kryteriów selekcji*. Im wyższa jego wartość ponad sześćdziesiąt osiem procent, tym wyższa ocena trafności wyboru zmiennych do oceny poziomu rozwoju zawodnika. Wynik ponad 68% oznacza, że wyniki badań można wdrożyć do praktyki sportowej. Gdy wartość R^2 jest niższa niż 68%, znaczy to, że wymagana część zmienności zjawiska nie została wyjaśniona przez zmienne uwzględnione w badaniach. Należy więc powtórzyć procedurę budowy modelu regresji na uzupełnionym lub nowym zestawie zmiennych.

Opisaną wyżej metodę dochodzenia do równania regresji można zastosować, gdy mamy dany wektor ***Y*** przedstawiający indywidualne wyniki sportowe zawodników poddanych badaniu. W grach zespołowych nie dysponujemy jednak takimi indywidualnymi wynikami charakteryzującymi zawodników drużyny. I tu doskonale sprawdza się syntetyczna miara rozwoju Hellwiga.

---

[6] Stopień skorelowania zmiennej x_i ze zmienną y po uwzględnieniu wpływu wszystkich pozostałych zmiennych niezależnych.

2.3.1. Syntetyczna miara wskaźnika rozwoju Hellwiga[7]

Każdego zawodnika określa się za pomocą k cech opisujących najważniejsze aspekty osobowości i przydatności zawodnika do danej dyscypliny sportu:

$$\boldsymbol{X} = (x_1, x_2, \ldots, x_k) \in R^k \tag{8}$$

gdzie:
x_i – współrzędne punktu w k- wymiarowej przestrzeni,
R^k – przestrzeń k-wymiarowa.

W celu wyeliminowania wpływu jednostek miar pomiary doprowadza się do porównywalności wg klasycznej formuły standaryzacji, która powoduje, iż wszystkie cechy mają średnią równą zero i odchylenie standardowe równe jeden:

$$\frac{x_{ij} - \overline{x}_j}{S_j}, \quad x_{ij} \tag{9}$$

gdzie:
$\overline{x}_j$ – średnia cechy X_j
S_j – odchylenie standardowe cechy X_j.

W wyniku otrzymujemy macierz **W** o wymiarach n × k:

$$\mathbf{W} = \{\boldsymbol{X}_1, \ldots, \boldsymbol{X}_n\} \in R^k \tag{10}$$

gdzie:
$\boldsymbol{X}_i$ – wektor cech i-tego zawodnika po standaryzacji.

Ze zbioru cech wybiera się stymulanty (S) i destymulanty (D). Z maksymalnych wartości stymulant i minimalnych destymulant buduje się wektor $\boldsymbol{X}_0$, który przedstawia abstrakcyjny punkt w przestrzeni R^k określany jako *wzorzec zawodnika*. Wzorzec zawodnika opisuje *modelowego zawodnika* za pomocą najlepszych wartości badanych cech u n zawodników:

$$\boldsymbol{X}_0 = (x_{01}, x_{02}, \ldots, x_{0k}) \in R^k \tag{11}$$

gdzie:
$x_{0j} = \max x_{ij}$, gdy indeks j określa stymulantę
$x_{0j} = \min x_{ij}$, gdy indeks j określa destymulantę.

Po liczbowym określeniu wzorca zawodnika oblicza się w przestrzeni R^k odległości c_{i0} między danym zawodnikiem a wzorcem. Syntetyczną miarę rozwoju zawodnika di opisuje wzór:

$$d_i = 1 - \frac{c_{i0}}{c_0}, \quad i = 1, 2, \ldots, n \tag{12}$$

[7] Patrz: Hellwig 1968, s. 314–325.

gdzie:
$\boldsymbol{d_i}$ – miara rozwoju i-tego zawodnika

oraz:

$$c_{i0} = \left[\sum_{j=1}^{n} \left(z_{ij} - z_{0j} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \text{ gdzie: } z_{ij} = \frac{x_{ij} - \overline{x}_j}{s_j} \tag{13}$$

$$c_0 = \overline{c_0} + 2 s_d \text{ gdzie: } \overline{c_0} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} c_{i0} \,;\, s_d = \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} \left(c_{i0} - \overline{c_0} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \tag{14}$$

Miary rozwoju, z prawdopodobieństwem bliskim jedności, leżą w przedziale [0,1]. Miara rozwoju $\boldsymbol{d_i} = 1$ określa zawodnika wzorcowego. Im wskaźnik $\boldsymbol{d_i}$ jest bliższy 1, tym i-ty zawodnik jest bliższy wzorca. Wartości d_i tworzą n-elementowy wektor $\boldsymbol{Y}$, który stanowi brakujący element (zmienna endogeniczna) do budowy *biometrycznego modelu regresji* w grach zespołowych:

$$\boldsymbol{Y} = (y_1, \ldots, y_k) \tag{15}$$

gdzie:
$y_i = d_i$ – *wskaźnik rozwoju zawodniczego* (WRZ) i-tego zawodnika

Wskaźnik WRZ pozwala na uporządkowanie liniowe badanych zawodników oraz podział zbioru zawodników na bardziej jednorodne podzbiory/klasy.

2.3.2. Dobór zmiennych do biometrycznego modelu regresji

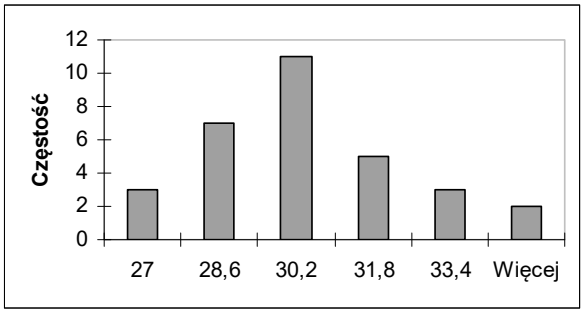
Hellwig przy konstruowaniu miary rozwoju nie robił żadnych założeń co do liczebności próbki i jej rozkładu oraz rozkładu tej cechy w całej populacji, z której pochodziła badana próbka. Wymagał tylko określenia kierunku, „w którym poszczególne zmienne powinny się zmieniać celem zabezpieczenia wzrostu gospodarczego" [Hellwig 1968], czyli podziału na stymulanty i destymulanty.

Wykorzystanie wielowymiarowej funkcji regresji i klasycznej metody szacowania parametrów tej funkcji, czyli metody najmniejszych kwadratów, narzuca pewne wymagania na badaną populację i próbkę. Wymaga się, aby rozkład badanej cechy w populacji był normalny. Próbka ma odzwierciedlać normalność rozkładu, co zachodzi z dużym prawdopodobieństwem dla próbki liczącej więcej niż trzydzieści elementów [Hellwig 1998][8]. Ponieważ większość cech biologicznych człowieka ma rozkład normalny można w biometrii wykorzystywać wielowymiarową analizę porównawczą dla odpowiednio licznej próby z populacji.

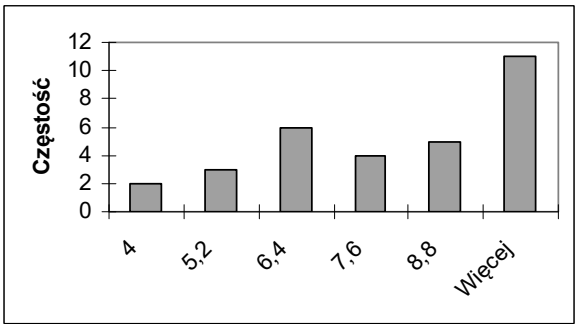
Jak podano w podrozdziale 2.3.1, badana grupa zawodników jest opisana macierzą utworzoną z wektorów opisujących danego zawodnika poprzez pomiar wybranych, merytorycznie uzasadnionych cech. W pierwszej kolejności odrzuca się

[8] Patrz s. 214.

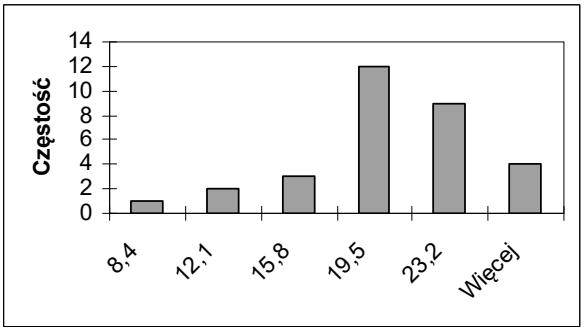
zmienne, których rozkład bardzo odbiega od rozkładu normalnego. Przykładowe rozkłady przedstawiają ryciny 2.1–2.3. Wstępnie eliminuje się też te zmienne, których rozkład można uznać za normalny, ale o wyraźnie zaznaczonej asymetrii lewostronnej (łatwość osiągania wysokich wartości)[9].



Ryc. 2.1. Rozkład zbliżony do normalnego
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 2.2. Rozkład inny niż normalny
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 2.3. Rozkład normalny o asymetrii lewostronnej
Źródło: opracowanie własne

[9] Patrz: Hellwig, Siedlecka U., Siedlecki J. 1995, s. 25.

Jeśli na podstawie histogramu nie można wnioskować o normalności rozkładu, to rozkład bada się za pomocą wybranego testu, np. testem Jarque–Bera. Następnie, aby spełnić kryterium zmienności, eliminuje się cechy tzw. quasi stałe. Za zmienne quasi stałe uznaje się te zmienne, których współczynnik zmienności *V(x)* jest mniejszy od arbitralnie założonego progu (zazwyczaj jest to wartość 10%). Współczynnik zmienności oblicza się ze wzoru:

$$V(x) = \frac{S(x)}{\bar{x}} * 100\% \tag{16}$$

gdzie:

S(x) – odchylenie standardowe zmiennej *x*

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna zmiennej *x*.

Wyżej opisana procedura wstępnej eliminacji zmiennych jest czysto matematyczna i łatwa do pokonania. Sedno problemu badawczego ujawnia się przy ustalaniu liczebności i struktury zbioru zmiennych, gdyż liczba cech ma być mała w stosunku do liczebności badanych zawodników[10] ze względu na błąd resztkowy oraz wybrana kombinacja cech ma wnosić jak największy zasób informacji o rozwoju zawodniczym na danym etapie rozwoju. Zasób informacji jest tym elementem, który decyduje o efektywności procesu selekcji. Ustalenie zbioru zmiennych, które mają wejść do modelu biometrycznego, jest podstawowym problemem metodologicznym związanym z budową tego modelu.

Udzielenie odpowiedzi na następujące pytania rozwiązuje ten problem:

1. Jaką liczbę zmiennych należy przyjąć, aby zmniejszyć dostatecznie błąd resztkowy?
2. Jak wyspecyfikować zmienne, które będą obiektywnie najlepsze w roli zmiennych diagnostycznych w modelu biometrycznym regresji?
3. Jak ustalić siłę wpływu poszczególnych zmiennych diagnostycznych na wykreowany *wskaźnik rozwoju zawodniczego* pełniącego rolę zmiennej *Y*?

Na ogół dobrze rozwiązuje ten problem procedura optymalnego wyboru zmiennych zaproponowana przez Hellwiga [1969][11]. Czasami zdarza się jednak, że dobór zmiennych objaśniających metodą wskaźników pojemności Hellwiga nie wskazuje optymalnego zbioru cech do budowy modelu regresji [Rosienkiewicz, Detyna 2013][12]. W takim przypadku należy zrezygnować z maksymalnego zasobu informacji na rzecz takiej kombinacji cech o niższym wskaźniku pojemności integralnej, która umożliwi budowę modelu regresji badanego zjawiska.

---

[10] Cech bazowych powinno być jak najmniej, jednak dostatecznie dużo, aby opis był wystarczająco wierny [Hellwig, Siedlecka U., Siedlecki J. 1995, s. 19].

[11] Patrz: s. 228–230.

[12] Patrz: s. 233.

2.3.3. Metoda Hellwiga optymalnego wyboru zmiennych objaśniających[13]

Metoda Hellwiga optymalnego wyboru zmiennych objaśniających opiera się na ustaleniu pojemności integralnej nośników informacji jako sumy pojemności indywidualnych nośników informacji. Nośnikami informacji są zmienne tworzące dany zbiór zmiennych objaśniających.

Załóżmy, że dany jest zbiór zmiennych objaśniających $x_1, x_2, ..., x_k$. Z elementów tego zbioru można tworzyć różne podzbiory/ kombinacje zmiennych, których ogólną liczbę N określa dwumian Newtona:

$$N = 2^k - 1 \tag{17}$$

Metoda Hellwiga wymaga obliczenia pojemności integralnej H dla każdej z N kombinacji według wzoru:

$$H = \sum_{j=1}^{s} \left| h_j \right| \tag{18}$$

gdzie:
s – liczba zmiennych wchodzących w skład danej kombinacji
h_j – pojemność indywidualna nośnika informacji określona wzorem:

$$h_j = \frac{r_{oj}^2}{1 + \sum_{i \neq j} r_{ij}} \tag{19}$$

gdzie:

r_{oj}^2 – współczynniki korelacji liniowej między Y a zmienną X_j,

r_{ij} – współczynniki korelacji liniowej między pozostałymi zmiennymi objaśniającymi.

Ta kombinacja/podzbiór zmiennych, których wartość H jest największa, jest według Hellwiga rozwiązaniem problemu wyboru optymalnego zbioru zmiennych objaśniających. Wartość H_{max} określa wielkość zasobu informacji o zmiennej objaśnianej/endogenicznej Y wniesionego przez zmienne objaśniające w danym podzbiorze. Poprzez wyznaczenie wielowymiarowej funkcji liniowej regresji na tym optymalnym zbiorze zmiennych objaśniających określa się wielkość wpływu poszczególnych zmiennych tego zbioru na wartość zmiennej objaśnianej Y.

Jak wspomniano na początku rozdziału, liczbę możliwych kombinacji określa dwumian Newtona. Już dla zbioru tylko 10 zmiennych liczba kombinacji wynosi 1023. Dlatego przed zastosowaniem algorytmu Hellwiga powinno się ograniczyć liczbę zmiennych/ cech, biorąc pod uwagę ich wzajemną korelację oraz korelację ze zmienną endogeniczną Y. Umożliwia to metoda analizy współczynników korelacji.

---

[13] Patrz: Hellwig 1969, s. 228–230.

2.3.4. Eliminacja zmiennych metodą analizy współczynników korelacji

Wstępną listę zmiennych diagnostycznych ustala się z nadmiarem pod kątem modelowanego zjawiska z uwzględnieniem nawet tych cech, co do których istnieje tylko podejrzenie, że ma wpływ na zmienną objaśnianą [Ryguła 2003]. Z drugiej strony podstawowa zasada statystyki odnośnie korelacji mówi, że prognoza oparta na mniejszej liczbie zmiennych nieskorelowanych ze sobą będzie bardziej trafna niż oparta na dużej liczbie zmiennych, wśród których będą zmienne silnie skorelowane ze sobą. Takie silnie skorelowane zmienne są zanieczyszczonymi nośnikami informacji o zmiennej objaśnianej Y[14]. Wynika stąd potrzeba ograniczenia liczby zmiennych do tych tylko, które wnoszą istotne oraz różne informacje o badanym zjawisku.

Po wstępnej eliminacji cech ze względu na ich zmienność i asymetrię pozostałe zmienne objaśniające ocenia się biorąc pod uwagę dwa kryteria: skorelowanie ze zmienną objaśnianą oraz brak skorelowania między sobą. Służy temu analiza macierzy korelacji. Opisana niżej procedura[15] pozwala określić zmienne słabo skorelowane między sobą i zidentyfikować zespoły zmiennych, które przenoszą identyczną lub podobną informację:

1. Wyznacza się macierz korelacji zmiennych $\boldsymbol{R}$.
2. Ustala się arbitralnie progową wartość *współczynnika korelacji* r^* lub wyznacza się go ze wzoru:

$$r^* = \left[\frac{t_\alpha^2}{t_\alpha^2 + n - 2} \right]^{\frac{1}{2}} \tag{20}$$

gdzie:
n – liczba badanych obiektów
t_α^2 – wartość odczytana z tablic dystrybuanty rozkładu t-Studenta dla n-2 stopni swobody oraz przyjętego poziomu istotności α[16].

3. Wyznacza się sumę wartości bezwzględnych elementów każdej kolumny macierzy $\boldsymbol{R}$.
4. Wyróżnia się kolumnę, dla której powyższa suma jest największa.
5. W wyróżnionej kolumnie zaznacza się elementy przewyższające co do modułu *wartość* r^* oraz odpowiadające tym elementom wiersze. Zmienną, którą odzwierciedla ta kolumna, uważa się za pierwszą zmienną centralną, zaś zmienne reprezentowane przez wyróżnione wiersze – za jej zmienne satelitarne, czyli takie zmienne, że ich podobieństwo do cechy zmiennej jest nie mniejsze niż r^*. W ten sposób uzyskujemy pierwszą grupę / skupienie zmiennych.

---

[14] Patrz: Hellwig 1969, s. 225.

[15] http://kolegia.sgh.waw.pl/pl/.../Podstawowe_pojecia_Skale_pomiaru.doc

[16] Poziom istotności to prawdopodobieństwo popełnienia błędu I rodzaju, czyli odrzucenia hipotezy prawdziwej.

6. Z macierzy ***R*** wykreśla się wyróżnione kolumny i zaznaczone wiersze, otrzymując w ten sposób zredukowaną macierz korelacji.
7. Kontynuuje się postępowanie opisane w punktach 4–6 aż do wyczerpania zbioru zmiennych diagnostycznych.

Arbitralny wybór wartości progowej wyższej niż r^* obliczonej wg wzoru (20) powoduje zwiększenie liczebności skupień i zmiennych izolowanych. Do dalszej analizy zazwyczaj pozostawia się zmienne centralne oraz zmienne izolowane, czyli zmienne nie należące do żadnego z otrzymanych skupień. Na tak wybranych zmiennych stosuje się algorytm Hellwiga określający zasób informacji dla każdej kombinacji zredukowanego zbioru cech. W tym miejscu należy podkreślić, że przedstawione algorytmy mają pomagać, a nie ograniczać badacza w poszukiwaniu optymalnej kombinacji cech. Rosienkiewicz i Detyna [2013][17] zwracają uwagę, że i kryterium zmienności cechy, i kryterium skorelowania cech nie mogą być stosowane bezkrytycznie. Do modelu regresji mogą wejść i zmienne quasi stałe i silnie skorelowane ze sobą. Doświadczenie badacza oraz jego intuicja mają tu ogromne znaczenie. O sukcesie decyduje zbudowanie poprawnego modelu regresji.

2.3.5. Analiza dyskryminacyjna

Analiza dyskryminacyjna (AD) jest statystyczną techniką pozwalającą badać różnice między dwiema lub więcej grupami, analizując kilka zmiennych jednocześnie. Zmienne użyte do rozróżnienia grup nazywać będziemy *zmiennymi dyskryminacyjnymi* (ZD).

W sensie aplikacyjnym, AD stanowi zespół procedur statystycznych, prowadzących do opisania i interpretacji różnic międzygrupowych. W ramach tych procedur wyznacza się *kanoniczne funkcje dyskryminacyjne* (KFD), które umożliwiają podział obiektów na grupy oraz *funkcje klasyfikacyjne* (FK). Przy ich pomocy możemy przyporządkować nowe przypadki do jednej z wyszczególnionych grup. W sensie rachunkowym AD sprowadza się do transformacji macierzy zmiennych oryginalnych X_n^m (n – liczba obserwacji/obiektów, m – liczba zmiennych) w nową macierz wzajemnie ortogonalnych zmiennych dyskryminacyjnych $Y_n^{m'}$ (m'< m), które najlepiej różnicują (dyskryminują) grupy naturalnie występujące w populacji.

Podział populacji X na grupy można zapisać jako odwzorowanie:

$$o(x) : X \rightarrow G \tag{21}$$

gdzie: G – g-elementowy zbiór grup spełniający warunek g ≥2.

KFD mają najczęściej postać liniową, którą możemy zapisać:

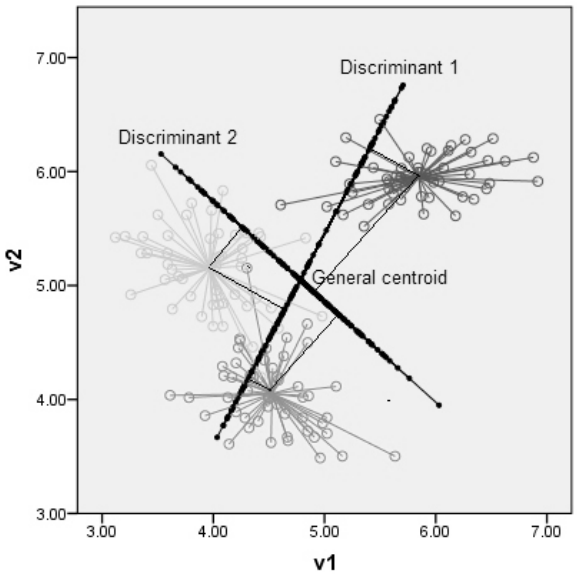
$$D_{kj} = \beta_0 + \beta_1 x_{1kj} + \ldots + \beta_p x_{pkj} \tag{22}$$

[17] Patrz: s. 216, 221.

gdzie:
p – liczba zmiennych dyskryminacyjnych ,
n – liczność próby,
g – liczba grup,
D_{kj} – wartość kanonicznej funkcji dyskryminacyjnej dla k-tego przypadku w j-tej grupie,
X_{ikj} – wartość i-tej zmiennej dla k-tego przypadku w j-tej grupie,
β_i – współczynniki kanonicznej funkcji dyskryminacyjnej

W tym miejscu warto zaznaczyć, że kanonicznych funkcji dyskryminacyjnych może być kilka. Najczęściej ich liczba nie przekracza liczby zmiennych dyskryminacyjnych lub liczby grup minus 1, w zależności od tego, która jest mniejsza.

Sens KFD zilustrowano na rycinie 2.4. O przynależności obiektu do jednej z trzech grup decyduje odległość od centroid[18]. O jakości klasyfikacji decyduje położenie centroid względem siebie i rozkład punktów wokół centroid. Klasyfikacja będzie tym lepsza, im bardziej punkty w każdej grupie będą skupione wokół centroid – mała zmienność wewnątrzgrupowa i im bardziej centroidy będą oddalone od siebie – duża zmienność międzygrupowa.



Ryc. 2.4. Funkcje dyskryminacyjne
Źródło: https://stats.stackexchange.com/questions/22884/how-does-linear-discriminant-analysis-reduce-the-dimensions

[18] Centroidy stanowią odwzorowanie wirtualnych średnich grupowych każdej zmiennej dyskryminacyjnej.

Po wyjaśnieniu istoty KFD przejdźmy do określenia sposobu wyznaczenia współczynników β_i. W przestrzeniach wielowymiarowych stopień zróżnicowania wewnątrz grup i między grupami opisują macierze międzygrupowych i wewnątrzgrupowych sum kwadratów odchyleń od średniej. Przyjmują one następującą postać:

$$t_{ij} = \sum_{k=1}^{g} \sum_{m-1}^{n_k} (x_{ikm} - \overline{x_i})(x_{jkm} - \overline{x_j}) \tag{23}$$

gdzie:
i, j – numery zmiennych.

Wielkości w nawiasach podają wartość odchylenia poszczególnych przypadków od średniej tej zmiennej. Macierze międzygrupowych i wewnątrzgrupowych sum kwadratów odchyleń od średniej zawierają informację o powiązaniach wewnątrz grup i pomiędzy grupami. Zatem poszukiwanie najlepszych współczynników FD związane jest z maksymalizacją ilorazu międzygrupowej i wewnątrzgrupowej macierzy kwadratów i iloczynów mieszanych – kryterium Kullbacka (Ryguła 2000, 2004[19]). Problem ten sprowadza się do rozwiązania równania macierzowego postaci:

$$(M - \lambda W)\beta = 0 \tag{24}$$

gdzie:
W – wewnątrzgrupowa macierz kwadratów i iloczynów mieszanych,
M – międzygrupowa macierz kwadratów i iloczynów mieszanych,
$\beta = (\beta_0, \beta_1, ..., \beta_p)$ – nieznany wektor surowych współczynników kanonicznych FD,
λ – tzw. wartość własna.

Surowe współczynniki funkcji dyskryminacyjnych służą do obliczenia wartości funkcji, lecz nie dają się zinterpretować. Po procesie standaryzacji według formuły:

$$\beta_i' = \beta_i \sqrt{n-g} \qquad \beta_0' = -\sum_{i=1}^{p} \beta_i' \overline{x_i} \tag{25}$$

gdzie:
p – liczba zmiennych dyskryminujących,
n – liczebność próby,
g – liczba grup,
$\overline{x}_i$ – średnia wartość i-tej zmiennej dyskryminacyjnej dla wszystkich przypadków,
β_i – surowe współczynniki FKD,
β_i' – standaryzowane współczynniki FKD.

[19] Patrz: s. 325.

Współczynniki FKD wyrażone są w jednostkach odchylenia standardowego. Ich wartość określa siłę wpływu danej zmiennej dyskryminacyjnej na różnicowanie grup. Im jest większa, tym większy wpływ danej ZD.

Próba, na której definiujemy grupy, nosi nazwę próby uczącej. Zadanie klasyfikacji polega na konstrukcji funkcji klasyfikacyjnej, która na podstawie zaobserwowanych cech będzie przydzielała obserwację / obiekty do którejś z wcześniej zdefiniowanych grup. Jest tyle funkcji klasyfikacyjnych, ile grup. Każda funkcja pozwala nam obliczyć wartości klasyfikacyjne dla każdego przypadku w każdej grupie, przy pomocy równania :

$$S_i = c_i + w_{i1}*x_1 + w_{i2}*x_2 + ... + w_{im}*x_m \qquad (26)$$

gdzie:
S_i – wynikowa wartość klasyfikacyjna,
i – indeks określający daną grupę,
x_j – wartość j-tej zmiennej obserwowanej dla badanego przypadku (m zmiennych),
w_{ij} – waga dla j-tej zmiennej przy obliczaniu wartości klasyfikacyjnej dla i-tej grupy.

Funkcje klasyfikacyjne mogą być bezpośrednio wykorzystane do obliczenia wartości klasyfikacyjnych dla nowych obserwacji. Obiekt jest przyporządkowywany do tej grupy, dla której ma najwyższą wartość klasyfikacyjną.

Zastosowanie analizy funkcji dyskryminacyjnej – narzędzia komplementarnego wielowymiarowej funkcji regresji, pozwala na poprawne diagnozowanie poszczególnych osób, a tym samym ocenę efektów rozwoju zawodniczego.

ROZDZIAŁ 3
Metodologiczne podstawy badań

3.1. Cel badań

Celem nadrzędnym badań jest znalezienie kryteriów doboru o największej wartości diagnostycznej do koszykówki 17–19-letnich juniorów oraz stworzenie modelu biometrycznego, na podstawie którego można określić ich poziom rozwoju zawodniczego, co wpłynie na skuteczność naboru do tego etapu szkolenia. Cel ten zostanie osiągnięty poprzez zastosowanie adekwatnych do potrzeb procedur pomiarowych i analitycznych.

Szczegółowymi celami badań są:

1. Wyłonienie spośród kilkudziesięciu cech minimalnej ich liczby o największym zasobie informacyjnym o rozwoju sportowym zawodnika.

2. Skonstruowanie na ich podstawie syntetycznej zmiennej objaśnianej – *wskaźnika rozwoju zawodniczego* (WRZ) – umożliwiającej stworzenie rankingu zawodników oraz ich sklasyfikowanie.

3. Budowa modelu biometrycznego 17–19-letnich koszykarzy w postaci wielowymiarowej funkcji regresji, która pozwoli określić wielkość wpływu poszczególnych (wybranych, znajdujących się w optymalnej kombinacji cech) zmiennych na wartość zmiennej objaśnianej.

4. Uproszczenie procesu matematycznej optymalizacji selekcji sportowej z wykorzystaniem możliwości aplikacji Microsoft Excel.

3.2. Pytania badawcze

1. Z jakich obszarów badawczych cechy poddane analizie stworzą zbiór zmiennych o największym zasobie informacji o efektach szkolenia 17–19-letnich juniorów w koszykówce?
2. Które z cech, tworzących optymalną kombinację zmiennych, będą posiadały największe pojemności indywidualne?
3. W jakim stopniu badane cechy, pełniące rolę zmiennych diagnostycznych, wyjaśnią zmienność badanego zjawiska Y?

3.3. Hipotezy badawcze

1. Kombinacja zmiennych o największej pojemności integralnej będzie zawierała cechy ze wszystkich obszarów badawczych, tj. morfologicznego, zdolności koordynacyjnych, sprawności ogólnej, sprawności specjalnej i cech psychologicznych.
2. Największą indywidualną pojemność informacyjną będą miały cechy określające sprawność fizyczną ogólną oraz sprawność fizyczną specjalną.
3. Wzięte do analizy cechy, pełniące rolę zmiennych diagnostycznych modelu biometrycznego, wyjaśnią co najmniej 68% zmienności wyniku sportowego, wyrażonego w postaci WRZ.

3.4. Materiał badań

Poddaną obserwacji grupę stanowią koszykarze z makroregionu województwa pomorskiego, urodzeni w latach 1996–1998, którzy, zgodnie z regulaminem Polskiego Związku Koszykówki, do dnia rozpoczęcia badań należeli do kategorii „juniorzy".

Liczebność grupy (n = 31) została dobrana tak, aby przy spełnionym założeniu normalności[11] rozkładu badanych cech w populacji można było zastosować do obróbki statystycznej danych testy parametryczne: test *t*-Studenta, analizę korelacji Pearsona, analizę regresji, które zaliczane są do testów mocniejszych[12].

Wybór obiektów do badań został dokonany przy zastosowaniu techniki doboru celowego. Za główne kryteria włączenia zawodników do badań przyjęto: poziom sportowy (głównie udział w kadrach województwa, rozgrywkach centralnych), staż treningowy (min. 4 lata), odpowiedni stan zdrowia (badania lekarskie). Badania przeprowadzono w okresie maj–czerwiec 2015 r. za zgodą opiekunów prawnych w przypadku niepełnoletnich badanych. Kolejność badań była różna z powodu uzależnienia od dostępności bazy treningowej i uczelnianego laboratorium oraz możliwości uczestnictwa badanych w proponowanych terminach. Zawodnicy byli w okresie posezonowym.

3.5. Metody badań

Badania oparto na metodzie obserwacji bezpośredniej uczestniczącej [Ryguła 2004, s. 188] oraz technice korelacyjnej, jako jednej z kategorii badań empirycznych. W badaniu korelacyjnym badacz nie wpływa na żadną ze zmiennych, rejestruje je tylko i obserwuje relacje/korelacje między podzbiorami zmiennych[13]. Rozwiązanie problemu badawczego oparto na modelu badań statystycznych posiadających następu-

---

[11] Wynika to z centralnego twierdzenia granicznego: w miarę wzrostu liczebności próby rozkład statystyki z próby upodabnia się coraz bardziej do rozkładu normalnego; dla n = 30 jest „nieomal" doskonale zgodny z rozkładem normalnym.

[12] Zaczerpnięto z http://analizystatystyczne.com/tag/testy-parametryczne/.

[13] Większość badań empirycznych można zaliczyć do jednej z dwóch kategorii: badania korelacyjne (obserwacyjne) i badania eksperymentalne.

jącą strukturę zmiennych: $\mathbf{X}_k^n\ \mathbf{Y}_n$, tzn. jedna n-wartościowa zmienna zależna *Y* (wynik sportowy) i *n* k-wartościowych zmiennych niezależnych. „O wymiarach macierzy decyduje dokonany wybór zbioru obiektów i zbioru cech. Wybór taki nie może być kontestowany, co oznacza, że ani wybrane cechy obiektów ani wybrane zbiory cech nie mogą być kwalifikowane jako lepsze lub gorsze" [Hellwig 1969, s. 6]. Wymiar macierzy zależy tylko od kryteriów wyboru obiektów i cech. Zastosowano metody pomiarowe służące poszukiwaniu i gromadzeniu informacji (obserwacja bezpośrednia – czynna – skategoryzowana – uczestnicząca (jawna), sondaż diagnostyczny) oraz metody analityczne, w których wiodącymi były metody statystyki matematycznej (metoda optymalnego doboru zmiennych Hellwiga oraz metoda analizy funkcji regresji wielorakiej).

3.6. Techniki i narzędzia badawcze

Techniki badawcze:

- obserwacja,
- działania w zakresie realizacji wyznaczonych prób i testów ruchowych,
- zabiegi związane z dokonywaniem pomiarów lub ocen.

Narzędzia badawcze:

- TOSSIR – *teoria optymalizacji selekcji sportowej Igora Ryguły*,
- narzędzia analizy statystycznej: korelacja, regresja,
- narzędzia analizy matematycznej: algorytmy,
- narzędzia niezbędne w zakresie dokonywania pomiarów (np. fotokomórka, taśma miernicza).

3.7. Zmienne i ich wskaźniki

Zmienne niezależne i ich wskaźniki zgrupowane w siedmiu obszarach ujęto w tabeli 3.1.

Tabela 3.1. Zmienne niezależne i ich wskaźniki (opracowanie własne)

Obszar	Zmienne i ich wskaźniki	Uwagi
1. Obszar morfologiczny	- wysokość ciała [cm] - masa ciała [kg] - rozpiętość ramion [cm] - rozpiętość dłoni [cm] - długość dłoni [cm] - szerokość barków [cm] - szerokość tułowia [cm] - wskaźnik BMI [kg/m²] - wskaźnik smukłości [cm/$^3\sqrt{kg}$]	[Drozdowski 1998]
2. Obszar zdolności koordynacyjnych	- zdolność sprzężenia ruchów [s] - zdolność rytmizacji ruchów [s] - zdolność różnicowania [pkt]	[Ljach i in. 1995]
	- zdolność równowagi z oczami otwartymi [mm²] - zdolność równowagi z oczami zamkniętymi [mm²]	Platforma do oceny równowagi AMTI AccuSway w Laboratorium Wysiłku Fizycznego Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku

Obszar	Zmienne i ich wskaźniki	Uwagi
3. Obszar sprawności ogólnej	- bieg zwinnościowy 10 × 5m [s]	EUROFIT [1988]
	- siła eksplozywna kończyn górnych [m] - wytrzymałość beztlenowa w biegu 10 × 20 m [s]	[Mikołajec, Zając 1995] [Martens 2004]
	- wytrzymałość mm. obręczy barkowej [pkt]	
	- szybkość biegu na dystansie 20 m [s]	NBA Draft Tests [2011]
	- siła eksplozywna kończyn dolnych [cm]	Platforma dynamometryczna do badania sił odbicia człowieka w skokach pionowych i poziomych Kistler model 9286BA z oprogramowaniem MARS w Laboratorium Wysiłku Fizycznego Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku *
	- gibkość [pkt]	[Zuchora 1982]
	- wydolność fizyczna [s] - maksymalna moc tlenowa [W/kg] - wentylacja minutowa płuc [l/min] - maksymalny pułap tlenowy [ml O_2/kg]	Cykloergometr Ergoline Ergoselect viasprint 150p i stacjonarny ergospirometr Jaeger Oxycon Pro w Laboratorium Wysiłku Fizycznego Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku **
4. Obszar sprawności specjalnej	- kozłowanie slalomem [s]	[Balciunas i in. 2009]
	- celność podań [pkt]	[„AAHPER Basketball Skills Tests" za: Chyliński 1997]
	- szybkość podań [s]	
	- skuteczność rzutów spod kosza [pkt]	[„ETS MAGLINGEN" za: Chyliński 1997]
	- skuteczność rzutów wolnych [pkt]	[„Basketball Skill Tests" za: Chyliński 1997]
	- skuteczność rzutów z dystansu [pkt]	[„Basketball Test Hopkins, Shick, Plack" za: Chyliński 1997]
	- skuteczność rzutów z półdystansu [pkt]	
	- szybkość poruszania się krokiem obronnym [s]	NBA Draft Tests [2011]
5. Obszar sprawności psychomotorycznej.	- odsetek błędnych reakcji w wielobodźcowo-wieloreakcyjnym teście decyzji (DT) [%] - mediana czasu reakcji w teście decyzji (DT) [s] - koordynacja dwóch rąk – odsetek czasu błędów w teście podwójnego labiryntu (B19) [%] - mediana odchylenia kierunku w teście antycypacji czasowo-ruchowej (ZBA) [piksele] - mediana odchylenia czasowego w teście antycypacji czasowo-ruchowej (ZBA) [s] - zakres pola widzenia w teście postrzegania peryferyjnego (PP) [stopnie]	Wiedeński System Testów w Laboratorium Wysiłku Fizycznego na Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku [Schuhfried GmbH 2013]
6. Obszar komponentów składu ciała	- odsetek zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała [%] - odsetek zawartości masy mięśni szkieletowych w składzie ciała [%]	Analizator składu ciała Biospace Inbody720 w Laboratorium Wysiłku Fizycznego Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku [https://www.inbody.com/global/ ustomer/DownloadView.aspx?seq=14]
7. Inne	- staż treningowy [lata]	

** Badani wykonywali na platformie 3 skoki pionowe z odbicia obunóż bez użycia zamachu ramion. Podczas próby ramiona spoczywały swobodnie wzdłuż tułowia. Odnotowano najlepszy rezultat z trzech pojedynczych prób.*

*** Badani wykonywali na ergometrze rowerowym „test do odmowy" o ustalonym, wzrastającym obciążeniu wg protokołu badawczego:*

- *3-minutowa rozgrzewka bez obciążenia zewnętrznego*
- *5-minutowa właściwa rozgrzewka do testu przy obciążeniu 1,5 W/kg masy ciała*
- *podjęcie wysiłku do odmowy przy wzrastającym obciążeniu zewnętrznym (+25 W z każdą kolejną minutą trwania próby)*
- *aktywny odpoczynek – 5 minut jazdy na ergometrze bez obciążenia zewnętrznego.*

Do określenia poziomu wydolności fizycznej badanej grupy wykorzystano ich poszczególne czasy trwania wysiłków w opisanym wyżej „teście do odmowy".

ROZDZIAŁ 4
Wyniki badań i ich analiza

4.1. Statystyka opisowa danych

Pomierzone 42 zmienne zebrano w postaci *macierzy* ***X*** i poddano analizie statystycznej w aplikacji Microsoft Excel 2007. Tabela 4.1 przedstawia opracowane wyniki.

Oznaczenia użyte w tabeli:

- $X_{śr}$ – średnia arytmetyczna badanej cechy,
- S_d – odchylenie standardowe badanej cechy,
- W_K – współczynnik kurtozy – miara rozproszenia wyników wokół średniej [Pułaska 2005, s. 78, 86, 94]:
  - $W_K < 0$ – mniejsze rozproszenie niż normalne (rozkład leptokurtyczny),
  - $W_K = 0$ – rozproszenie jak w rozkładzie normalnym,
  - $W_K > 0$ – większe rozproszenie niż normalne (rozkład platokurtyczny),
- W_A – współczynnik asymetrii:
  - $W_A < -1{,}2$ – silna skośność lewostronna (łatwość osiągania wysokich wartości),
- W_S – współczynnik zmienności cechy:
  - 0–20% – zróżnicowanie cechy słabe,
  - 20–40% – zróżnicowanie cechy umiarkowane,
  - 40–60% – zróżnicowanie cechy silne,
  - 60 i więcej – zróżnicowanie cechy bardzo silne.
- Badanie normalności rozkładu:
  - tak – rozkład zbliżony do normalnego,
  - nie – rozkład inny niż normalny.

Współczynnik kurtozy ma sens tylko w odniesieniu do rozkładów symetrycznych a współczynnik asymetrii tylko do normalnych, dlatego niektóre pola nie są wypełnione [Pułaska 2005, ss. 83, 92].

Analiza tabeli 4.1 pokazuje, że z 42 zmiennych:

- trzynaście ma zdolność dyskryminacyjną powyżej 20%,
- siedem silnie różnicuje grupę,
- siedemnaście bardzo słabo różnicuje grupę,
- dziewięć nie odzwierciedla rozkładu normalnego cechy w populacji.

Tabela 4.1. Podstawowe statystyki zmiennych niezależnych wg zmienności

	Zmienna	$X_{śr}$	S_d	W_K	W_A	W_S [%]	Normalność rozkładu	Zróżnicowanie cechy:
1	Mediana odchylenia czasowego w teście antycypacji [s]	1,16	0,75	2,85	1,57	64,55	tak	b. silne
2	Procent zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała [%]	8,68	4,29	-0,49	0,62	49,41	tak	silne
3	Procent czasu błędów w teście podwójnego labiryntu [%]	9,63	4,65	3,28	1,63	48,25	tak	
4	Zdolność równowagi z oczami zamkniętymi [mm²]	382,68	182,40	-0,17	0,68	47,66	tak	
5	Zdolność równowagi z oczami otwartymi [mm²]	252,72	106,43	-0,42	0,64	42,11	tak	
6	Mediana odchylenia kierunku w teście antycypacji [piksele]	64,03	26,69	2,00	1,11	41,68	tak	
7	Gibkość [pkt]	3,16	1,29	x	x	40,92	**nie**	
8	Staż treningowy [lata]	7,21	2,57	-0,74	-0,23	35,62	tak	umiarkowane
9	Wytrzymałość mm. obręczy barkowej [pkt]	29,29	9,11	0,69	0,35	31,12	tak	
10	Zdolność sprzężenia ruchów [s]	8,49	2,10	x	x	24,67	**nie**	
11	Skuteczność rzutów wolnych [pkt]	7,39	1,78	x	x	24,13	**nie**	
12	Procent błędnych reakcji w teście decyzji [%]	18,69	4,34	0,27	-0,58	23,25	tak	
13	Zdolność rytmizacji ruchów [s]	10,48	2,29	-0,38	0,53	21,86	tak	
14	Skuteczność rzutów z dystansu [pkt]	13,94	2,59	0,34	0,80	18,61	tak	słabe
15	Wentylacja minutowa płuc [l/min]	152,55	27,28	x	x	17,88	**nie**	
16	Wydolność fizyczna [s]	500,71	88,88	x	x	17,75	**nie**	
17	Wytrzymałość beztlenowa w biegu 10 × 20 m [s]	10,34	1,69	x	x	16,33	**nie**	
18	Siła eksplozywna kończyn dolnych [cm]	38,25	5,38	-0,69	-0,11	14,06	tak	
19	Skuteczność rzutów z półdystansu [pkt]	19,77	2,70	x	x	13,68	**nie**	
20	Maksymalny pułap tlenowy [ml O_2/kg]	51,64	6,23	-1,04	0,08	12,06	tak	
21	Skuteczność rzutów spod kosza [pkt]	17,90	2,10	0,29	0,16	11,75	tak	
22	Maksymalna moc tlenowa [W/ kg]	4,26	0,48	-0,30	0,02	11,25	tak	
23	Zdolność różnicowania ruchów [pkt]	24,39	2,67	-0,13	-0,56	10,94	tak	
24	Celność podań [pkt]	22,00	2,37	-0,71	-0,16	10,76	tak	
25	Masa ciała [kg]	81,92	8,78	0,10	0,65	10,71	tak	
26	Szybkość podań [s]	8,38	0,82	0,16	0,53	**9,82**	tak	
27	Siła eksplozywna kończyn górnych [m]	12,90	1,14	0,05	-0,15	**8,88**	tak	
28	Wskaźnik BMI [kg/m²]	22,75	1,66	2,06	1,16	**7,32**	tak	
29	Szybkość poruszania się krokiem obronnym [s]	13,04	0,93	-0,05	0,18	**7,11**	tak	
30	Szerokość tułowia [cm]	29,87	2,05	0,15	0,69	**6,85**	tak	
31	Mediana czasu reakcji w teście decyzji [s]	0,71	0,05	0,80	0,60	**6,76**	tak	
32	Długość dłoni [cm]	20,45	1,11	-0,30	0,44	**5,44**	tak	
33	Bieg zwinnościowy 10 × 5 m [s]	15,29	0,83	x	x	**5,40**	**nie**	
34	Rozpiętość dłoni [cm]	22,56	1,17	-0,11	0,66	**5,20**	tak	
35	Kozłowanie slalomem [s]	10,78	0,51	-0,74	0,33	**4,69**	tak	
36	Procent zawartości masy mięśni szkieletowych w składzie ciała [%]	52,38	2,45	-0,58	-0,60	**4,68**	tak	
37	Rozpiętość ramion [cm]	192,40	8,60	-0,37	0,09	**4,47**	tak	
38	Szerokość barków [cm]	46,39	2,04	0,55	-0,16	**4,41**	tak	
39	Szybkość biegu na dystansie 20 m [s]	3,30	0,14	5,79	1,58	**4,28**	tak	
40	Wysokość ciała [cm]	189,66	8,00	x	x	**4,22**	**nie**	
41	Zakres pola widzenia w teście postrzegania peryferyjnego [stopnie]	179,12	5,96	x	x	**3,33**	**nie**	
42	Wskaźnik smukłości [cm/$^3\sqrt{kg}$]	43,73	1,24	x	x	**2,84**	**nie**	

Źródło: opracowanie własne

Większość cech silnie różnicujących badaną grupę należy do obszarów sprawności psychomotorycznej i zdolności koordynacyjnych, a cechy bardzo słabo ją różnicujące do obszaru morfologicznego.

Na podstawie tabeli 4.1. obliczono średnie współczynników zmienności dla poszczególnych obszarów *osobowości zawodniczej* i zestawiono je w tabeli 4.2.

Tabela 4.2. Obszary osobowości zawodniczej wg średniej zmienności cech

Obszary osobowości zawodniczej	Średnia zmienność [%]
Morfologiczny	5,72
Sprawności specjalnej	12,57
Sprawności ogólnej	16,36
Komponentów składu ciała	27,04
Zdolności koordynacyjnych	29,45
Sprawności psychomotorycznej	31,30
Staż treningowy	35,62

Źródło: opracowanie własne

Analiza wyników tabeli 4.2 pozwala na sformułowanie następujących spostrzeżeń:

1. Badana grupa jest jednorodna morfologicznie. Według *wskaźnika smukłości*[11] 21 zawodników ma budowę smukłą ze wskaźnikiem smukłości ponad 43,3, a pozostali mają budowę średnią, z których ośmiu ze wskaźnikiem smukłości ponad 42. W analizowanym obszarze jedynie współczynnik zmienności *masy ciała* nieznacznie przekroczył 10%. Koszykarze stanowiący badaną grupę mają w większości pożądaną budowę ciała.
2. Badana grupa jest także mało zróżnicowana w obszarze *sprawności specjalnej*. Można uznać, iż w wyniku kilkuletniego treningu zawodnicy nabyli podobnych umiejętności koszykarskich. Najmniejsze zróżnicowanie wykazuje zmienna *kozłowanie slalomem* – 4,69%, a największe zmienna *skuteczność rzutów wolnych* – 24,13%.
3. Także obszar sprawności ogólnej jako całość słabo różnicuje badanych zawodników. Zwracają uwagę tylko dwie cechy z jedenastu: *gibkość* ze zmiennością 40,92% (silna zmienność) i *wytrzymałość mm. obręczy barkowej* ze zmiennością 31,12% (umiarkowana zmienność). Najniższą zmienność w tym obszarze wykazuje szybkość biegu na 20 m – 4,28%.
4. Obszar *komponentów składu ciała* jest reprezentowany przez dwie zmienne i ocena na podstawie średniej zmienności byłaby błędem, bowiem zmienność jednej wynosi tylko 4,68%, a drugiej aż 49,41%. O wiele trudniej jest

[11] Typ budowy mężczyzn wg wskaźnika smukłości [cm/$\sqrt[3]{kg}$] – budowa smukła: od 43,3 wzwyż; budowa średnia: od 39,5 do 43,2; budowa tęga: poniżej wartości 39,5 [http://www.fit360.pl/artykuly/co-warto-wiedziec/wskazniki-antropologiczne/].

nabrać masy mięśniowej niż tkanki tłuszczowej. Stąd konieczność stosowania odpowiedniej diety.

5. Badaną grupę umiarkowanie różnicuje obszar *zdolności koordynacyjnych* – średni współczynnik zmienności 29,45%. Na pięć badanych zmiennych dwie wykazują silną zmienność ponad 40%: *zdolność równowagi z oczami zamkniętymi* i *zdolność równowagi z oczami otwartymi*. Najmniejszą zmienność w tym obszarze wykazuje *zdolność różnicowania ruchów* – 10,94%.
6. Umiarkowane zróżnicowanie wykazuje obszar *sprawności psychomotoryczne* – 31,30%. Zawodników zróżnicowały: *mediana odchylenia czasowego w teście antycypacji czasowo-ruchowej* – zmienność 64,55% (bardzo silna zmienność), *procentowy czas błędów w teście podwójnego labiryntu* – zmienność 48,25% i *mediana odchylenia kierunku w teście antycypacji czasowo-ruchowe* – zmienność 41,68% (silne zmienności). Tak wysokie zróżnicowanie poziomu tych trzech cech pokazuje, jak mocno zindywidualizowane są umiejętności antycypacji w czasie i przestrzeni, koncentracji oraz podzielności uwagi, na które niewielkie oddziaływanie mają standardowe środki, formy i metody treningu koszykarskiego, wykorzystywane na ukierunkowanym i specjalnym etapie szkolenia sportowego. Natomiast zmienna *zakres pola widzenia w teście postrzegania peryferyjnego* i zmienna *mediana czasu reakcji w teście decyzji* ze współczynnikiem zmienności odpowiednio 3,33% i 6,76 % nie zróżnicowały badanej grupy.
7. Współczynnik zmienności – 35,62% umiarkowanie różnicuje staż treningowy zawodników. Najkrótszy staż to 2 lata, a najdłuższy to 12 lat.

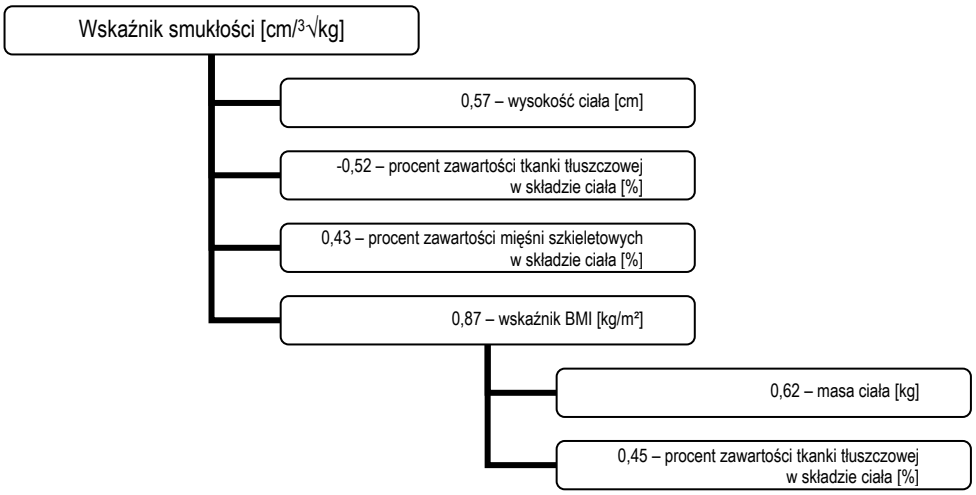
4.2. Analiza macierzy korelacji

Na podstawie macierzy wzajemnych korelacji wszystkich zmiennych sporządzono diagramy powiązań korelacyjnych. Diagramy nie odzwierciedlają hierarchiczności badanych cech, a jedynie sieć powiązań między nimi, np. wskaźnik BMI jest bardzo silnie skorelowany ze wskaźnikiem smukłości (-0,87) i silnie z masą ciała (0,62).

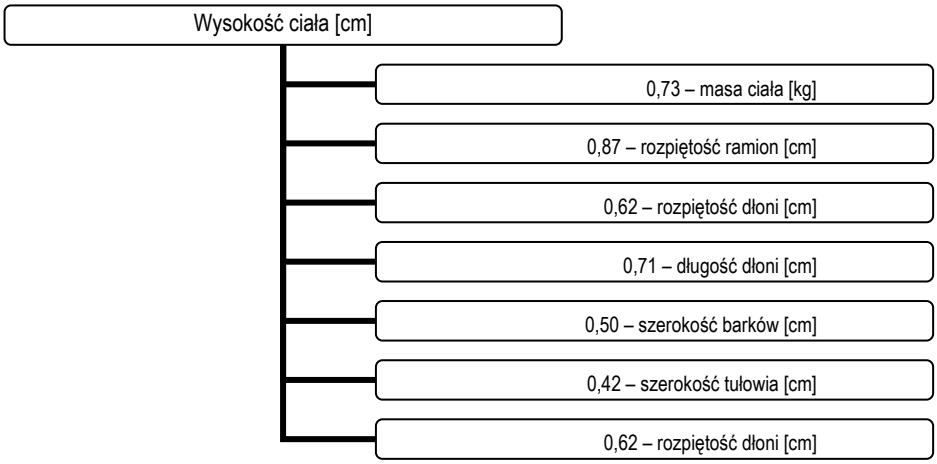
Analizując macierz korelacji, szukano związków przyczynowo-skutkowych między zmiennymi, bowiem samo istnienie zależności liczbowej między nimi nie świadczy o istnieniu więzi przyczynowej (korelacja pozorna).

Dla liczby obserwacji n = 31 i przyjętego poziomu istotności α = 0,05 korelacja statystycznie istotna ma wartość większą od r* = 0,355 – wartości krytycznej współczynnika korelacji obliczonego na podstawie wzoru (20).

Na pożądaną u koszykarzy smukłą budowę ciała mają wpływ: wysokość ciała, procent zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała, procent zawartości masy mięśni szkieletowych w składzie ciała oraz poprzez wskaźnik BMI, masa ciała. Im wyższy procent zawartości tłuszczu w składzie ciała nastoletnich koszykarzy, tym niższy wskaźnik smukłości (korelacja ujemna -0,52). Natomiast tym wyższy wskaźnik smukłości, im wyższy procent zawartości masy mięśni szkieletowych (korelacja umiarkowana 0,43) (ryc. 4.1.).

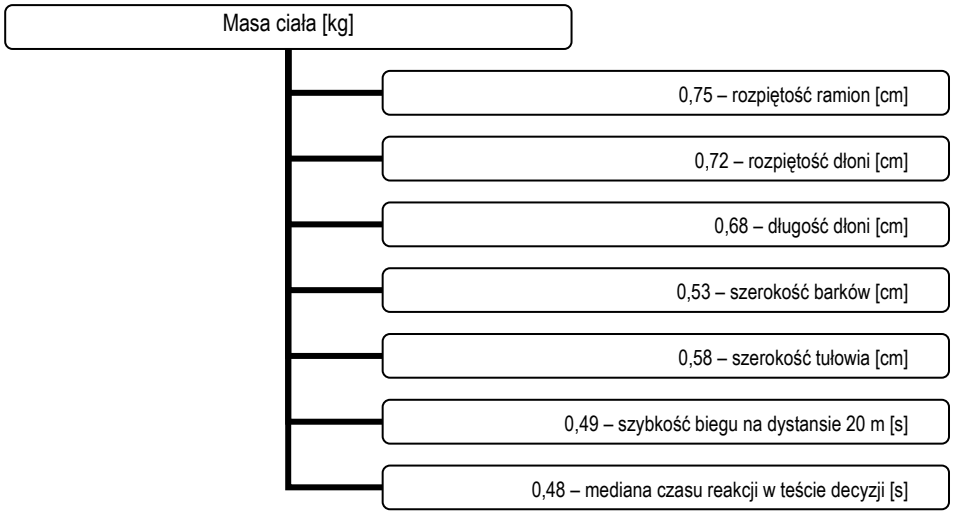


Ryc. 4.1. Powiązania korelacyjne wskaźnika smukłości
Źródło: opracowanie własne



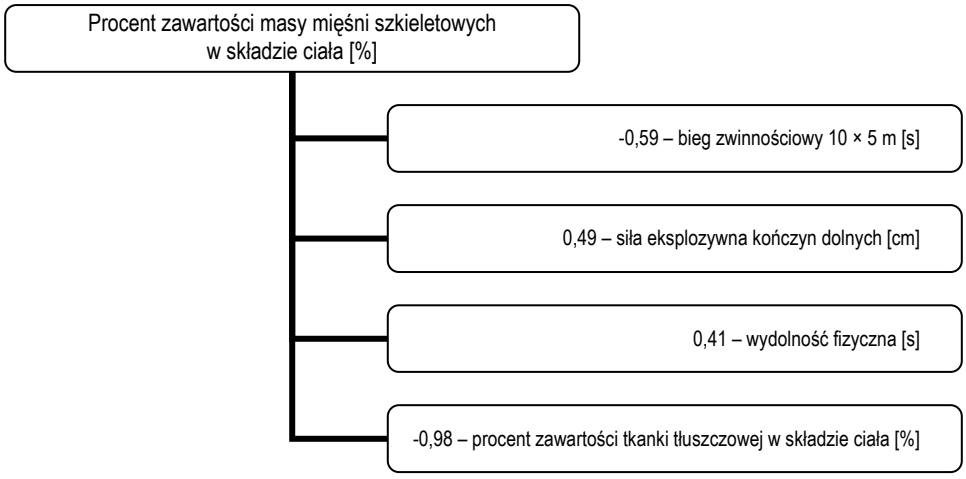
Ryc. 4.2. Powiązania korelacyjne wysokości ciała
Źródło: opracowanie własne

Z wysokością ciała wiążą się wielkości pozostałych badanych cech długościowych ciała (silna i bardzo silna korelacja > 0,6) oraz *masa ciała*. Także znacząca korelacja (0,53) zachodzi między *siłą eksplozywną kończyn górnych* a *rozpiętością ramion*.

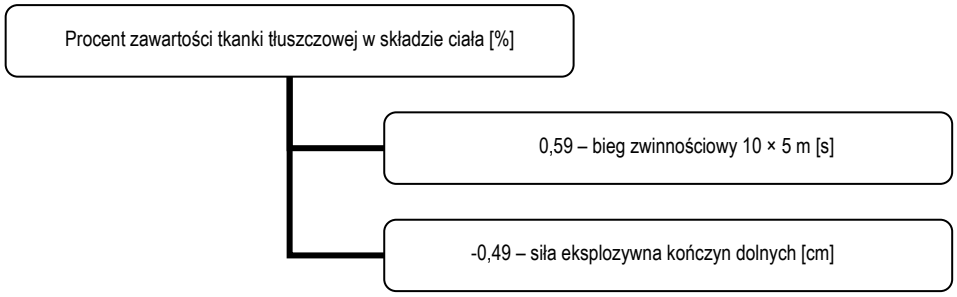


Ryc. 4.3. Powiązania korelacyjne masy ciała
Źródło: opracowanie własne

Masa ciała wiąże się z innymi parametrami budowy ciała. Na uwagę zasługuje jej związek z *szybkością biegu na dystansie 20 m*. Zawodnicy cięższi uzyskali znacznie słabsze wyniki ze startu z miejsca (korelacja 0,49). Również odnotowali oni znacznie słabszy *czas reakcji w teście decyzji* (korelacja 0,48).

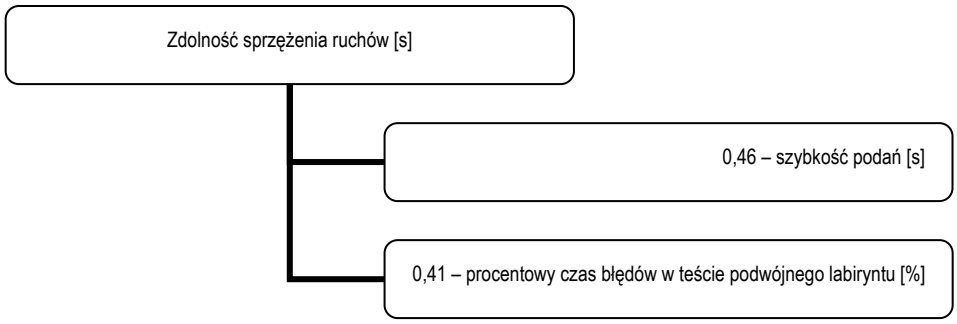


Ryc. 4.4. Powiązania korelacyjne procentowej zawartości masy mięśni szkieletowych w składzie ciała
Źródło: opracowanie własne



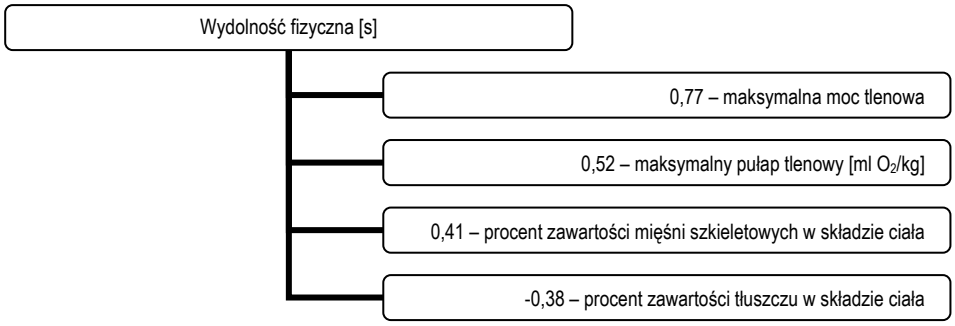
Ryc. 4.5. Powiązania korelacyjne procentowej zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała
Źródło: opracowanie własne

Procent zawartości masy mięśni szkieletowych w składzie ciała (ryc. 4.4.) wykazuje bardzo silną ujemną korelację (-0,98) z wartościami *procentowej zawartości tkanki tłuszczowej*. Koszykarze charakteryzujący się stosunkowo niższym poziomem *tkanki tłuszczowej*, a wyższym poziomem *masy mięśni szkieletowych w składzie ciała*, naturalnie wyróżniali się wyższym poziomem sprawności fizycznej ogólnej, przejawiającej się między innymi w wynikach testów: *zwinności, siły eksplozywnej kończyn dolnych* oraz *wydolności fizycznej*.



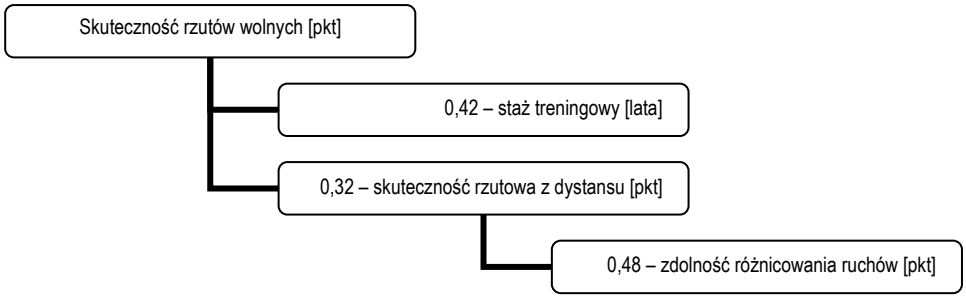
Ryc. 4.6. Powiązania korelacyjne zdolności sprzężenia ruchów
Źródło: opracowanie własne

Zdolność sprzężenia ruchów jest skorelowana (0,46) z *szybkością podań*. Potwierdziły się zatem wyniki badań Pasiecznego i Żaka z 2007 roku, którzy stwierdzili, że sprawność specjalna w koszykówce („zdolności pozwalające na skuteczne działania w trakcie gry") uwarunkowana jest w dużym stopniu przez poziom specyficznych zdolności koordynacyjnych. Korelacja na poziomie 0,41 wystąpiła również pomiędzy wynikami *zdolności sprzężenia ruchów*, a *procentowym czasie błędów w teście podwójnego labiryntu*. Jest to uzasadnione powiązanie, gdyż *test podwójnego labiryntu* wymaga od badanego koordynacji ruchów obu rąk jednocześnie – kontroli i precyzji przy sterowaniu dwiema niezależnymi gałkami konsoli *Wiedeńskiego systemu testów*.



Ryc. 4.7. Powiązania korelacyjne wydolności fizycznej
Źródło: opracowanie własne

Im lepsze rezultaty w teście *wydolności fizycznej* – wysiłku do odmowy, wykonywanym na cykloergometrze przy ustalonym wzrastającym obciążeniu, tym wyższe wielkości *maksymalnej mocy tlenowej* (silna korelacja 0,77), *maksymalnego pułapu tlenowego* (korelacja znacząca 0,52), *procentowej zawartości masy mięśni szkieletowych w składzie ciała* (korelacja umiarkowana 0,41) oraz niższe wielkości *procentowej zawartości tłuszczu w składzie ciała* (ujemna korelacja umiarkowana -0,38).



Ryc. 4.8. Powiązania korelacyjne skuteczności rzutów wolnych
Źródło: opracowanie własne

Analizując skuteczność rzutową 17–19-letnich juniorów, można stwierdzić, iż na wyniki w teście *rzutów wolnych* największy wpływ z pozostałych zmiennych miał staż treningowy zawodników, a więc ich doświadczenie, a co za tym idzie – większa liczbę powtórzeń i umiejętność opanowania się podczas wykonywania pozornie prostego elementu technicznego. Korelacja *zdolności różnicowania ruchów* z wynikami *skuteczności rzutów z dystansu* na poziomie 0,48 potwierdza znaczenie specyficznych zdolności koordynacyjnych w kształtowaniu sprawności specjalnej w koszykówce.

4.3. Budowa WRZ na bazie wszystkich zmiennych

Wykorzystując aplikację Microsoft Excel 2007, zbudowano, zgodnie z procedurami obliczeniowymi teorii naukowej opisanej w podrozdziale 2.3.1, narzędzie do obliczania *wskaźnika rozwoju zawodniczego*. Na bazie 39 ukierunkowanych zmiennych, tj. stymulant i destymulant, obliczono *WRZcałość*, którego wartość określa miarę rozwoju zawodnika w badanej grupie. Na jego podstawie uszeregowano liniowo badanych zawodników. Ranking przedstawia tabela 4.3. Zawodników sklasyfikowano w trzech podgrupach, które określono na bazie WRZ według wzoru:

$$\text{wielkość przedziału} = \text{rozstęp WRZ} : \text{liczbę grup} \tag{27}$$

Tabela 4.3. Ranking zawodników według WRZcałość

Pozycja w rankingu	Numer zawodnika	WRZcałość	Pozycja w rankingu	Numer zawodnika	WRZcałość	Pozycja w rankingu	Numer zawodnika	WRZcałość
1	**8**	0,50	11	**14**	0,36	21	**15**	0,27
2	**3**	0,47	12	**31**	0,35	22	**24**	0,26
3	**1**	0,46	13	**21**	0,33	23	**9**	0,23
4	**5**	0,44	14	**20**	0,32	24	**13**	0,23
5	**17**	0,41	15	**7**	0,32	25	**26**	0,21
6	**12**	0,41	16	**30**	0,31	26	**10**	0,19
7	**27**	0,40	17	**6**	0,31	27	**18**	0,15
8	**2**	0,39	18	**11**	0,29	28	**19**	0,14
9	**4**	0,39	19	**23**	0,29	29	**16**	0,13
10	**29**	0,37	20	**28**	0,28	30	**25**	0,12
						31	**22**	0,06

Źródło: opracowanie własne

I. wysoki poziom rozwoju: 12 zawodników – WRZ od 0,35
II. średni poziom rozwoju: 14 zawodników – WRZ od 0,16 do 0,34
III. niski poziom rozwoju: 5 zawodników – WRZ do 0,15.

Trafność rankingu została zweryfikowana w praktyce. Zawodnicy, którzy uplasowali się wysoko w rankingu otrzymali już (sezon po badaniach) oferty gry zawodowej w seniorskiej koszykówce:

- pozycja 1, zawodnik nr 8 – „Asseco" Gdynia, Ekstraklasa mężczyzn,
- pozycja 2, zawodnik nr 3 – „Polonia" Warszawa, II liga mężczyzn,
- pozycja 3, zawodnik nr 1 – SKK „Siedlce", I liga mężczyzn,

- pozycja 4, zawodnik nr 5 – „Anwil" Włocławek, Ekstraklasa mężczyzn,
- pozycja 5, zawodnik nr 17 – „Sportowa" Politechnika Gdańska, II liga mężczyzn,
- pozycja 6, zawodnik nr 12 – „Sportowa" Politechnika Gdańska, II liga mężczyzn,
- pozycja 12, zawodnik nr 31 – „Sportowa" Politechnika Gdańska, II liga mężczyzn,
- pozycja 13, zawodnik nr 21 – WKS „Śląsk" Wrocław, Ekstraklasa mężczyzn.

Na podstawie tych samych 39 zmiennych i w oparciu o to samo narzędzie wyznaczono *WRZcząstkowy* dla poszczególnych obszarów badanego zjawiska. Analiza tych danych pozwala na dokonanie szczegółowej oceny każdego zawodnika, poznanie jego mocnych i słabych stron, a w konsekwencji na zaprojektowanie ukierunkowanego indywidualnego planu treningowego.

Dla ośmiu wyżej wskazanych zawodników, *liderów* zweryfikowanych już w praktyce, dodatkowo wykreowano *WRZcałość8* i *WRZcząstkowy8*. Zestawiając ze sobą *WRZcałość8* oraz *WRZcząstkowy8*, w każdym z badanych obszarów obliczono ich *współczynniki korelacji* – tabela 4.4 oraz *współczynniki korelacji rang Spearmana* rankingów cząstkowych z rankingiem całościowym – tabela 4.5. Dla n = 8 i założonego poziomu istotności α = 0,05, wartość korelacji istotnej statystycznie musi być większa od r* = 0,414 obliczonego ze wzoru 20. W tabeli 4.4 wyróżniono trzy najwyższe korelacje, a w tabeli 4.5. tylko znaczące korelacje.

Tabela 4.4. Korelacje między współczynnikami WRZcałość a WRZcząstkowy dla całej grupy i liderów

Obszary osobowości zawodniczej	WRZcałość	WRZliderzy
WRZmorfologiczny	**0,44**	x
WRZzdolności koordynacyjnych	x	**0,44**
WRZsprawności ogólnej	**0,83**	x
WRZsprawności specjalnej	**0,69**	**0,58**
WRZsprawności psychomotorycznej	x	**0,78**

Źródło: opracowanie własne

Tabela 4.5. Ranking zawodników wg $WRZ_{całość}$

Obszary osobowości zawodniczej	Korelacja rang – wszyscy	Korelacja rang – liderzy
WRZmorfologiczny	**0,40**	x
WRZzdolności koordynacyjnych	x	x
WRZsprawności ogólnej	**0,82**	x
WRZsprawności specjalnej	**0,67**	**0,43**
WRZsprawności psychomotorycznej	x	**0,83**

Źródło: opracowanie własne

Oba zestawienia wskazują na silne powiązania obszaru sprawności psychmotorycznej ze wskaźnikiem rozwoju zawodniczego w wyodrębnionej grupie zawodni-

ków. Wynika z nich także, że sprawność specjalna u 17–19-letnich zawodników ma znaczący wpływ na wskaźnik *WRZcałość*. Tym samym potwierdza to hipotezę H_2 *teorii optymalizacji selekcji sportowej Igora Ryguły*, że wraz z rozwojem zawodniczym zaczynają odgrywać coraz większą rolę umiejętności specjalne i psychomotoryczne.

4.4. Redukcja liczby zmiennych

Zmienne niezależne poddano analizie pod kątem współczynnika zmienności i asymetrii. Względy merytoryczne zdecydowały o pozostawieniu dwóch cech: *szybkości podań* i *mediany czasu reakcji w teście decyzji* o zmienności mniejszej od 10%. W wyniku zastosowania tej procedury wyłoniono 25 cech – tabela 4.6, które stanowią bazę do wyboru kombinacji cech o optymalnej pojemności integralnej do budowy modelu biometrycznego określającego osobowość zawodniczą 17–19-letnich koszykarzy.

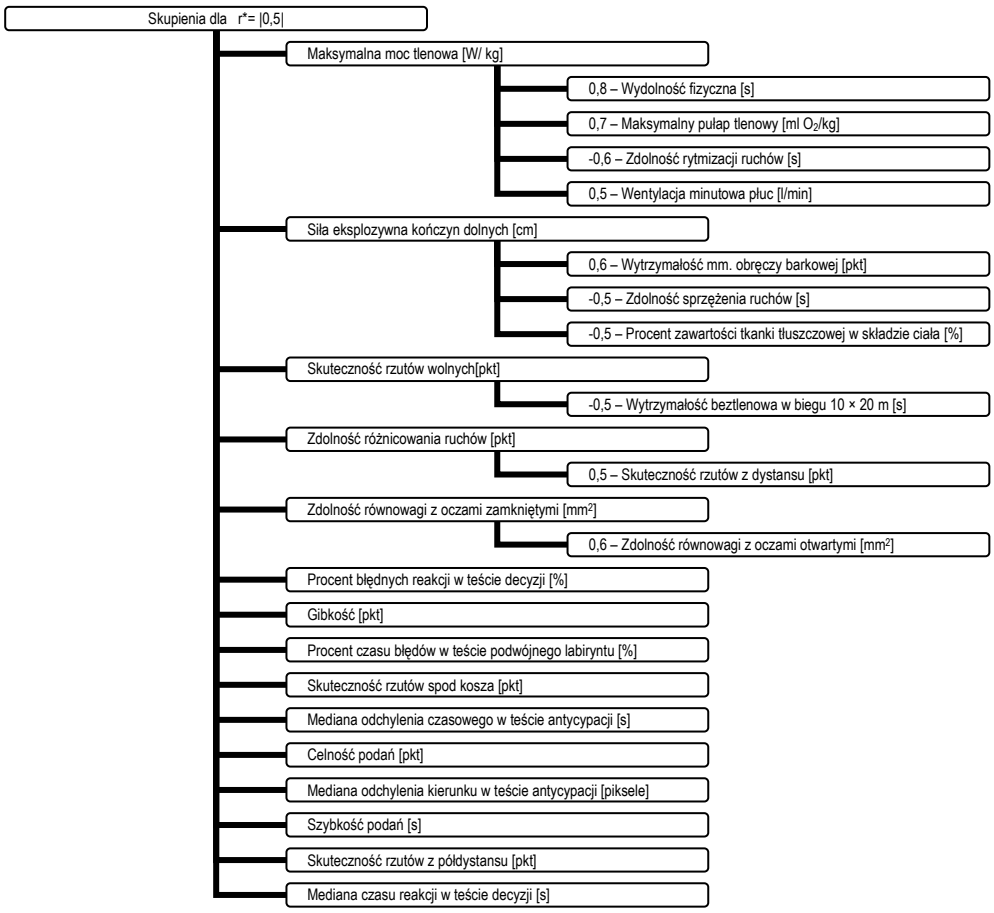
Tabela 4.6. Wstępna redukcja zmiennych

Lp.	Zmienna
1	Siła eksplozywna kończyn dolnych [cm]
2	Szybkość biegu na dystansie 20 m [s]
3	Wytrzymałość szybkościowa [s]
4	Gibkość [pkt]
5	Wydolność fizyczna [s]
6	Maksymalna moc tlenowa [W/ kg]
7	Wentylacja minutowa płuc [l/min]
8	Maksymalny pułap tlenowy [ml O2/kg]
9	Kozłowanie slalomem [s]
10	Celność podań [pkt]
11	Skuteczność rzutów spod kosza [pkt]
12	Skuteczność rzutów z półdystansu [pkt]
13	Skuteczność rzutów z dystansu [pkt]
14	Szybkość podań [s]
15	Skuteczność rzutów wolnych [pkt]
16	Szybkość poruszania się krokiem obronnym [s]
17	Procent zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała [%]
18	Procent zawartości masy mięśni szkieletowych w składzie ciała [%]
19	Procent błędnych reakcji w teście decyzji [%]
20	Mediana czasu reakcji w teście decyzji [s]
21	Procent czasu błędów w teście podwójnego labiryntu [%]
22	Mediana odchylenia czasowego w teście antycypacji [s]
23	Mediana odchylenia kierunku w teście antycypacji [piksele]
24	Wskaźnik BMI [kg/m²]
25	Wskaźnik smukłości [cm/$\sqrt[3]{kg}$]

Źródło: opracowanie własne

Wybrane dwadzieścia pięć zmiennych poddano analizie w oparciu o algorytm opisany w podrozdziale 2.3.4 ze współczynnikiem progowym r = 0,5 (r* = 0,355). W wyniku wdrożenia algorytmu wyłoniono 5 skupień i 10 zmiennych izolowanych – rycina 4.9.

Jak widać, w przypadku słabego skorelowania zmiennych algorytm nie wyłonił większych liczebnie skupisk, tym samym nieznacznie tylko zawęził pole poszukiwań kombinacji zmiennych o najwyższych zasobie informacji o poziomie rozwoju zawodnika.



Ryc. 4.9. Skupienia i zmienne izolowane
Źródło: opracowanie własne

Do modelu nie powinny wejść zmienne silnie ze sobą skorelowane ze współczynnikiem korelacji powyżej 0,6.

4.5. Pojemności integralne

Do obliczania *pojemności integralnej* zbudowano narzędzie w aplikacji Microsoft Excel 2007 na bazie artykułu Kowalika [2012]. Umożliwia ono obliczanie pojemności integralnych kombinacji/podzbiorów zmiennych utworzonych na maksymalnie 12-elementowym zbiorze zmiennych. Zgodnie ze wzorem (17) liczba kombinacji dla 12-elementowego zbioru wynosi N = 4095. Wyniki dla każdego z 4095 podzbiorów danej kombinacji zmiennych objaśniających podawany jest w postaci tabelarycznej. Poprawność działania narzędzia została zweryfikowana poprzez porównanie z wynikiem uzyskanym w programie Solver, dodatku do Microsoft Excel 2007, wykorzystywanym do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych.

Wśród przebadanych kombinacji 12-elementowych zbiorów cech określonych na 25 wytypowanych kandydatkach na zmienne objaśniające znaleziono zbiór, który zawiera kombinację o pojemności integralnej H_{max} = 0,905. Kombinacje budowano w oparciu o diagram – ryc. 4.9 oraz wykorzystując wiedzę merytoryczną autora jako trenera. Zmienne wchodzące w skład tego zbioru zawiera tabela 4.7.

Tabela 4.7. Pojemności integralne wybranych kombinacji zmiennych

Lp.	Zdolność sprzężenia ruchów [s]	Zdolność różnicowania ruchów [pkt]	Siła eksplozywna kończyn dolnych [cm]	Skuteczność rzutów z półdystansu [pkt]	Skuteczność rzutów z dystansu [pkt]	Szybkość podań [s]	Maksymalna moc tlenowa [W/kg]	Procent zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała [%]	Procent błędnych reakcji w teście decyzji [%]	Mediana czasu reakcji w teście decyzji [s]	Procent czasu błędów w teście podwójnego labiryntu [%]	Mediana odchylenia czasowego w teście antycypacji	**Pojemność integralna**	Numer kombinacji
1	0,172	0,100	0,102	0,000	0,105	0,112	0,115	0,107	0,000	0,092	0,000	0,000	**0,905**	**759**
2	0,147	0,086	0,087	0,058	0,097	0,091	0,101	0,090	0,000	0,078	0,068	0,000	0,902	1791
3	0,154	0,091	0,097	0,000	0,101	0,096	0,110	0,101	0,000	0,081	0,070	0,000	0,901	1783
4	0,163	0,094	0,090	0,059	0,101	0,106	0,105	0,094	0,000	0,088	0,000	0,000	0,900	767
5	0,135	0,080	0,080	0,055	0,095	0,090	0,092	0,081	0,000	0,066	0,066	0,059	0,899	3839
6	0,140	0,085	0,089	0,000	0,099	0,095	0,100	0,090	0,000	0,068	0,067	0,062	0,895	3831
7	0,191	0,095	0,000	0,068	0,102	0,114	0,121	0,113	0,000	0,090	0,000	0,000	0,893	763
8	0,148	0,087	0,083	0,057	0,099	0,105	0,095	0,084	0,000	0,073	0,000	0,061	0,892	2815
9	0,155	0,093	0,093	0,000	0,103	0,111	0,103	0,094	0,000	0,076	0,000	0,064	0,892	2807
10	0,202	0,102	0,000	0,000	0,106	0,121	0,135	0,132	0,000	0,094	0,000	0,000	**0,892**	**755**

Źródło: opracowanie własne

Na kombinacji o numerze 759 o maksymalnej pojemności integralnej H_{max} = 0,905 próbowano zbudować model biometryczny regresji. Niestety budowa modelu biometrycznego 17–19-letnich koszykarzy na tej kombinacji nie powiodła się.

Przeszukano podzbiory tego zbioru w celu znalezienia takiej kombinacji o wysokiej pojemności integralnej, która zawiera tylko zmienne o rozkładzie normalnym zgodnie z wymogiem nałożonym na zmienne wchodzące do równania regresji. Te wymagania spełnia kombinacja o numerze 755, która zajmuje miejsce dziesiąte w rankingu pojemności integralnych dla tej kombinacji zmiennych z pojemnością integralną H = 0,892. Na bazie tej kombinacji budowa modelu biometrycznego regresji zakończyła się sukcesem.

4.6. Biometryczny model regresji

4.6.1. Równanie regresji

Na bazie podzbioru 12-elementowej kombinacji o H = 0,892 z siedmioma zmiennymi o pojemności indywidualnej różnej od zera oraz WRZ_{12} obliczonego dla tej kombinacji utworzono macierz – tabela 4.8. Dla lepszej czytelności parametrów równania wartości WRZ_{12} wyrażono w procentach.

Wykorzystując opcję „analiza danych" aplikacji Microsoft Excel 2007 otrzymano liniową funkcję regresji. Otrzymana funkcja ma postać:

$$WRZ_{przew} = -2{,}786\,x_1 + 1{,}466\,x_2 + 1{,}013\,x_3 - 4{,}053\,x_4 + 7{,}459\,x_5 - 1{,}052\,x_6 - 58{,}035\,x_7 + 59{,}002 \quad (28)$$

Tabela 4.8. Wybrana kombinacja zmiennych do modelu biometrycznego

Numer zawodnika	Zdolność sprzężenia ruchów [s]	Zdolność różnicowania ruchów [pkt]	Skuteczność rzutów z dystansu [pkt]	Szybkość podań [s]	Maksymalna moc tlenowa [W/ kg]	Procent zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała [%]	Mediana czasu reakcji w teście decyzji [s]	WRZ [%]
1	6,06	25	13	6,90	5,20	6,70	0,64	51,29
2	8,33	23	11	8,60	5,20	6,70	0,71	40,42
3	7,07	26	18	7,22	4,50	7,70	0,64	50,87
4	6,75	20	16	9,16	4,00	5,40	0,73	35,41
5	8,53	25	16	7,92	4,70	11,20	0,77	42,48
6	7,55	20	12	8,40	4,50	4,90	0,68	31,25
7	9,29	19	11	7,92	4,10	10,70	0,71	20,15
8	6,45	29	20	7,71	4,80	3,40	0,70	63,01
9	10,47	24	11	8,15	3,80	9,90	0,75	23,22
10	12,29	24	12	9,19	3,70	6,80	0,74	12,49
11	7,52	26	13	8,43	4,10	3,00	0,70	35,96
12	9,57	27	20	7,51	4,90	8,80	0,67	47,78
13	9,28	25	10	8,22	3,90	14,80	0,67	25,10
14	6,66	27	16	8,00	4,30	7,90	0,66	51,84
15	8,40	25	18	8,21	3,90	8,00	0,76	37,20

Numer zawodnika	Zdolność sprzężenia ruchów [s]	Zdolność różnicowania ruchów [pkt]	Skuteczność rzutów z dystansu [pkt]	Szybkość podań [s]	Maksymalna moc tlenowa [W/ kg]	Procent zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała [%]	Mediana czasu reakcji w teście decyzji [s]	WRZ [%]
16	12,10	20	13	9,66	4,70	15,20	0,75	0,91
17	5,69	23	15	8,47	4,30	5,50	0,68	51,81
18	7,59	25	14	8,19	3,60	16,10	0,72	26,71
19	11,95	23	16	9,02	4,00	13,50	0,73	8,00
20	7,21	29	15	8,93	4,90	6,40	0,69	56,98
21	11,80	22	12	10,01	4,40	3,00	0,76	17,57
22	11,55	26	13	8,45	3,40	18,80	0,77	-0,70
23	6,71	25	14	8,61	4,30	9,50	0,77	27,64
24	10,20	27	13	9,08	4,10	5,00	0,72	35,18
25	8,22	27	13	10,42	4,40	13,40	0,66	20,31
26	11,69	24	13	7,87	3,30	13,50	0,69	14,43
27	7,03	24	13	7,27	4,30	6,10	0,68	43,04
28	8,64	19	10	9,20	4,50	3,00	0,63	25,72
29	6,58	26	13	7,35	4,40	12,40	0,73	43,10
30	5,36	26	14	7,69	4,30	7,30	0,69	50,25
31	6,77	25	14	8,04	3,70	4,40	0,85	22,22

Źródło: opracowanie własne

Współczynniki równania regresji przedstawia tabela 4.9.

Tabela 4.9. Oszacowane parametry równania regresji

Zmienna	Parametr	Wartość parametru
Wyraz wolny	α_0	59,002
Zdolność sprzężenia ruchów [s]	α_1	-2,786
Zdolność różnicowania ruchów [pkt]	α_2	1,466
Skuteczność rzutów z dystansu [pkt]	α_3	1,013
Szybkość podań [s]	α_4	-4,053
Maksymalna moc tlenowa [W/kg]	α_5	7,459
Procent zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała [%]	α_6	-1,052
Mediana czasu reakcji w teście decyzji [s]	α_7	-58,035

Źródło: opracowanie własne

Szacowanie parametrów struktury stochastycznej modelu

Podstawowe statystyki równania regresji przy założonym poziomie istotności $\alpha = 0{,}05$ przedstawiono w tabeli 4.10.

Tabela 4.10. Podstawowe statystyki równania regresji

Parametr	Wartość
Współczynnik korelacji wielorakiej R	0,957
Współczynnik determinacji R^2	0,915
Skorygowany współczynnik determinacji R_{dop}^2	0,889
Współczynnik zbieżności φ^2	0,085
Odchylenie standardowe składnika losowego S_e	5,515
Wariancja składnika losowego S_e^2	30,417
Współczynnik zmienności losowej Vs_e	16,9%

Źródło: opracowanie własne

Współczynnik determinacji R^2 = 0,915 oznacza, że zmienność zjawiska została wyjaśniona w ok. 92% przez zmienne diagnostyczne, które weszły do modelu. Za pozostałe 8% odpowiadają czynniki nieuwzględnione w modelu.

Różnica między R^2 i R_{dop}^2 wynosi 0,026 i jest mniejsza od założonego poziomu istotności, czyli liczba zmiennych wchodzących do modelu jest dostatecznie mała.

Odchylenie standardowe składnika losowego S_e oznacza, że wartości wyznaczone z modelu średnio różnią się od WRZ_{12} o ok. 5,5 punktu procentowego.

Współczynnik zmienności losowej Vs_e informuje o tym, że ok. 17% wartości *WRZprzewidywany* stanowi odchylenie standardowe składnika losowego S_e (przyjmuje się, że do 20% współczynnik jest niski).

Komplementarne informacje o strukturze modelu przedstawia tabela 4.11. Z tabeli tej można odczytać wartość parametrów modelu i błędy ich oszacowania, co oznacza, że np.: parametr α_1, z prawdopodobieństwem 0,95, leży w przedziale [-4,104; -1,468]. Analogicznie odczytuje się informacje o pozostałych parametrach równania.

Tabela 4.11. Informacja o strukturze modelu

Parametr	Wartość oszacowana	Błąd standardowy	t- Statystyka	Rzeczywisty poziom istotności p	Dolne 95%	Górne 95%
α_0	59,002	26,681	2,211	0,037	3,808	114,196
α_1	-2,786	0,637	-4,372	0,000	-4,104	-1,468
α_2	1,466	0,446	3,284	0,003	0,542	2,389
α_3	1,013	0,465	2,179	0,040	0,051	1,974
α_4	-4,053	1,457	-2,781	0,011	-7,067	-1,038
α_5	7,459	2,525	2,954	0,007	2,236	12,682
α_6	-1,052	0,274	-3,836	0,001	-1,620	-0,485
α_7	-58,035	23,527	-2,467	0,022	-106,704	-9,366

Źródło: opracowanie własne

Równanie regresji po oszacowaniu przyjmuje postać *biometrycznego modelu regresji liniowej* zapisanego w postaci:

$$\begin{array}{l} WRZ\mathit{przew} = -2{,}786x_1 + 1{,}466x_2 + 1{,}013x_3 - 4{,}053x_4 + 7{,}459x_5 - 1{,}052x_6 - 58{,}035x_7 + 59{,}002 \\ \qquad\qquad (0{,}637)\quad (0{,}446)\quad (0{,}465)\quad (1{,}457)\quad (2{,}525)\quad (0{,}274)\quad (23{,}527)\quad (26{,}681) \end{array} \tag{29}$$

Liczby w nawiasach pod parametrami to błędy standardowe oszacowania parametru.

Interpretacja oszacowania parametru $a_1 \rightarrow \alpha_1 = -2{,}786$ w równaniu (28): jeśli wartość zmiennej x_1 zostanie zmniejszona o jedną jednostkę, to znaczy *zdolność sprzężenia ruchów* zostanie polepszona o 1 sekundę (przy niezmienionych wartościach pozostałych zmiennych $x_{k \neq 1}$), to wielkość WRZ wzrośnie o około 3 punkty. Analogicznie interpretujemy oszacowania pozostałych parametrów.

W celu stwierdzenia, czy zbudowany biometryczny model regresji może być wykorzystany w procesie selekcji, należy go zweryfikować statystycznie i merytorycznie.

4.6.2. Statystyczna weryfikacja modelu

Do weryfikacji statystycznej zastosowano testy mocne na poziomie istotności $\alpha = 0{,}05$. Do ich użycia uprawnia normalność rozkładu badanych zmiennych i odpowiednia liczebność próby ($n > 30$).

Test istotności współczynnika korelacji wielorakiej R

Postawiono dwie hipotezy:

H_0: $R = 0$ (współczynnik R jest nieistotny),

H_1: $R \neq 0$ (współczynnik R jest istotny).

Do weryfikacji hipotezy H_0 służy test F (Fishera–Snedecora). Dane do testu zawiera tabela 4.12. Jeśli jest spełniona nierówność $\alpha >$ *istotność F*, to hipotezę H_0 odrzucamy i jako prawdziwą przyjmujemy H_1. Przy przyjętym poziomie istotności α stwierdzono, że 0,05 > 7,39E-11, zatem hipotezę zerową odrzucamy, tym samym przyjmując, że współczynnik R jest statystycznie istotny. Oznacza to, że istnieje liniowa zależność wiążąca WRZ_{12} ze zmiennymi x_i.

Tabela 4.12. Analiza wariancji

	df	SS	MS	F	Istotność F
Regresja	7	7553,999	1079,143	35,478	7,39E-11
Resztkowy	23	699,591	30,417		
Razem	30	8253,590			

Źródło: opracowanie własne

Test istotności parametru α_i

Postawiono hipotezy:

H_0: $\alpha_i = 0$ (parametr α_i jest nieistotny),

H_1: $\alpha_i \neq 0$ (parametr α_i jest istotny).

Do weryfikacji hipotezy H_0 wykorzystano test *t*-Studenta. Dane do testu zawiera tabela 4.11. Jeśli spełniona jest nierówność $\alpha >$ *Wartość-p*, to hipotezę H_0 odrzucamy i jako prawdziwą przyjmujemy H_1. Przy przyjętym poziomie istotności α stwierdzono, że dla każdego parametru αi zachodzi nierówność $\alpha >$ *Wartość-p*$_i$, więc hipotezy zerowe odrzucono, tym samym przyjmując, że wszystkie parametry są istotne. Przykładowo dla α_1:

$$\alpha = 0{,}05 \text{ oraz } \textit{Wartość-p}_1 = 0{,}000 \text{ więc } \alpha > \textit{Wartość-p}_1.$$

Spełnienie testu *t*-Studenta oznacza, że wszystkie parametry równania regresji są istotne statystycznie i wszystkie mają istotny wpływ na zmienną objaśnianą WRZ_{12}.

Test losowości reszt

Postawiono hipotezy:

H_0: reszty wykazują losowość,

H_1: reszty nie wykazują losowości.

Procedura weryfikacji hipotezy H_0 *testem serii*[12] przebiega w następujących krokach:

1. Wykreślić reszty zerowe.
2. Obliczyć liczbę reszt dodatnich n_+.
3. Obliczyć liczbę reszt ujemnych n_-.
4. Obliczyć liczbę serii s.
5. Obliczyć $\gamma = \frac{\alpha}{2}$ (gdzie α to poziom istotności testu),
6. Odczytać z tablicy wartość krytyczną $s^*_1(\frac{\alpha}{2}; n_+; n_-)$,
7. Jeśli wartość krytyczna nie istnieje, to test nie rozstrzyga.
8. Jeśli $s \leq s^*_1(\frac{\alpha}{2}; n+; n-)$, to należy hipotezę H_0 odrzucić.
9. Obliczyć $\gamma = 1 - \frac{\alpha}{2}$
10. Odczytać z tablicy wartość krytyczną $s^*_2(1-\frac{\alpha}{2}; n_+; n_-)$.
11. Jeśli $s \geq s^*_2(1-\frac{\alpha}{2}; n_+; n_-)$, to należy hipotezę H_0 odrzucić.
12. Jeśli $s^*_1 < s < s^*_2$.

---

[12] Test serii, zwany też testem serii Stevensa lub testem serii Walda–Wolfowitza, stosuje się m.in. do sprawdzenia, czy wyniki eksperymentu spełniają postulat losowości próby.

Przeprowadzono obliczenia według powyższej procedury i otrzymano:

$$S = 21; \quad s^*_1 = 10; \quad s^*_2 = 22$$

czyli spełniona jest nierówność $s^*_1 < s < s^*_2$, więc nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy H_0. Reszty wykazują losowość, co oznacza, że próba, na której określono model regresji spełnia postulat losowości próby.

Test normalności reszt

W klasycznym modelu regresji liniowej zakłada się normalność reszt. Jednak w praktyce dla dostatecznie dużej próby założenie to nie jest zbyt restrykcyjne[13]. Większość testów, w szczególności test Fishera, jest dość odporna na odstępstwa od tego założenia[14].

Koincydentność

Ocena α_i parametru strukturalnego α_i powinna informować o wpływie zmiennej diagnostycznej na y. Jeśli zmienna x_i jest stymulantą (S) to wartość α_i powinna być dodatnia, a jeśli zmienna x_i jest destymulantą (D), to wartość α_i powinna być ujemna. Wtedy zachodzi równość 30 i model ma własność koincydencji.

$$sign\alpha_i = signr_i \tag{30}$$

gdzie:

α_i – ocena parametru α_i,

r_i – współczynnik korelacji zmiennej x_i ze zmienną objaśnianą.

$$WRZ_{przew} = \underset{(D)}{-2{,}786\, x_1} + \underset{(S)}{1{,}466\, x_2} + \underset{(S)}{1{,}013\, x_3} - \underset{(D)}{4{,}053\, x_4} + \underset{(S)}{7{,}459\, x_5} \underset{(D)}{-1{,}052\, x_6} \underset{(D)}{-58{,}035\, x_7} + 59{,}002 \tag{31}$$

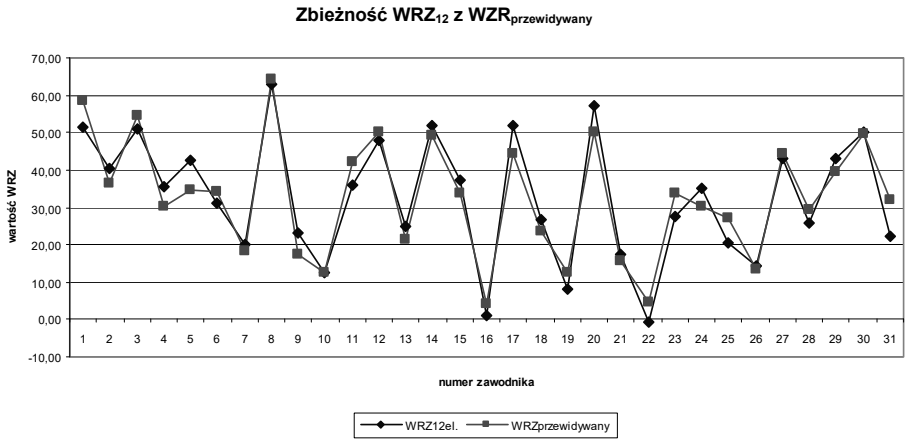
Porównanie znaków potwierdziło równość 30, czyli model ma własność koincydencji.

[13] Patrz: coin.wne.uw.edu.pl/pstrawinski/notatki/testy.pdf, s. 50.

[14] Patrz: https://www.statsoft.pl/textbook/stathome.html – Regresja wieloraka.

Badanie dopasowania modelu do danych empirycznych

Zbieżność wyników WRZ_{12} z $WRZ_{przewidywany}$ ilustruje ryc. 4.10.



Ryc. 4.10. Porównanie WRZ_{12} z $WRZ_{przewidywany}$
Źródło: opracowanie własne

Wartość współczynnika korelacji wskaźników *WRZcałość* i *WRZprzewidywany* wykazuje bardzo silne skorelowanie – 0,81. Oznacza to, że *WRZprzewidywany* bardzo dobrze oddaje *WRZcałość* obliczonego na podstawie 39 zmiennych objaśniających. Wielkość współczynnika korelacji rang według wskaźnika *WRZcałość* i wskaźnika *WRZprzewidywany* wynosi również 0,81, wskazując na bardzo silne skorelowanie. Oznacza to, że podział zawodników na trzy grupy według *WRZprzewidywan*y jest bardzo podobny do podziału według *WRZcałość,* przedstawionym w rozdziale 4.3. Dziewięciu zawodników z pierwszej dwunastki uszeregowanych według *WRZcałość* trafia do pierwszej dwunastki zawodników uszeregowanych według *WRZprzewidywany*.

4.6.3. Wyniki kanonicznej analizy dyskryminacyjnej

Do praktycznego wyznaczenia KFD w postaci równania (22):

$$D_{kj} = \beta_0 + \beta_1 x_{1kj} + \ldots + \beta_p x_{pkj}$$

potrzebny jest zbiór uczący. Na bazie danych przedstawionych w tabeli 4.8. przyjęto:

p = 4 – *szybkość podań, maksymalna moc tlenowa, zdolność sprzężenia ruchów, skuteczność rzutów z dystansu,*

n = 31,

g = 3 grupy – *dobrzy, przeciętni, słabi*.

Otrzymano dwie funkcje dyskryminacyjne. Wyniki przedstawia tabela 4.13.

Tabela 4.13. Wartości surowe i standaryzowane dla zmiennych kanonicznych

Zmienne dyskryminacyjne	Surowe współczynniki		Współczynniki standaryzowane	
	KFD 1	KFD 2	KFD 1	KFD 2
Szybkość podań	-1,498	-0,839	-1,364	-0,764
Maksymalna moc tlenowa	1,110	0,999	1,117	1,005
Zdolność sprzężenia ruchów	-0,391	-1,191	-0,337	1,025
Skuteczność rzutów z dystansu	0,540	0,204	0,534	0,201
Stała	0,001	0,003		
Wartości własne	1,247	0,157	1,247	0,157
Skumulowane proporcje	0,888	1,000	0,888	1,000

Źródło: opracowanie własne

W wierszach 3–6 tabeli 4.13 przedstawiono współczynniki funkcji dyskryminacyjnej. W następnych zawarto wartości własne oraz skumulowane proporcje. Kanoniczne funkcje dyskryminacyjne przyjmują zatem następująca postać:

$$D_1 = 0{,}001 + 0{,}540 \times \text{skut. rzut. z dyst.} - 0{,}391 \times \text{zdol. sprzęż} + 1{,}110 \times \text{maks. moc tl.} - 1{,}498 \times \text{szyb. podań} \tag{32}$$

$$D_2 = 0{,}003 + 0{,}204 \times \text{skut. rzut. z dyst.} - 1{,}191 \times \text{zdol. sprzęż.} + 0{,}999 \times \text{maks. moc tl.} - 0{,}839 \times \text{szybk. podań} \tag{33}$$

Analizując ich strukturę, można stwierdzić, że największy wkład do pierwszej FD ma szybkość podań, a następnie maksymalna moc tlenowa. Druga FD jest najlepiej reprezentowana przez zdolność sprzężenia ruchów oraz maksymalną moc tlenową. Inaczej mówiąc, cechy te mają największy wpływ na zmiany zmiennej zależnej ***Y***.

Po wykorzystaniu zbioru uczącego do zdefiniowania grup należy wrócić do głównego celu opisywanej w tym podrozdziale analizy, czyli przyporządkowania obiektów do określonych grup tj. klasyfikacji przypadków. Określono trzy funkcje klasyfikacyjne – tabela 4.14.

Tabela 4.14. Parametry funkcji klasyfikacyjnych trzech analizowanych grup

Parametr	Współczynniki funkcji klasyfikacyjnych		
	DOBRZY	PRZECIĘTNI	SŁABI
Szybkość podań	-26,610	-22,798	-24,103
Maksymalna moc tlenowa	1,235	0,567	0,822
Zdolność sprzężenia ruchów	3,991	3,808	2,781
Skuteczność rzutów z dystansu	14,166	8,978	8,492
Stała	-207,723	-169,929	-128,224
Odsetek przypadków	0,36232	0,34783	0,28986

Źródło: opracowanie własne

W tabeli 4.14 wybrani kandydaci są klasyfikowani według największego prawdopodobieństwa w danym wierszu. Prawdopodobieństwa w ostatnim wierszu oznaczają, że w zbiorze uczącym mieliśmy 36% obiektów grupy ***D*** (dobrzy), 35% obiektów z grupy ***P*** (przeciętni) oraz 29% obiektów z grupy ***S*** (słabi).

Dla każdego nowego zawodnika (kandydata do szkolenia) należy obliczyć trzy wartości klasyfikacyjne według równania (26). Zapis równania dla grupy najlepszej, czyli D przedstawia się następująco:

$$S_D = -207{,}72 + 14{,}166 \times \text{skut. rz. z dyst.} - 3{,}991 \times \text{zdol. sprzęż.} + 1{,}235 \times \text{maks. moc tl.} - 26{,}610 \times \text{szybk. podań} \tag{34}$$

Największa wartość S_i, rozwiązanych trzech równań, wskaże nam, jakim zawodnikiem w skali „słaby – przeciętny – dobry" jest badany kandydat. Wystarczy do powyższego równania wprowadzić wielkości pomiarowe wyszczególnionych w równaniu cech. Jest to optymalny podzbiór zmiennych (ze zbioru przyjętego na początku) pozwalający dyskryminować (dzielić) zawodników na trzy grupy, w sposób podobny do tego w zbiorze uczącym.

Dla sprawdzenia poprawności działania funkcji klasyfikacyjnych zaprezentujemy wyniki obliczeń odległości Mahalanobisa. Dla każdego nowego przypadku oblicza się kwadraty odległości Mahalanobisa od każdej z centroid grupowych. A następnie klasyfikuje się przypadek do grupy, od której ta odległość jest najmniejsza. Tabela 4.15 zawiera odległości Mahalanobisa dla wszystkich wybranych 15 przypadków.

Tabela 4.15. Kwadraty odległości Mahalanobisa od centroidów

Lp.	Klasyfikacja obserwacji	***D*** p = 0,36232	***P*** p = 0,34783	***S*** p = 0,28986
1	***D***	**2,26399**	53,58601	41,41087
2	***D***	**6,46445**	26,07051	27,39676
3	***D***	**3,76233**	49,56787	57,20129
4	***D***	**5,16226**	45,94955	40,89054
5	***D***	**0,45524**	35,77036	34,81107
6	***P***	72,83431	**7,36912**	36,08883
7	***P***	33,90166	**5,98837**	8,35532
8	***P***	37,29718	**4,11948**	39,56458
9	***P***	38,76531	**0,88666**	29,66784
10	***P***	30,18045	**4,32076**	35,60986
11	***S***	49,28255	43,72448	**3,65923**
12	***S***	44,74806	26,17198	**3,91420**
13	***S***	44,74806	26,17198	**3,91420**
14	***S***	33,10703	29,49558	**1,26457**
15	***S***	31,21662	29,88792	**3,24311**

Źródło: opracowanie własne

Jak widać, klasyfikacja jest taka sama jak w przypadku funkcji klasyfikacyjnych i wszystkie przypadki zostały poprawnie przyporządkowane do swoich grup. Świadczy to o poprawności działania funkcji klasyfikacyjnych.

Wyniki poprawności przyporządkowania przypadków do określonej klasy sprawdza się za pomocą macierzy klasyfikacji – tabela 4.16. Zawiera ona informacje na temat liczby i odsetka poprawnie sklasyfikowanych w każdej grupie.

Tabela 4.16. Macierz klasyfikacji

Grupy	Procent – Poprawne	***D*** p = 0,36232	***P*** p = 0,34783	***S*** p = 0,28986
D	100,0000	11	0	0
P	100,0000	0	10	0
S	100,0000	0	0	10
Razem	100,0000	11	10	10

Źródło: opracowanie własne

Klasyfikator jest poprawny wtedy, gdy liczby różne od zera znajdują się tylko na głównej przekątnej. W niniejszym przypadku uzyskano 100% poprawności – wszyscy zawodnicy zostali zakwalifikowani zgodnie ze swoim statusem rzeczywistym. Wynik ten nie jest zaskakujący, bo klasyfikowano przypadki, na podstawie których obliczono funkcje dyskryminacyjne. Podczas przyporządkowywania nowych przypadków należy oczekiwać zmniejszenia poprawności klasyfikacji.

PODSUMOWANIE

Współczesne wymogi sportu wyczynowego nakazują – nie lekceważąc badań i analiz cząstkowych – systemowe podejście do dociekań badawczych. Jest to najlepsza droga identyfikacji czynników wpływających na wynik sportowy w poszczególnych etapach wielowarstwowej struktury. Złożoność uwarunkowań, które wpływają na powodzenie w walce sportowej, spotęgowana wzrostem znaczenia rywalizacji sportowej w życiu społeczeństwa (presja mediów, środowiska oraz wszechogarniająca merkantylizacja), nakłada na sportowców niespotykane dotąd wymogi. Dopiero komplementarny zespół narzędzi analitycznych i pomiarowych, pochodzących z różnych obszarów wiedzy, może dać w pełni obiektywny obraz skomplikowanych zależności, jakie składają się na poziom sportowy w danych gałęziach sportu.

Najnowsze zdobycze naukowe w dziedzinie teorii sportu, głównie możliwości, jakie daje systemowo-prakseologiczna koncepcja treningu sportowego z wykorzystaniem narzędzi analizy taksonomicznej, analizy dyskryminacyjnej, sieci neuronowych oraz modelu biometrycznego w niewymiernych dyscyplinach sportu, pozwalają na precyzyjne określenie interakcji zachodzących między wieloma zmiennymi. Efektywnym sposobem określenia wartości diagnostycznej analizowanych zmiennych jest zastosowanie liniowej postaci funkcji regresji. Dzięki tej technice analitycznej możemy wyspecyfikować zmienne objaśniające wnoszące największy zasób informacji o efektywności szkolenia w danej dyscyplinie sportowej. W dalszej kolejności, spełniając kluczowe cele pracy badawczej, dokonuje się wyboru optymalnej kombinacji zmiennych objaśniających oraz wyznacza analityczną postać funkcji regresji. Takie rozwiązanie pozwala na określenie zasobu informacji poszczególnych prób i testów w odniesieniu do poziomu sportowego badanych osób. Warunkiem skuteczności zastosowanej metodologii badawczej jest uwzględnienie specyfiki danej dyscypliny sportowej i respektowanie kryteriów diagnostycznej i prognostycznej informacyjności wybranych cech.

W niniejszym opracowaniu pokazano, że dobre efekty diagnostyczne poddanych analizie koszykarzy uzyskuje się poprzez zastosowanie komplementarnego zestawu technik analitycznych, a mianowicie wielowymiarowej funkcji regresji oraz analizy dyskryminacyjnej. Analiza dyskryminacyjna, jak to wcześniej wykazano, jest rozwinięciem i dopełnieniem modelu biometrycznego.

W szkoleniu sportowym występuje problem tzw. preselekcji, a mianowicie przyporządkowywanie osób, które jeszcze nie uczestniczyły w szkoleniu, do konkretnej grupy. Tym samym istnieje potrzeba sformułowania wstępnej prognozy. W tym celu potrzebny jest właściwy klasyfikator. Tę rolę, jak wykazano, spełniają funkcje klasyfikacyjne. Zastosowanie analizy funkcji dyskryminacyjnej pozwala na poprawne diagnozowanie poszczególnych osób, a tym samym ocenę efektów roz-

woju zawodniczego. Analiza funkcji dyskryminacyjnych posiada fundamentalne znaczenie dla celów optymalizacji selekcji sportowej.

Przedstawiona w tej monografii koncepcja badawcza jest zbieżna z wynikami badań Ulatowskiego, który w oparciu o test sprawności ogólnej INKF zbadał 750 zawodników kadry olimpijskiej i jej bezpośredniego zaplecza z piętnastu dyscyplin sportu. Uzyskane przez tego autora wyniki świadczą o niskiej wartości prognostycznej wielu testów motorycznych w kontekście ich powiązania z oceną efektywności gry [Ulatowski 1996]. Również wyniki innych badań wskazują, że większą wartość posiadają baterie prób, sumarycznie oceniające poziom przygotowania koordynacyjnego, kondycyjnego, techniczno-taktycznego i psychicznego zawodników zespołowych gier sportowych [Nikituszkin, Guba 1998].

Uzyskane przez nas dane eksperymentalne potwierdzają pogląd, iż trudno wnioskować o poziomie gry w oparciu o pojedyncze testy oceniające poziom zdolności kondycyjnych, koordynacyjnych czy też sprawności specjalnej. Najlepsze rezultaty można osiągnąć poprzez określenie wartości predyktywnej poszczególnych prób i testów z różnych obszarów wiedzy, a następnie znalezienie optymalnego zestawu zmiennych o największej wartości diagnostycznej na kolejnych etapach ontogenezy sportowej. Dopiero na tej podstawie można próbować prognozować postępy w rozwoju zawodniczym sportowców.

Niezwykle ważną kwestią w systemowo-prakseologicznej koncepcji treningu sportowego jest kontrola umiejętności specjalnych. W dyscyplinach, gdzie rezultat mierzy się bezpośrednio, a technika sportowa opiera się na dość prostym schemacie ruchu (np. rzut, skok, czas biegu), ocena poziomu nie jest skomplikowana. Znacznie większe trudności w diagnozowaniu postępów swoich zawodników pokonać muszą trenerzy zespołowych gier sportowych. Wynika to z potrzeby opanowania przez graczy dużej liczby otwartych struktur ruchowych. Często o zwycięstwie decyduje szybkość reakcji z wyborem oraz dostosowanie wybranego programu działania – elementu techniki – do sytuacji na polu gry [Dziąsko, Naglak 1986]. Dzieje się tak dlatego, gdyż to cel, któremu służy czynność ruchowa, a nie ona sama, stanowi zadanie nadrzędne [Diaczkow 1977]. Tak więc wynik w grach określa się poprzez skuteczność stosowanej techniki w bezpośredniej walce z przeciwnikiem.

W zespołowych grach sportowych obiektywną metodą oceny umiejętności specyficznych dla danej dyscypliny jest stosowanie tzw. testów techniki. Polegają one, ogólnie rzecz biorąc, na porównaniu struktury biomechanicznej ruchów określonego zawodnika do techniki modelowej – schematu ruchowego, który został zweryfikowany na najwyższym poziomie sportowym oraz w analizach biomechanicznych. Testy tego typu ułatwiają przede wszystkim diagnozowanie postępów w nauczaniu techniki sportowej, natomiast w ocenie przydatności do gry – jak wspomniano wcześniej – często okazują się nietrafne [Brill 1980, Godik 1995].

Na problem preorientacji sportowej można spojrzeć z innego punktu widzenia, a mianowicie osiągania efektów dalszego etapu szkolenia. Dlatego celem selekcji

i szkolenia sportowego nie są cele etapowe, a wyszkolenie jak największej liczby zawodników do drużyny seniorskiej, najlepiej o poziomie mistrzowskim.

Mistrzostwa w rozgrywkach młodzieżowych to tylko i wyłącznie cele etapowe, nie mogą one stanowić o sensie szkolenia. Dotychczasowa skuteczność selekcji na każdym etapie szkolenia jest bardzo niska (na poziomie do 25%) [Barabasz, Zadarko, Nizioł 2009], a więc proces ten wymaga zmian systemowych w modelu organizacyjno-szkoleniowym oraz odpowiedniego przygotowania teoretycznego trenerów. Filho i in. [2011] zaobserwowali, że trenerzy nie wykorzystują dostatecznie szkół jako potencjalnego obszaru do wykrywania talentów. Wykazali także, że trenerzy w swoich ocenach w ogóle nie uwzględniali stopnia dojrzałości płciowej obserwowanych przez siebie dzieci. Ponadto głównym czynnikiem w procesie detekcji talentów i selekcji w ocenie trenerów są cechy antropometryczne, głównie wysokość ciała, a dopiero potem zdolności poznawcze i umiejętności techniczne. Dlatego należy dążyć do wskazania naukowo uzasadnionych kryteriów selekcji na każdym etapie szkolenia. Niniejsza praca miała na celu znalezienie takich kryteriów dla ostatniego etapu szkolenia juniorów. Zadanie to sprowadziło się do znalezienia odpowiedzi na trzy sformułowane w niniejszej pracy pytania badawcze[15].

1. Odpowiedź na pierwsze pytanie badawcze znajdziemy, sumując obszarami pojemności indywidualne zmiennych wchodzących w skład optymalnej, z punktu widzenia celu niniejszej pracy, kombinacji[16]. Procentowy zasób informacji badanymi obszarami przedstawia tabela 5.1. Najwięcej informacji o badanym zjawisku wnoszą dwa obszary: zdolności koordynacyjne i sprawność specjalna.

Tabela 5.1. Zasób informacji obszarami badawczymi

Obszar badawczy	Zasób informacji [%]
Komponenty składu ciała	14,80
Sprawność fizyczna ogólna	15,13
Zdolności koordynacyjne	34,08
Sprawność specjalna	25,45
Sprawność psychomotoryczna	10,54

Źródło: opracowanie własne

Z postawionymi pytaniami badawczymi, z analitycznego punktu widzenia, wiążą się sformułowane w rozdziale 3.3 hipotezy badawcze. Tak więc odpowiedzi na postawione trzy pytania badania badawcze implikują treści wynikowe kolejnych hipotez badawczych. I tak, w odniesieniu do pierwszej hipotezy badawczej konkluzja jest następująca: w kombinacji zmiennych o największej pojemności inte-

[15] Patrz: s. 36.

[16] Patrz: podrozdział 4.5.

gralnej nie znalazły się cechy z obszaru morfologicznego. Należy tu jednak zauważyć, że informacje te można uzupełnić poprzez analizę wzajemnych powiązań korelacyjnych *procentu zawartości tłuszczu w składzie ciała ze współczynnikiem smukłości* (a także *wskaźnikiem BMI* oraz *procentem zawartości mięśni szkieletowych w składzie ciała*), przedstawionych w podrozdziale 4.2.

Jak wykazano[17], badaną grupę cechowała smukłość, która wynika z odpowiedniego stosunku cech z obszaru morfologicznego, tj. *wysokości ciała* do *masy ciała*. Wobec powyższego nasuwa się wniosek (1), że typ budowy ciała zawodnika powinien być określany w procesie selekcji na równi z określeniem WRZprzew na podstawie modelu biometrycznego. Jeśli trzeba dokonać wyboru między dwoma zawodnikami o bardzo zbliżonym WRZ i pożądanej budowie ciała, o wyborze jednego z nich, zgodnie z literaturą przedmiotu [Gillam, McKenzie 1985, Hahn 1998, Sáenz-López 2005, Štrumbelj, Erčulj 2012], zadecydują wyższe wielkości wysokości ciała i rozpiętości ramion, a więc obszar morfologiczny.

2. Pojemności indywidualne zmiennych wchodzących w skład optymalnej kombinacji o pojemności integralnej H = 0,892 przedstawione w tabeli 5.2. wyczerpują odpowiedź na drugie pytanie badawcze.

Tabela 5.2. Pojemności indywidualne zmiennych w skład optymalnej kombinacji

Zmienna diagnostyczna	Pojemność indywidualna
Zdolność sprzężenia ruchów	0,202
Maksymalna moc tlenowa	0,135
Procent zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała	0,132
Szybkość podań	0,121
Skuteczność rzutów z dystansu	0,106
Zdolność różnicowania ruchów	0,102
Mediana czasu reakcji w teście decyzji	0,094

Źródło: opracowanie własne

Ponieważ to pytanie badawcze integralnie wiąże się z hipotezą drugą, należy przeanalizować tabelę 5.2 pod kątem tej hipotezy. Z analizy tabeli wynika, że wśród dwóch zmiennych o największej indywidualnej pojemności informacyjnej nie znalazła się zmienna z obszaru specjalnego. Tak więc hipoteza potwierdziła się częściowo w odniesieniu do sprawności ogólnej. Biorąc jednak pod uwagę wpływ zmiennych z obszaru koordynacyjnego na sprawność specjalną[18], można zaryzyko-

[17] Patrz s. 44–45.

[18] Patrz komentarz do diagramów – ryc. 4.6 oraz 4.8

wać tezę, że wartość informacyjna zmiennej z obszaru sprawności specjalnej jest wyższa, niż to wynika z indywidualnej pojemności informacyjnej.

W tym miejscu zasadne jest odniesienie wyżej przedstawionych wyników do innych publikacji w literaturze przedmiotu badań (odniesień do pytań 1 i 3 nie znajdziemy, bowiem w tym zakresie niniejsza praca jest nowatorska).

W jakim stopniu wyniki tej pracy korelują z wynikami innych prac badawczych? Największą indywidualną pojemność informacyjną (0,202) posiada *zdolność sprzężenia ruchów* z obszaru zdolności koordynacyjnych. Autorzy prac [Klocek, Spieszny, Szczepanik 2002, Ljach, Witkowski 2004, Sitko i in. 2011] są zgodni, iż za priorytet w podnoszeniu osiągnięć sportowych w grach zespołowych należy uznać kształtowanie koordynacyjnych zdolności motorycznych (KZM). Od poziomu tych zdolności w dużej mierze zależy skuteczność uczenia się nowych oraz doskonalenia poznanych nawyków ruchowych wykorzystywanych w grze [Starosta 1993, Raczek, Mynarski 1992]. Kształtowanie koordynacji jest najefektywniejsze w przedziale wieku 7–14 lat [Klimontowicz 1999]. Wcześniejsze wyniki badań autora [Sarnowski 2013] wykazały, że *równowaga dynamiczna* już bardzo mocno różnicowała grupę 11–14-latków i była jednym z kryteriów selekcji na tym etapie szkolenia sportowego. Ponadto badania Jarząbka i Ryguły [1994] wskazały na wysoką współzależność między efektywnością gry i koordynacyjnymi zdolnościami motorycznymi: „Ich wysoki poziom często decyduje o rzeczywistym mistrzostwie koszykarza".

Drugą zmienną z obszaru zdolności koordynacyjnych, która weszła do modelu była *zdolność różnicowania ruchów* z indywidualną pojemnością informacyjną – 0,102. *Różnicowanie ruchów*, w środowisku trenerskim tak zwane „czucie piłki", o którym pisze Starosta [2003], jest najważniejszą zdolnością koordynacyjną w umiejętności skutecznego rzucania z różnych odległości. Ljach i in. [1995] wyodrębnili grupę wiodących KZM, które determinują sukces sportowy w grach zespołowych. Wysokie oceny rangowe dla wszystkich gier zespołowych otrzymały takie zdolności koordynacyjne jak: dostosowanie motoryczne, szybkie reagowanie oraz różnicowanie ruchów. Nieco niższe oceny otrzymały takie zdolności jak: sprzężenie ruchów, równowaga oraz rytmizacja.

Z kolei obszerne badania dotyczące powiązań wskaźników techniki gry w koszykówce i KZM przeprowadzili Kubaszczyk [1996] oraz Mikołajec [1998]. Stwierdzili oni wysoki stopień powiązania przede wszystkim między syntetycznymi wskaźnikami przygotowania koordynacyjnego i technicznego. Świadczy to o tym, że w procesie treningowym najbardziej uzasadnione jest wielostronne rozwijanie wszystkich zdolności koordynacyjnych. Poprzez wszechstronne kształtowanie wszystkich KZM można bardziej efektywnie wpływać na przygotowanie techniczne koszykarzy niż poprzez rozwijanie jedynie wybranych spośród nich. Nasuwa się wniosek (2), że wyżej wymienione zmienne z obszaru zdolności koordynacyjnych mają znaczący wpływ na wynik sportowy w koszykówce.

Drugą zmienną w biometrycznym modelu o najwyższej indywidualnej pojemności informacyjnej – 0,135 – była *maksymalna moc tlenowa*. W analizowanej literaturze światowej nie znaleziono bezpośrednich informacji na temat wagi lub wpływu

powyższej zmiennej w procesie doboru czy selekcji koszykarzy. Nie wymieniono jej także jako cechy wiodącej w żadnym z poznanych przez autora modeli mistrzów w koszykówce. Jednak w powyższych badaniach *maksymalna moc tlenowa* jest silnie skorelowana z *wydolnością fizyczną* (0,77) oraz *maksymalnym pułapem tlenowym* (0,67). Te trzy wskaźniki świadczą o poziomie wytrenowania zawodnika, jego wydolności tlenowej, która oparta jest o procesy uzyskiwania energii na drodze utleniania związków chemicznych. Ten rodzaj aktywności określa sprawność układów oddechowego i sercowo-naczyniowego, a w konsekwencji aktywne możliwości poboru, transportu i zużycia tlenu przez tkanki aktywne.

Na tej podstawie można wysnuć wniosek (3), że *maksymalna moc tlenowa* jest bardzo ważnym parametrem w procesie identyfikacji talentu. Potwierdzają to badania Mohamed i in. [2009], którzy wykazali, że wydolność tlenowa była wskaźnikiem istotnie różniącym czołowych, w kraju, szesnastoletnich piłkarzy ręcznych od ich przeciętnych pod względem wyniku sportowego rówieśników. Może ona służyć jako ważny parametr w procesie identyfikacji talentu. Także Sáenz-López i in. [2005], Nikituszkin [1994] oraz Stonkus [1995] wymienili *wydolność tlenową* wśród najważniejszych czynników sprawności fizycznej decydujących o odniesieniu sukcesu. Hoare [2000] wykazał natomiast, że zmienne antropometryczne oraz fizjologiczne wyjaśniały w ok. 40 % wynik sportowy w koszykówce, zarówno wśród kobiet i mężczyzn, podczas mistrzostw Australii do lat 16 w 1998 roku. Na tej podstawie stwierdził, że profilowanie antropometryczne i fizjologiczne w wieku 15–16 lat mogą przyczynić się do procedur selekcji w koszykówce, jednak zaznaczył również, że determinanty sukcesu są wieloczynnikowe.

Trzecią zmienną o największej indywidualnej pojemności informacyjnej – 0,132 – była *procentowa zawartość tkanki tłuszczowej w składzie ciała*. Nie jest to fakt zaskakujący, gdyż wyniki badań na elitarnych koszykarzach Serbii [Ostojic, Mazic, Dikic 2006] dowiodły, że istnieje silna relacja pomiędzy komponentami składu ciała, wytrzymałością tlenową, mocą anaerobową oraz pozycją zawodnika na boisku. Ponadto analiza porównawcza cech morfologicznych i zdolności motorycznych oraz ich wpływ na wyniki sportowe, osiągane przez męskie narodowe kadry koszykarskie Słowenii w Mistrzostwach Europy do lat szesnastu w latach 2003–2009 [Kobe, Erčulj 2011], wykazała, że zawodnicy drużyn Słowenii sklasyfikowanych wyżej na Mistrzostwach Europy U-16 byli statystycznie istotnie niżsi i lżejsi oraz posiadali procentowo mniej tkanki tłuszczowej od zawodników kadr Słowenii sklasyfikowanych niżej.

Wielu autorów podkreśla znaczenie zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała w procedurach selekcyjnych kandydatów do sportu ogółem. Przykładowo Burns i Gaines [1984] zaproponowali w Stanach Zjednoczonych ocenę kompleksową, polegającą na punktowaniu wielkości każdego ocenianego wskaźnika na podstawie tabel. Suma punktów tworzy indeks stanowiący o prognozowaniu osiągnięć badanego zawodnika. Wśród ocenianego zestawu wskaźników znalazły się między innymi: wydolność serca i płuc (oceniana za pomocą VO_{2max} metodą pośrednią testu Coopera) oraz zawartość tkanki tłuszczowej w składzie ciała. Tak więc uprawniony jest wniosek (4), że *procentowa zawartość tkanki tłuszczowej w składzie ciała* poprzez

korelację ze *zwinnością, siłą eksplozywną kończyn dolnych* oraz *wydolnością fizyczną* jako kryterium selekcji w modelu biometrycznym jest zasadna, zwłaszcza, że silnie różnicowała badanych zawodników.

Z obszaru sprawności specjalnej w optymalnej kombinacji zmiennych znalazły się *szybkość podań* (0,121) i *skuteczność rzutów z dystansu* (0,106). Sáenz-López i in. [2005] spośród czynników sprawności koszykarskiej decydujących o sukcesie w zawodowej koszykówce również wymienili w pierwszej kolejności umiejętność rzutu oraz podania. Stwierdzili, że rozwijanie umiejętności strzeleckich jest kluczem do zostania profesjonalnym zawodnikiem, zaś pozostałe umiejętności techniczne są mocno powiązane z rolą, jaką odgrywa zawodnik na boisku.

Koriagin [1997] przebadał 11–28-letnich koszykarzy, gdzie na podstawie analizy czynnikowej przygotowania fizycznego i technicznego określił pięć głównych czynników determinujących osiągnięcie wysokich wyników w grze, w których wskazał 16 parametrów. Wśród nich znalazła się także bardzo specyficzna umiejętność *rzutów wolnych*, gdzie obok przygotowania technicznego decyduje w dużym stopniu przygotowanie mentalne zawodnika, a więc czynnik psychologiczny [Southard, Amos 1996, Amberry 1996]. Natomiast Hopkins w roku 1979 przeprowadził 21 testów sprawności fizycznej i umiejętności koszykarskich na 70 chłopcach w wieku 12–17 lat. Bazując na ocenach trzech trenerów licealnych oraz trzech trenerów uniwersyteckich określił, którzy chłopcy mają potencjał by odnieść sukces w koszykówce, a którzy nie. Celem pracy było znalezienie grupy testów, których wyniki w największym stopniu różniły jedną grupę chłopców od drugiej. Na podstawie analizy dyskryminacyjnej określił sześć testów, które mogą stanowić kryterium selekcji do koszykówki dla 12–17-letnich chłopców. Wśród nich znalazły się: *szybkość podania*, *bieg zwinnościowy*, *skok w dal z miejsca*, *poruszanie się krokiem obronnym*, *skuteczność rzutu* i *kozłowanie piłki ze zmianami kierunku*. A więc aż cztery z sześciu to sprawdziany określające sprawność specjalną, umiejętności techniczne koszykarskie.

Ku takim samym wnioskom skłaniają się również naukowcy z Danii [Wierike i in. 2015], którzy przebadali 43 utalentowanych duńskich koszykarzy w wieku 15–16 lat pod kątem stopnia dojrzałości biologicznej, cech antropometrycznych, właściwości fizjologicznych oraz umiejętności koszykarskich i stwierdzili, że poziom umiejętności technicznych badanych jest najmniej uzależniony od stopnia dojrzałości biologicznej. Dlatego zalecają, by w procedurach selekcyjnych do koszykówki 15–16-letnich zawodników skupiać się przede wszystkim na ich umiejętnościach technicznych. Analiza powyższa prowadzi do wniosku (5), że zmienne *szybkość podań* i *skuteczność rzutów z dystansu*, jako podstawa skuteczności gry w koszykówce, są ważnymi kryteriami selekcji na każdym etapie szkolenia.

Ostatnią, siódmą zmienną, wchodzącą w skład modelu była *mediana czasu reakcji w teście decyzji* z indywidualną pojemnością informacyjną (0,094). Coraz częściej podkreśla się rolę psychomotorycznych zdolności oraz ich związek z morfofunkcjonalną charakterystyką zawodników [Panfil 1991, Rychta 1998], szczególnie w dyscyplinach takich jak koszykówka, gdzie istotne znaczenie ma czas reakcji w sytuacji, gdy zawodnik musi szybko zareagować na bardzo dynamicznie zmieniające się

warunki gry. Chińczyk Lin [2013] na podstawie swoich badań prowadzonych na Uniwersytecie Linyi stwierdził, że grupę koszykarzy z sukcesami od ich rówieśników z mniejszymi sukcesami różnił statystycznie istotnie czas reakcji złożonej. Jednocześnie zaobserwował, że nie ma statystycznie istotnych różnic w czasie reakcji prostej na pojedynczy bodziec. Natomiast zespół badaczy z Polski [Mańkowska i in. 2015] poddał badaniom 17–18-letnie koszykarki reprezentacji Polski trzema testami *Wiedeńskiego systemu testów*: *czas reakcji*, *postrzeganie peryferyjne* oraz *antycypacja czasowo-ruchowa* i ustalił, że najlepiej rozwinięta jest zdolność do szybkiej reakcji, pozostałe prezentują przeciętny poziom. Stwierdził także, że wytrenowanie zdolności do szybkiej odpowiedzi na bodźce ma, w przypadku badanej grupy, charakter nawykowy. Istotne statystycznie związki zauważono między antycypowaniem ruchu, a czasem reakcji na bodziec w centralnym polu widzenia.

Z kolei tureccy naukowcy z Centrum Młodzieży i Sportu w Mugla (Ballı i in. 2014) podjęli próbę stworzenia ram wspomagania decyzji dla doboru kandydatów kwalifikujących się na zawodników koszykówki poprzez wykorzystanie algorytmu MADM (*fuzzy multi-atribute decision making*) na badanie wielowątkowych procesów decyzyjnych. W ich badaniach zostały wykorzystane wartości pomiarów sprawności fizycznej oraz wartości obserwacji umiejętności technicznych siedmiu koszykarzy w wieku od 7 do 14 lat. Decydenci użyli FAHP (*fuzzy analytic hierarchy process*) do określenia wagi kryteriów. Największa waga została przypisana mocy anaerobowej i czasowi reakcji oraz technice gry i umiejętności rzutu. Być może na zaobserwowane w niniejszej pracy słabsze wyniki uzyskane przez badanych w *szybkości biegu na 20 m* miała niska zdolność reakcji startowej. Mając na uwadze związek *mediany czasu reakcji w teście decyzji* z dynamiką gry oraz fakt, że ta zmienna silnie różnicowała badanych zawodników, można wyciągnąć wniosek (6), iż jest ona języczkiem u wagi w procesie selekcji badanej grupy zawodników.

Biorąc pod uwagę wnioski cząstkowe 1–6 można stwierdzić, że określenie poziomu rozwoju zawodniczego 17–19-letniego koszykarza w oparciu o „wyłonione" w badaniach siedem zmiennych znajduje merytoryczne uzasadnienie w literaturze przedmiotu.

3. Odpowiedź na trzecie pytanie badawcze zawiera tab. 4.13. Współczynnik determinacji funkcji regresji wynosi $R^2 = 0{,}915$, co oznacza wyjaśnienie badanego zjawiska w 92%. Tym samym została w pełni potwierdzona hipoteza trzecia. Wymagany próg określony w twierdzeniu (2) został znacząco przekroczony.

SUGESTIE DLA PRAKTYKI SPORTOWEJ – WNIOSKI APLIKACYJNE

Wybitne osiągnięcia sportowe w wieku dziecięcym i młodzieżowym nie stanowią gwarancji sukcesów w wieku dojrzałym. Podstawową przyczyną tego zjawiska jest fakt, że największe sukcesy w młodym wieku uzyskują zazwyczaj dzieci wcześnie dojrzewające. Jednak już w następnych latach ci, którzy rozwijają się w normalnym tempie, osiągają na ogół lepsze wskaźniki budowy somatycznej i poziomu przygotowania sprawnościowego, co w efekcie przynosi przyrost wyników pozwalający na wyprzedzenie wcześnie dojrzewających. Z szeregu badań [Szopa i Śrutowski 1990, Szopa 1993] wynika, że osoby o wysokim poziomie wyjściowym cechy czynią w toku treningu mniejsze postępy niż reprezentujące średni jej poziom w momencie naboru, bowiem często nie uwzględnia się wpływu na wynik testowania wcześniej nabytych już umiejętności technicznych.

Stopień dojrzałości biologicznej jest najbardziej mylącą zmienną w procesie identyfikacji talentu wśród dzieci i młodzieży w grach zespołowych [Pearson, Naughton, Torode 2006]. Teoretycznie przyjmuje się, że mężczyźni mogą dojrzewać nawet do 20.–21. roku życia. Sukces w rozgrywkach młodzieżowych odnoszą przeważnie zawodnicy urodzeni w pierwszych miesiącach roku, ze względu na przewagę swoich warunków fizycznych i siły, wynikających z wcześniejszego dojrzewania biologicznego [Arrieta i in. 2015]. Na podstawie ciągłości uczestnictwa 320 zawodników w młodzieżowych, koszykarskich drużynach narodowych Hiszpanii zaobserwowano, że tylko niewielki odsetek uważanych za młodych zdolnych osiągnął sukces sportowy w wieku seniora [Ibáñez i in. 2010]. Ma to związek z przebiegiem rozwoju cech osobniczych istotnych dla tego sportu bowiem większość cech biologicznych (zdolności motorycznych) posiada swoiste tempo rozwoju zależne od tempa dojrzewania biologicznego osobnika oraz wrażliwości na bodźce treningowe [Ryguła 2002]. Można ten proces zwizualizować wykorzystując *wskaźnik rozwoju zawodniczego*.

Bazując na danych pozyskanych dla czterech grup wiekowych: 11–12, 13–14, 15–16, 17–18 lat (n = 66), na potrzeby artykułu [Sarnowski 2013] i jego pracy trenerskiej dokonano porównania dynamiki rozwoju cech osobniczych w poszczególnych obszarach osobowości zawodniczej ze względu na wiek i *wskaźnik rozwoju zawodniczego*. Grupy te były badane pod kątem tych samych cech osobniczych za pomocą tych samych narzędzi badawczych[19]. Zmienne poddane badaniu zawiera tabela 6.1. Obszar sprawności psychomotorycznej nie był badany z uwagi na przeszkody związane z organizacją tych badań.

---

[19] Patrz: Sarnowski 2013, s. 32.

Tabela 6.1. Zmienne poddane porównaniu

1	Wysokość ciała [cm]	16	Wyskok dosiężny z dojścia [cm]
2	Masa ciała [kg]	17	Gibkość [pkt]
3	Rozpiętość ramion [cm]	18	Zdolność różnicowania ruchów [pkt]
4	Rozpiętość dłoni [cm]	19	Orientacja w przestrzeni [s]
5	Wskaźnik smukłości [cm/$\sqrt[3]{kg}$]	20	Zdolność sprzężenia ruchów [s]
6	Liczba stałych zębów [szt.]	21	Równowaga dynamiczna [s]
7	Skok w dal z miejsca [cm]	22	Zdolność rytmizacji ruchów [s]
8	Rzut piłką lekarską 2 kg [m]	23	Staż treningowy [lata]
9	Szybkość biegu na 10 m [s]	24	Kozłowanie slalomem na 15m [s]
10	Szybkość kroku obronnego na 5m [s]	25	Celność podań [pkt]
11	Przyspieszenie na 5m [s]	26	Szybkość podań [s]
12	Bieg zwinnościowy 10*5m [s]	27	Skuteczność rzutów spod kosza [pkt]
13	Beep-test [etapy]	28	Skuteczność rzutów wolnych [pkt]
14	Liczba pompek [szt.]	29	Skuteczność rzutów z półdystansu [pkt]
15	Wytrzymałość szybkościowa [s]		

Źródło: opracowanie własne

Porównanie przebiegało w następujących krokach:

1. Wszystkich badanych potraktowano jako jedną grupę zawodników – nie wiek jest decydujący, ale rozwój zawodniczy.
2. Dla całej grupy zbudowano WRZ wg procedury opisanej w podrozdziale 2.3.1.
3. Uszeregowano liniowo zawodników wg WRZ.

4. W oparciu o WRZ dokonano podziału grupy na cztery klasy zgodnie ze wzorem 27.
5. Każdą grupę potraktowano jako jednorodną pod względem rozwoju zawodniczego.
6. Dla każdej grupy z osobna obliczono średnią każdej badanej cechy.
7. Dla każdej grupy obliczono względny przyrost średnich wartości w stosunku do grupy najniższej:

$$\text{względny przyrost wartości średniej [\%]} = [(\text{średnia} - \text{średnia}_{I})/\text{średnia}_{I}] \times 100 \quad (35)$$

8. Wartościom przyrostów destymulant zmieniono znaki, aby zachować jednorodność wizualną wykresów.
9. Krok 5–7 powtórzono w odniesieniu do grup zestawionych według wieku.

Jeśli rozwój danej cechy jest zależny od wieku kalendarzowego, to charakter/przebieg wykresu wg WRZ i wg wieku powinien być podobny ale dla grupowania wg WRZ powinien wykazywać wyższe wielkości.

Grupy porównawcze oznaczono jak w tabeli 6.2:

Tabela 6.2. Oznaczenie grup

Poziom	Według	
	WRZ	Wiek
najniższy	WRZ_{I}	$U_{12\ (11\text{-}12\ lat)}$
niski	WRZ_{II}	$U_{14\ (13\text{-}14\ lat)}$
średni	WRZ_{III}	$U_{16\ (15\text{-}16\ lat)}$
wysoki	WRZ_{IV}	$U_{18\ (17\text{-}18\ lat)}$

Źródło: opracowanie własne

Wyniki badań zebrano w tabeli 6.3 i przedstawiono na rycinach 6.1–6.29.

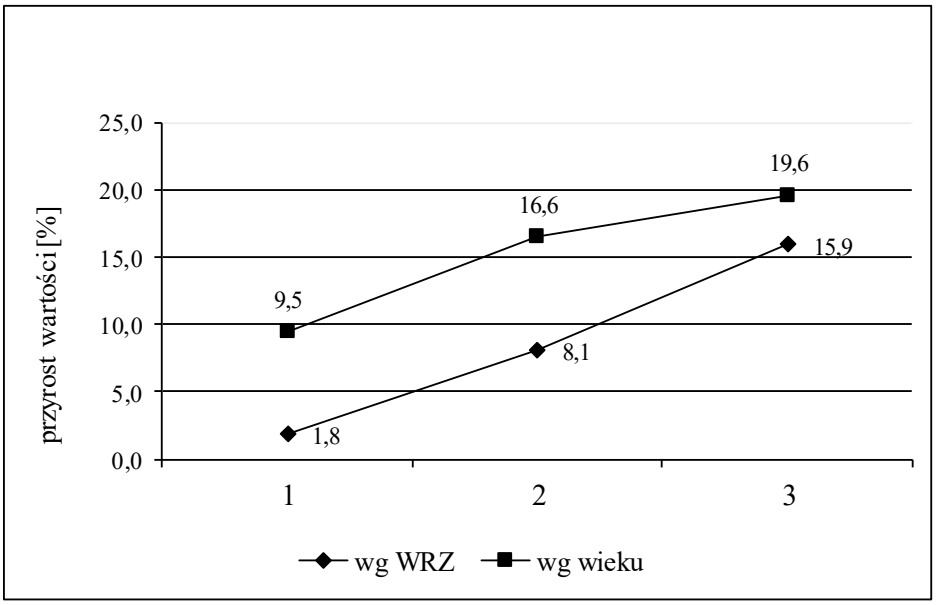
Jak należało się spodziewać dla tej grupy wieku wysokość ciała i masa ciała wzrasta wraz z wiekiem. Różnice w rozwoju między dwoma podziałami badanych w zakresie obszaru morfologicznego najlepiej pokazują wykresy dynamiki wzrostu *wskaźnika smukłości* i *liczby stałych zębów*. Uszeregowanie według WRZ (poziomu rozwoju zawodniczego) odzwierciedla w znacznie większym stopniu pożądaną dynamikę zmian. Grupa ta rosła i nabierała masy, smuklejąc, a druga, uszeregowana wg wieku, tracąc smukłość. Dynamika zmian w uzębieniu świadczy o wolniejszym dojrzewaniu badanych uszeregowanych wg WRZ. Parametry długościowe ciała osiągały coraz wyższe wartości w obu grupach za wyjątkiem rozpiętości dłoni.

Grupa uszeregowana według WRZ wykazuje stały wzrost rozpiętości, podczas gdy grupa uszeregowana wg wieku wykazuje zahamowanie wzrostu rozpiętości dłoni. Rozpiętość dłoni ma znaczenie dla rozwoju zawodniczego koszykarza.

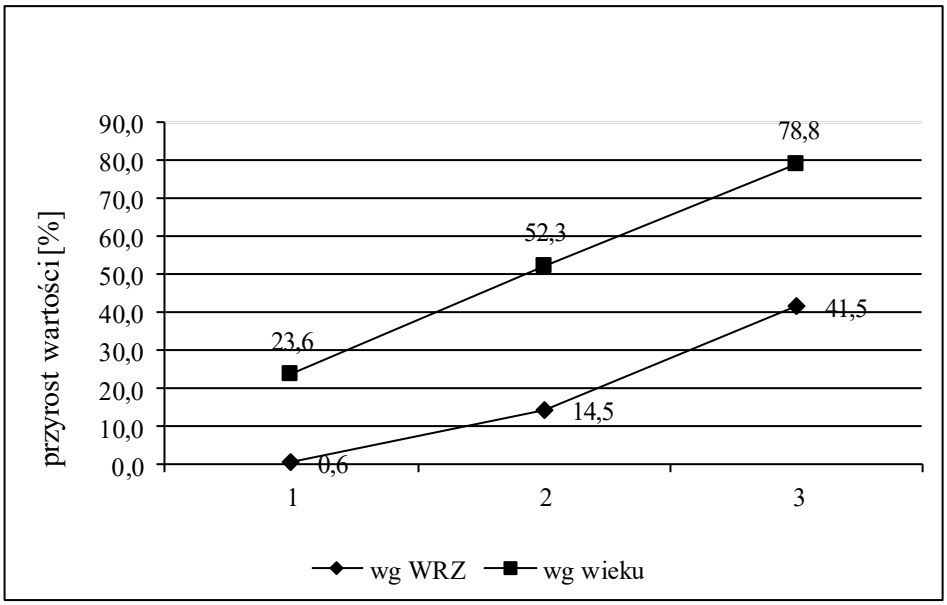
Tabela 6.3. Dane do wykresów dynamiki rozwoju cech osobniczych – obszar morfologiczny

	Średnia poziomu najniższego	Przyrost 1 [%]	Przyrost 2 [%]	Przyrost 3 [%]	Średnia poziomu wysokiego
			Wysokość ciała [cm]		
Według WRZ	157,75	1,8	8,1	15,9	182,84
Według wieku	155,50	9,5	16,6	19,6	186,00
			Masa ciała [kg]		
Według WRZ	50,25	0,6	14,5	41,5	71,12
Według wieku	44,78	23,6	52,3	78,8	80,08
			Rozpiętość ramion [cm]		
Według WRZ	156,63	3,1	8,6	18,5	185,56
Według wieku	153,86	12,0	19,0	22,2	188,00
			Rozpiętość dłoni [cm]		
Według WRZ	18,50	3,9	11,5	17,4	21,72
Według wieku	18,71	10,0	16,5	15,8	21,65
			Wskaźnik smukłości [cm/^{3}√kg]		
Według WRZ	42,95	2,5	3,7	3,4	44,42
Według wieku	44,06	2,1	0,8	-1,4	43,43
			Liczba stałych zębów [szt.]		
Według WRZ	21,00	13,0	27,1	36,8	28,72
Według wieku	20,94	34,0	34,8	40,7	29,46

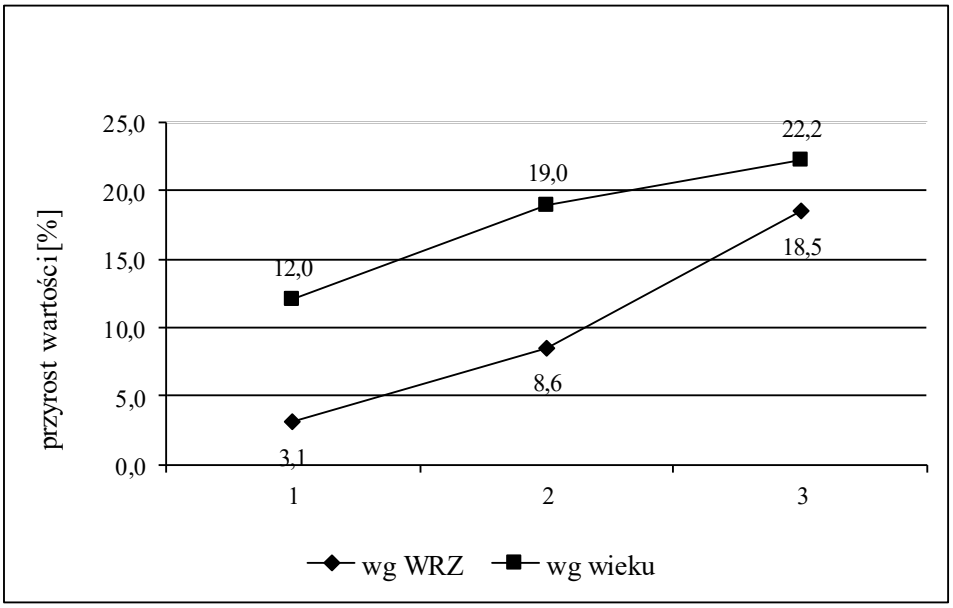
Źródło: opracowanie własne



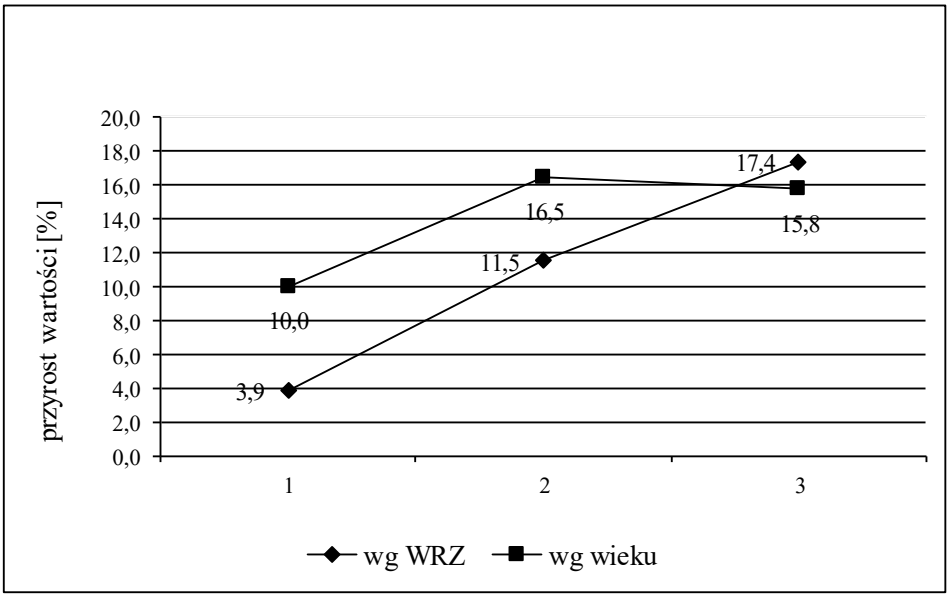
Ryc. 6.1. Dynamika zmian – *wysokość ciała*
Źródło: opracowanie własne



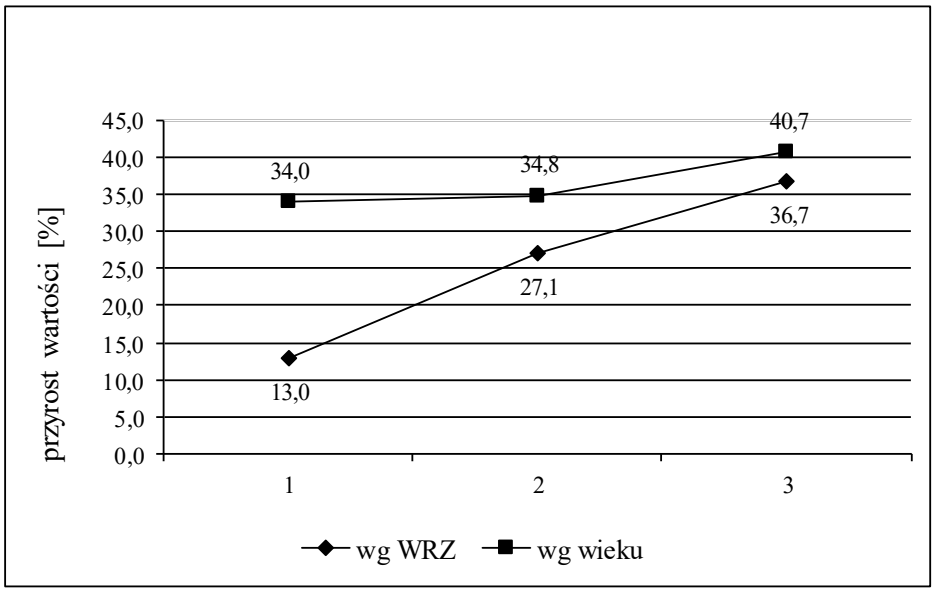
Ryc. 6.2. Dynamika zmian – *masa ciała*
Źródło: opracowanie własne



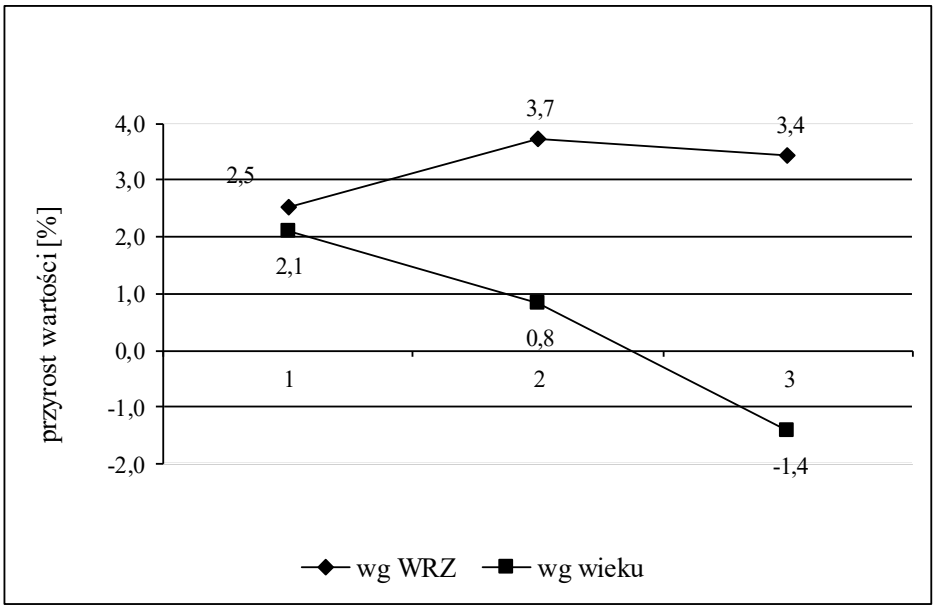
Ryc. 6.3. Dynamika zmian – *rozpiętość ramion*
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6.4. Dynamika zmian – *rozpiętości dłoni*
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6.5. Dynamika zmian – *wskaźnik smukłości*
Źródło: opracowanie własne

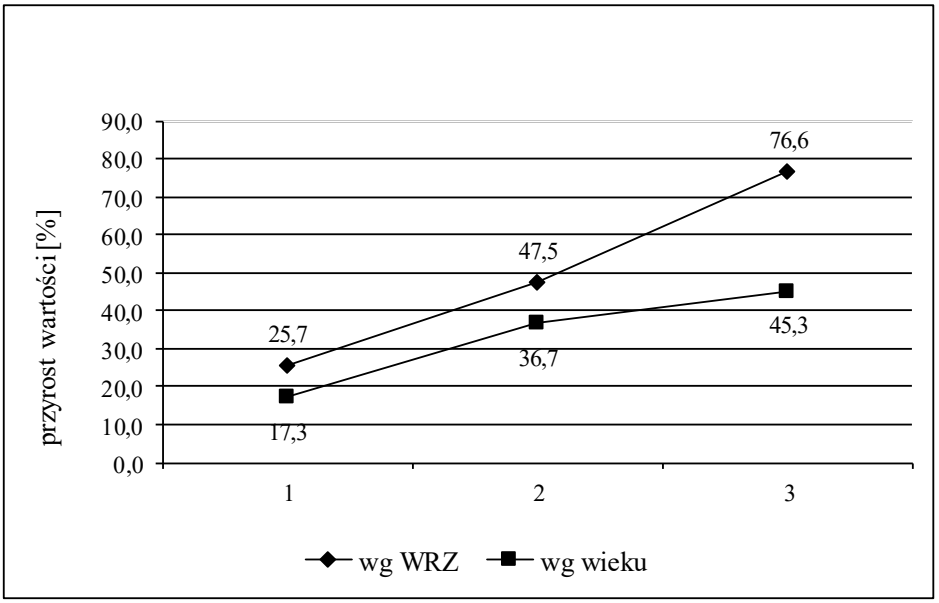


Ryc. 6.6. Dynamika zmian – *liczba zębów stałych*
Źródło: opracowanie własne

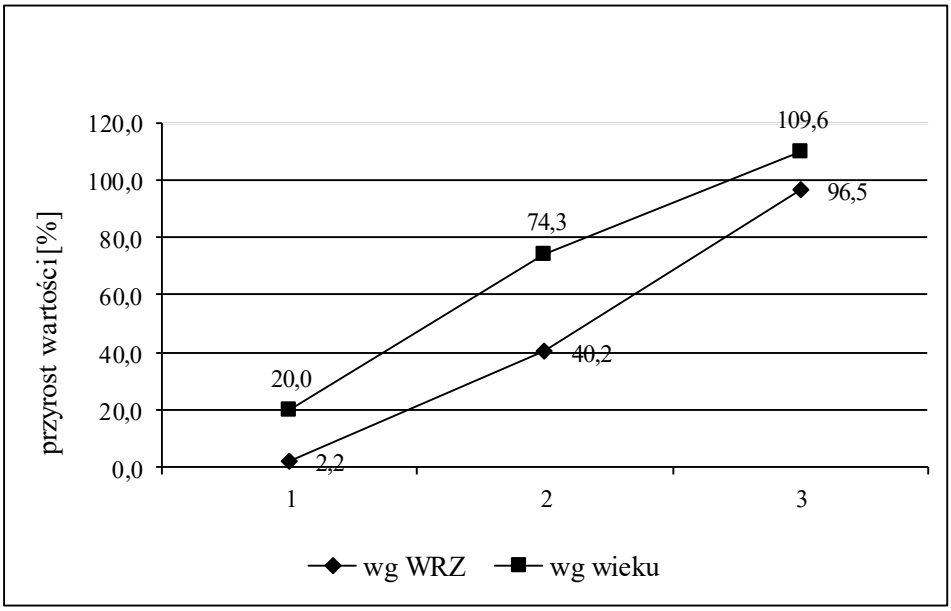
Tabela 6.4. Dane do wykresów dynamiki rozwoju cech osobniczych – sprawność ogólna

	Średnia poziomu najniższego	Przyrost 1 [%]	Przyrost 2 [%]	Przyrost 3 [%]	Średnia poziomu wysokiego
			Skok w dal z miejsca [cm]		
Według WRZ	135,50	25,7	47,5	76,6	239,36
Według wieku	165,89	17,3	36,7	45,3	241,00
			Rzut piłką lekarską 2 kg [m]		
Według WRZ	5,98	2,2	40,2	96,5	11,75
Według wieku	6,16	20,0	74,3	109,6	12,90
			Szybkość biegu na 10m [s] (destymulanta)		
Według WRZ	1,93	15,6	30,1	42,0	1,36
Według wieku	1,71	11,0	17,9	22,2	1,33
			Szybkość kroku obronnego na 5m [s] (destymulanta)		
Według WRZ	1,92	12,4	25,0	41,6	1,33
Według wieku	1,74	11,7	19,6	25,5	1,29
			Przyspieszenie na 5m [s] (destymulanta)		
Według WRZ	1,37	11,1	18,9	25,8	1,09
Według wieku	1,26	7,7	11,0	14,9	1,07
			Bieg zwinnościowy 10*5m [s] (destymulanta)		
Według WRZ	20,46	8,4	20,9	32,0	15,46
Według wieku	18,78	7,1	14,9	18,0	15,39
			Beep-test [etapy]		
Według WRZ	3,58	56,3	112,5	163,4	9,42
Według wieku	5,66	24,4	61,2	59,4	9,02
			Liczba pompek [szt.]		
Według WRZ	5,75	78,6	300,0	477,4	33,20
Według wieku	10,33	103,2	197,7	217,1	32,77
			Wytrzymałość szybkościowa [s] (destymulanta)		
Według WRZ	14,40	29,9	41,2	56,7	9,52
Według wieku	11,07	-5,5	11,7	9,6	10,00
			Wyskok dosiężny z dojścia [cm]		
Według WRZ	29,50	20,7	68,4	98,8	58,64
Według wieku	38,33	17,1	39,9	60,7	61,62
			Gibkość [pkt]		
Według WRZ	2,00	-6,7	11,4	48,0	2,96
Według wieku	2,17	12,8	11,3	24,3	2,69

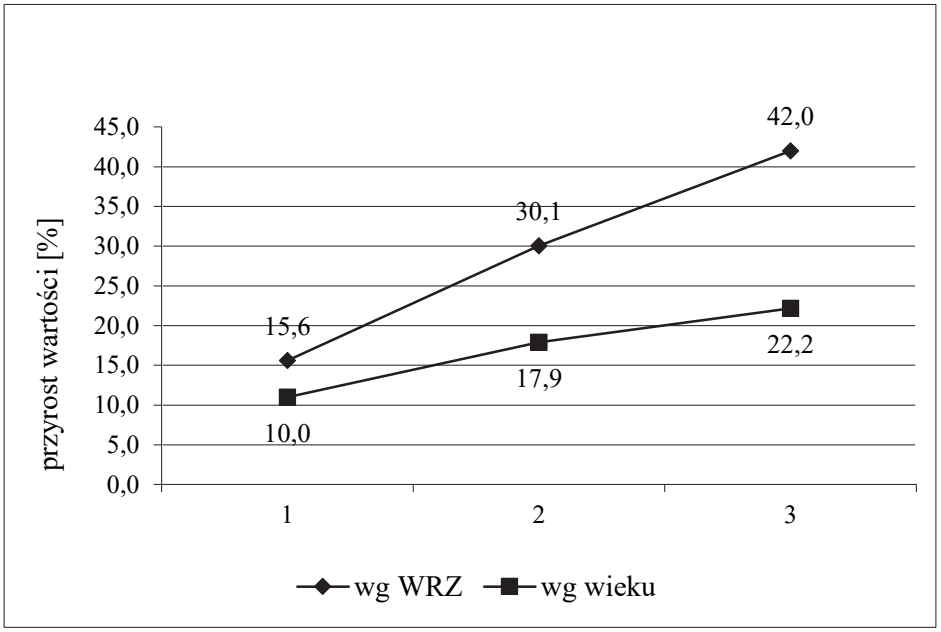
Źródło: opracowanie własne



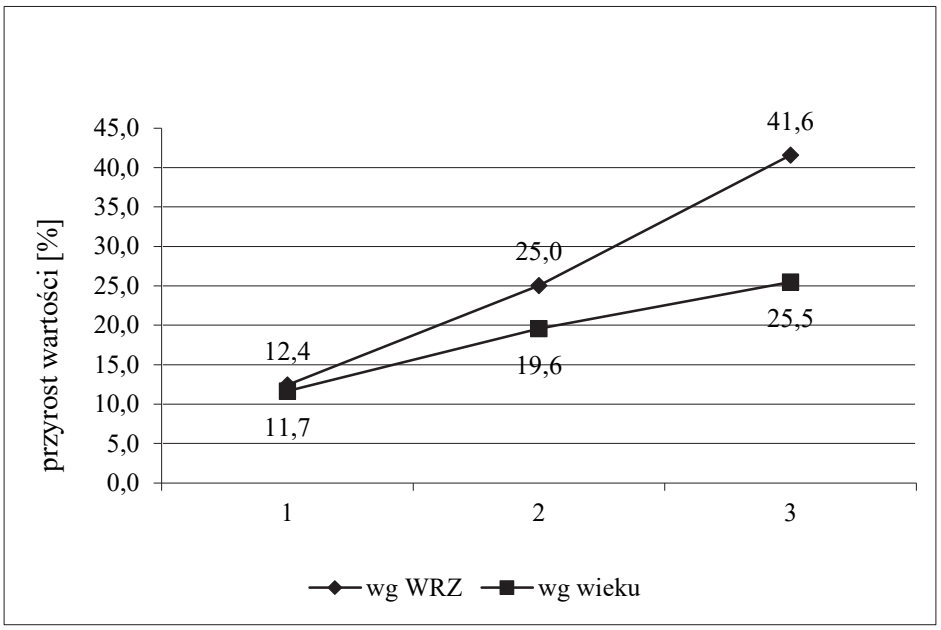
Ryc. 6.7. Dynamika zmian – *skok w dal z miejsca*
Źródło: opracowanie własne



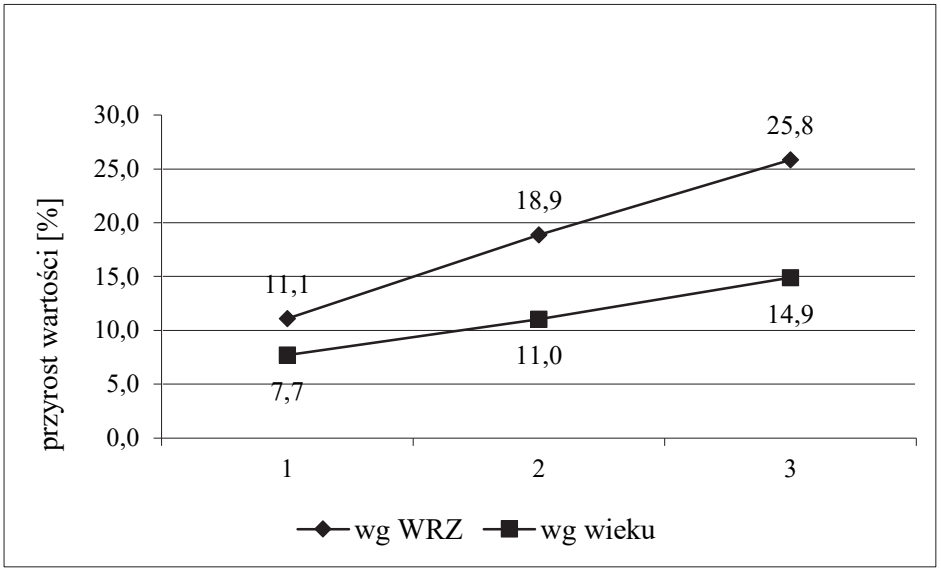
Ryc. 6.8. Dynamika zmian – *rzut piłką lekarską*
Źródło: opracowanie własne



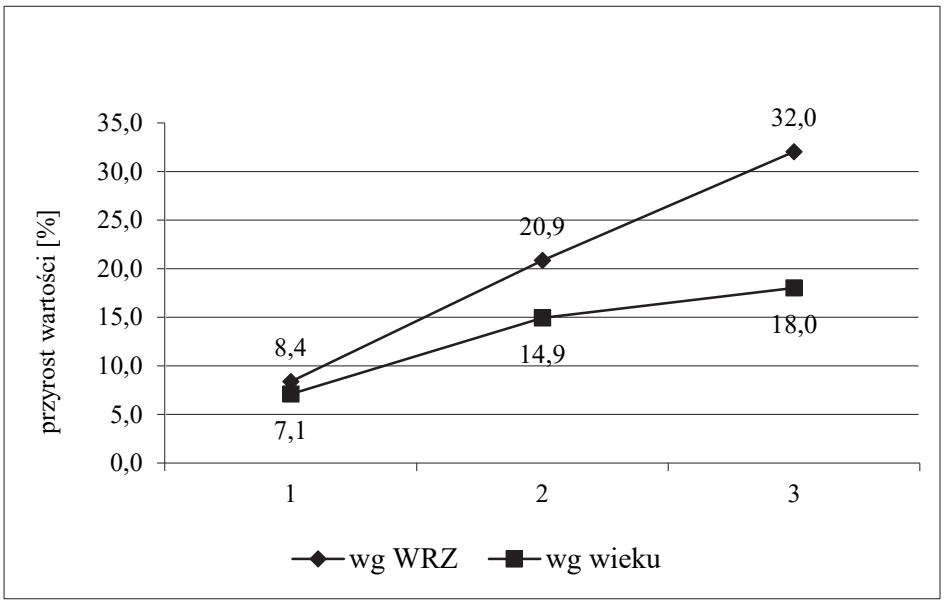
Ryc. 6.9. Dynamika zmian – *szybkość biegu na 10 m*
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6.10. Dynamika zmian – *szybkość kroku obronnego na 5 m*
Źródło: opracowanie własne



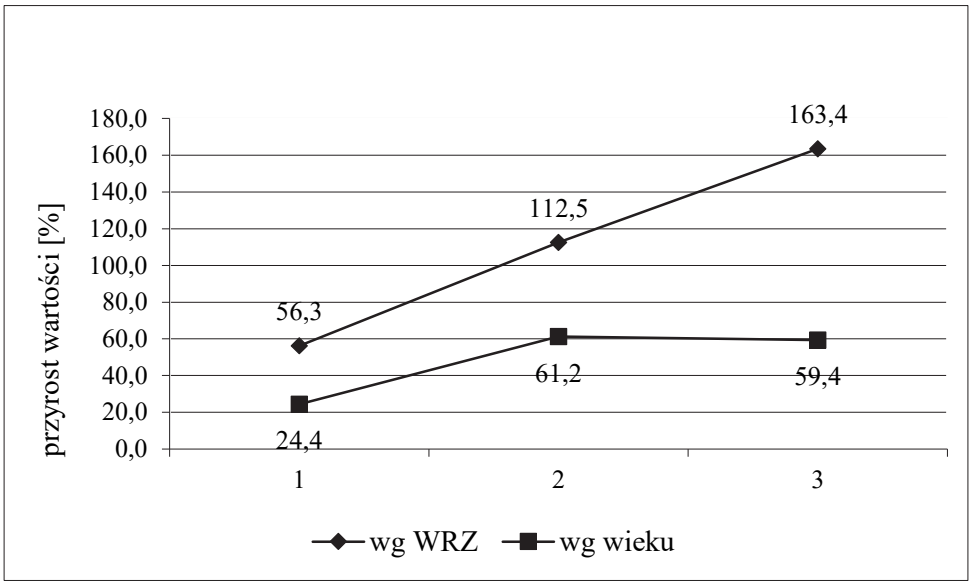
Ryc. 6.11. Dynamika zmian – *przyspieszenie na 5 m*
Źródło: opracowanie własne



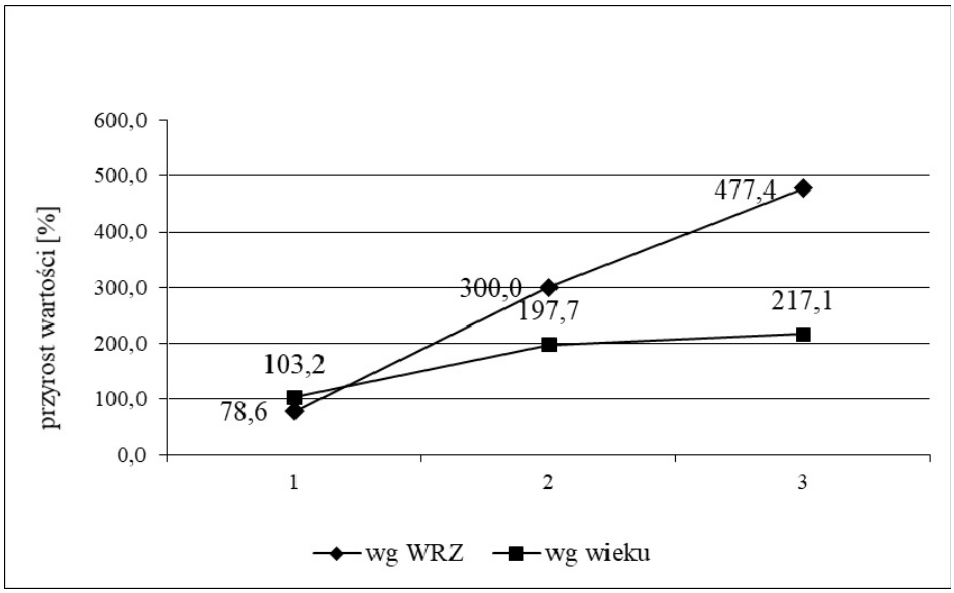
Ryc. 6.12. Dynamika zmian – *bieg zwinnościowy 10*5 m*
Źródło: opracowanie własne

Niezależnie od sposobu podziału wydawałoby się, że w obszarze sprawności ogólnej można spodziewać się wzrostu wielkości każdej z badanych cech tego obszaru w obu grupach, jak to ma miejsce w przypadku *skoku w dal z miejsca, rzucie piłką lekarską, szybkości biegu na 10 m, szybkości kroku obronnego na 5 m, przyspieszenia na 5m, biegu zwinnościowego 10*5 m, ilości pompek* czy *wyskoku dosiężnego z dojścia.*

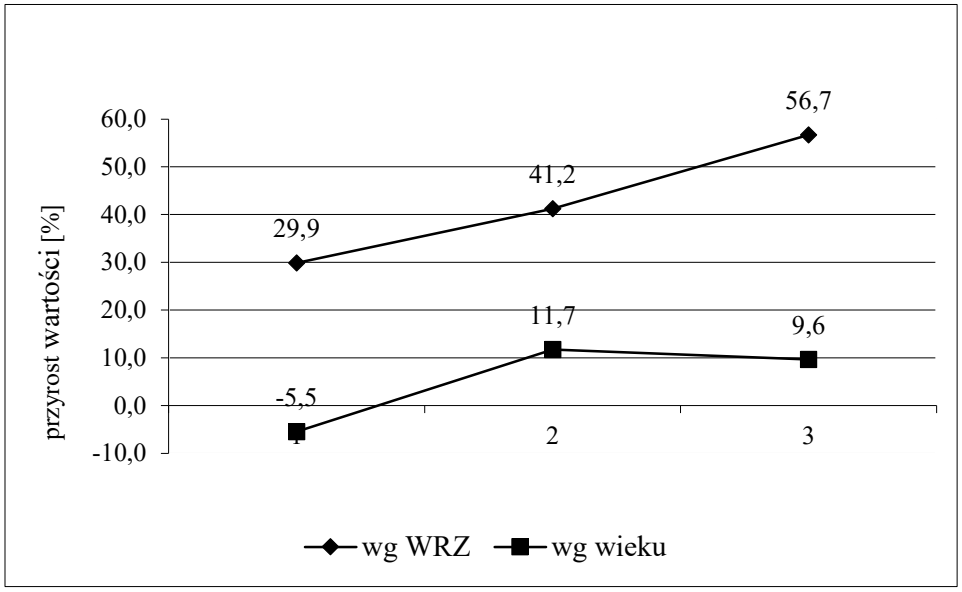
Jednak tak nie jest. Wykresy: *beep-test*, *wytrzymałość szybkościowa* i *gibkość* mają odmienne przebiegi. W grupie badanych uszeregowanych wg wieku kalendarzowego następują załamania wzrostu. I tak w grupie U_{18} obserwuje się niewielki regres w *beep-teście i wytrzymałości szybkościowej*. To samo zjawisko dotyczy *gibkości* w grupie U_{16}.



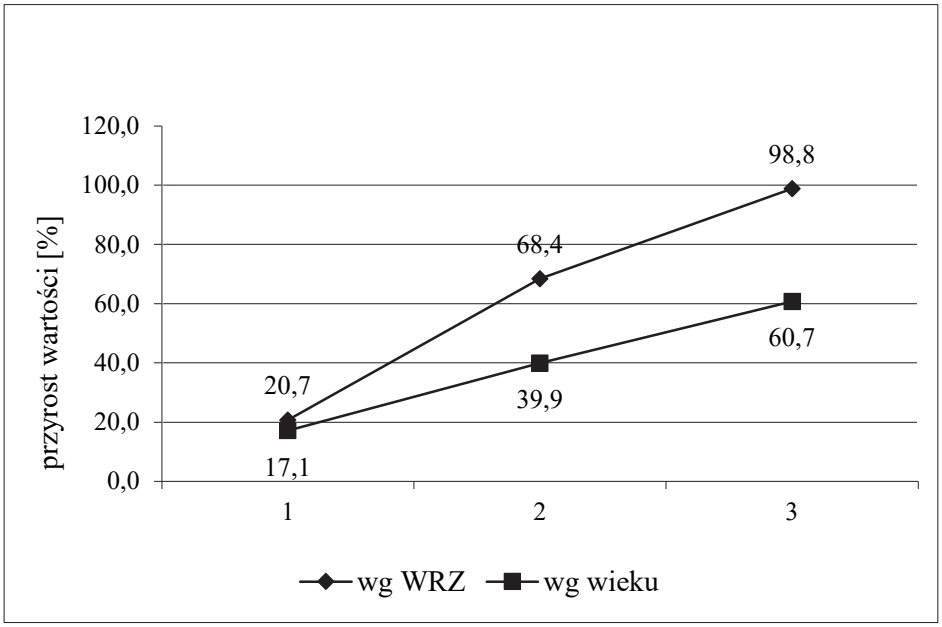
Ryc. 6.13. Dynamika zmian – *beep-test*
Źródło: opracowanie własne



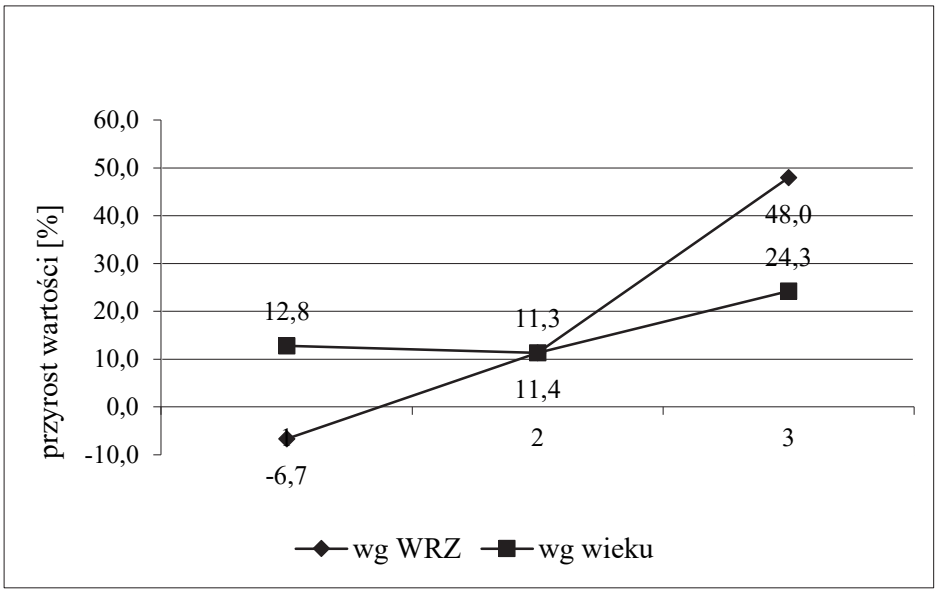
Ryc. 6.14. Dynamika zmian – *liczba pompek*
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6.15. Dynamika zmian – *wytrzymałość szybkościowa*
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6.16. Dynamika zmian – *wyskok dosiężny z dojścia*
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6.17. Dynamika zmian – *gibkość*
Źródło: opracowanie własne

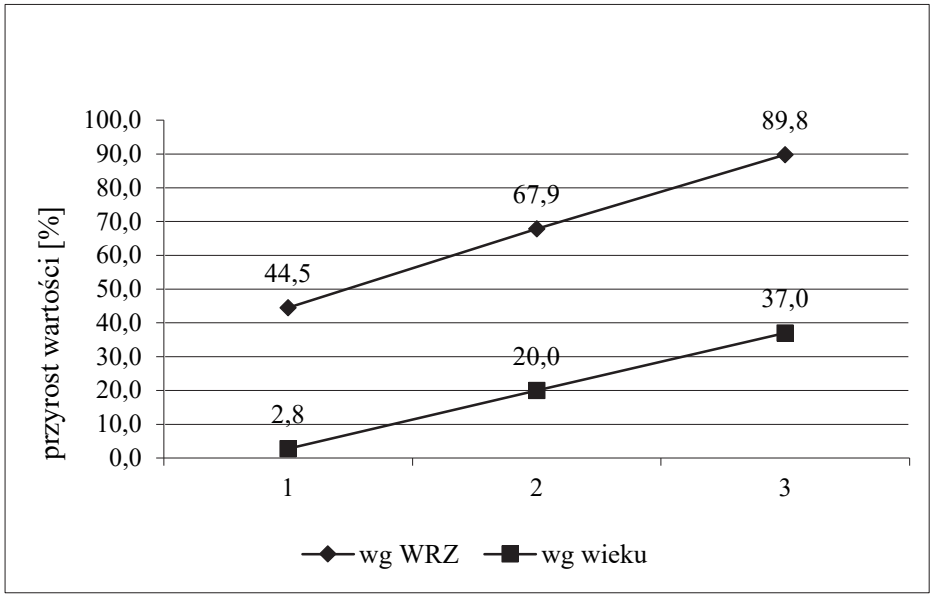
Tabela 6.5. Dane do wykresów dynamiki rozwoju cech osobniczych – zdolności koordynacyjne

	Średnia poziomu najniższego	Przyrost 1 [%]	Przyrost 2 [%]	Przyrost 3 [%]	Średnia poziomu wysokiego
			Zdolność różnicowania ruchów [pkt]		
Według WRZ	10,75	44,5	67,9	89,8	20,40
Według wieku	15,83	2,8	20,0	37,0	21,69
			Orientacja w przestrzeni [s] (destymulanta)		
Według WRZ	14,06	16,3	30,7	45,8	9,78
Według wieku	12,55	11,3	17,0	25,6	9,34
			Zdolność sprzężenia ruchów [s] (destymulanta)		
Według WRZ	18,61	65,9	131,6	163,2	7,19
Według wieku	13,54	35,7	42,7	45,1	7,43
			Równowaga dynamiczna [s] (destymulanta)		
Według WRZ	6,18	29,4	18,9	14,2	5,06
Według wieku	4,68	-0,7	-13,1	-15,0	5,38
			Zdolność rytmizacji ruchów [s] (destymulanta)		
Według WRZ	50,57	78,9	199,5	313,5	12,98
Według wieku	32,54	28,2	56,5	61,5	12,52

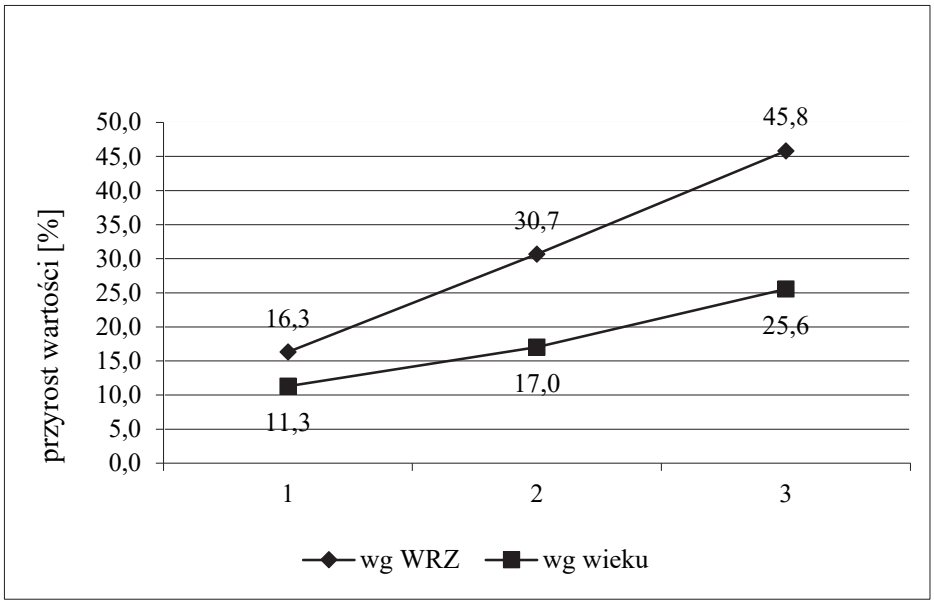
Źródło: opracowanie własne

Jak wykazano w podrozdziale 4.1, większość cech silnie różnicujących badaną grupę 17–19-letnich koszykarzy należało między innymi do obszaru zdolności koordynacyjnych. O ile na wykresach *zdolność różnicowania ruchów* i *orientacja w przestrzeni* wykazują tendencję wzrostową w obu grupach, to nie można tego powiedzieć o *zdolności sprzężenia ruchów* i *zdolności rytmizacji ruchów*. W obu przypadkach w podziale grup wg wieku kalendarzowego cecha ta pozostaje na poziomie U_{14} – nie obserwuje się znaczących jej przyrostów w U_{16} i U_{18}. Natomiast w grupie uszeregowanej wg WRZ cecha ta rozwija się prawie liniowo.

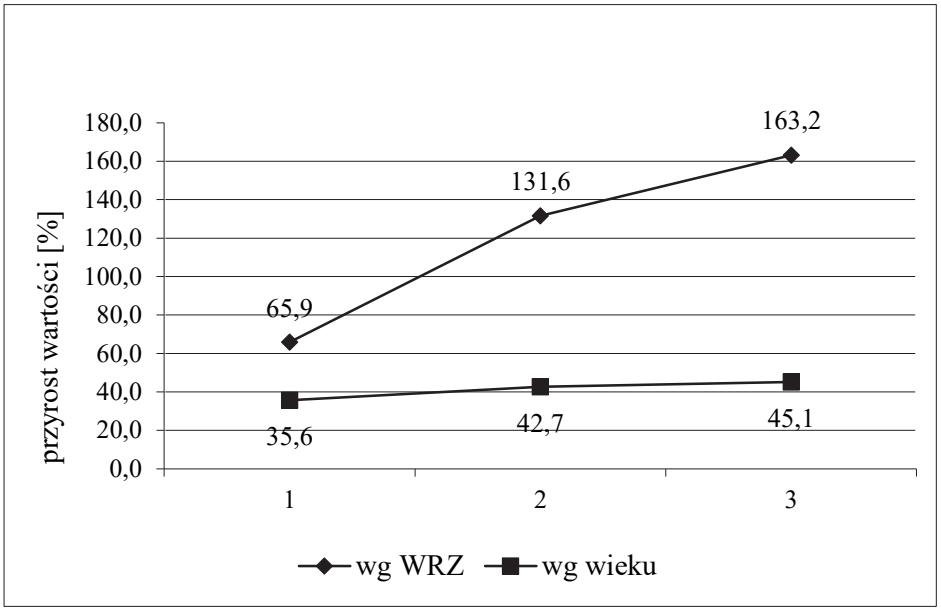
Zupełnie inne zjawisko można *zaobserwować* odnośnie *równowagi dynamicznej*. Tu następuje spadek wielkości cechy w obu podziałach grup. Najwyższe jej wartości obserwuje się na poziomie U_{12} i poziomie WRZ_{II}.



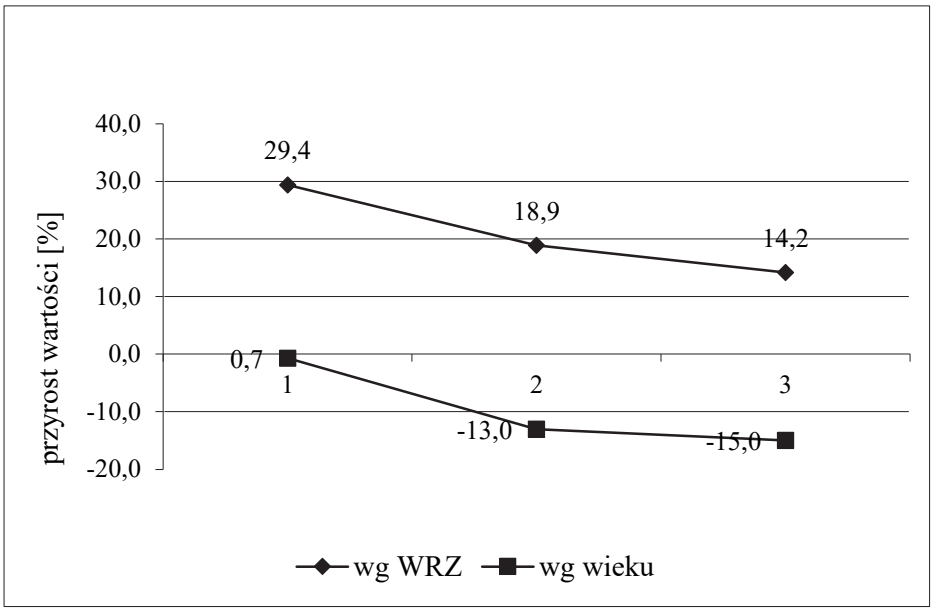
Ryc. 6.18. Dynamika zmian – *zdolność różnicowania ruchów*
Źródło: opracowanie własne



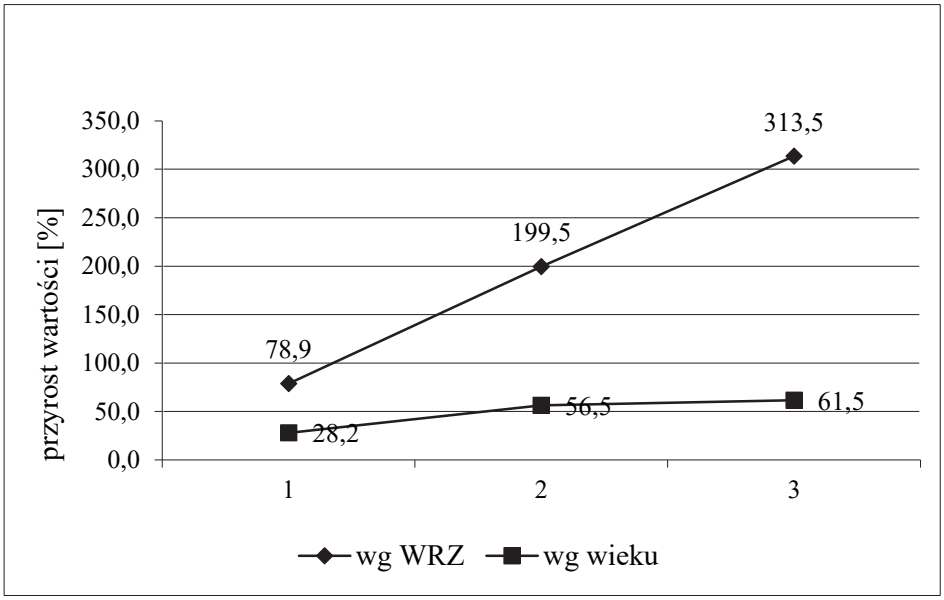
Ryc. 6.19. Dynamika zmian – *orientacja w przestrzeni*
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6.20. Dynamika zmian – *zdolność sprzężenia ruchów*
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6.21. Dynamika zmian – *równowaga dynamiczna*
Źródło: opracowanie własne



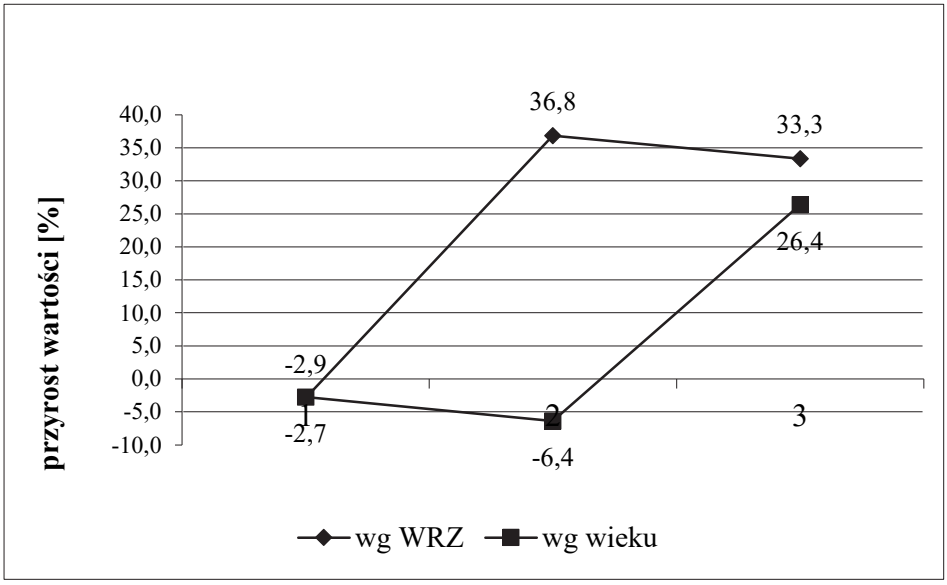
Ryc. 6.22. Dynamika zmian – *zdolność rytmizacji ruchów*
Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.6. Dane do wykresów dynamiki rozwoju cech osobniczych – sprawność specjalna

	Średnia poziomu najniższego	Przyrost 1 [%]	Przyrost 2 [%]	Przyrost 3 [%]	Średnia poziomu wysokiego
			Staż treningowy [lata]		
Według WRZ	2,85	-2,9	36,8	33,3	3,80
Według wieku	3,44	-2,7	-6,4	26,4	4,35
			Kozłowanie slalomem na 15 m [s] (destymulanta)		
Według WRZ	6,89	16,8	30,2	41,8	4,82
Według wieku	5,91	9,5	13,9	19,8	4,74
			Celność podań [pkt]		
Według WRZ	20,25	2,7	19,9	21,7	24,64
Według wieku	24,44	-15,5	-1,6	1,3	24,77
			Szybkość podań [s] (destymulanta)		
Według WRZ	14,99	12,0	41,6	75,6	8,37
Według wieku	13,88	19,8	38,7	42,1	8,03
			Skuteczność rzutów spod kosza [pkt]		
Według WRZ	3,50	164,8	296,1	368,6	16,40
Według wieku	8,22	48,6	101,0	104,9	16,85

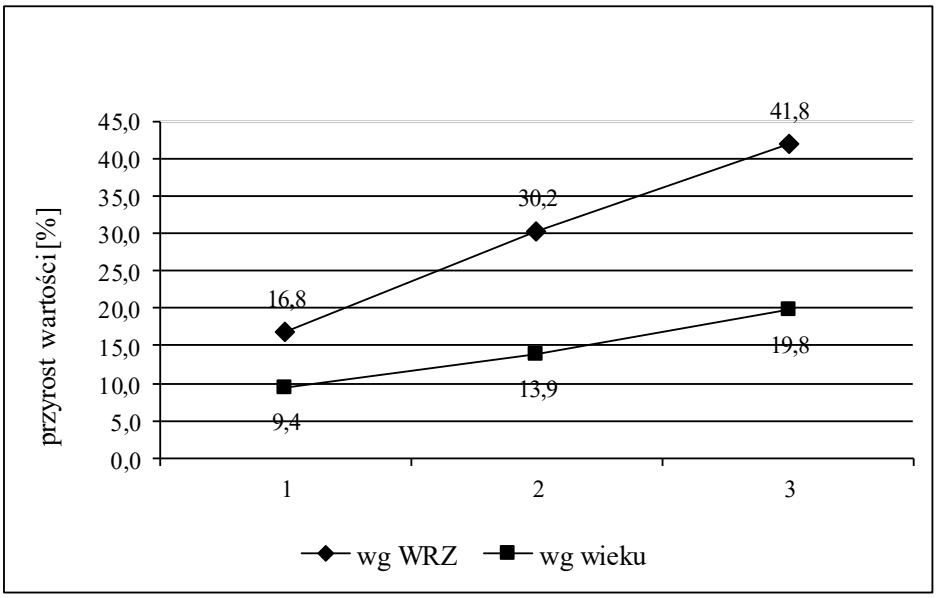
	Średnia poziomu najniższego	Przyrost 1 [%]	Przyrost 2 [%]	Przyrost 3 [%]	Średnia poziomu wysokiego
			Skuteczność rzutów wolnych [pkt]		
Według WRZ	2,75	30,9	76,9	115,3	5,92
Według wieku	3,89	4,3	42,2	64,2	6,38
			Skuteczność rzutów z półdystansu [pkt]		
Według WRZ	11,25	17,9	43,0	61,8	18,20
Według wieku	16,61	-30,8	8,7	11,1	18,46

Źródło: opracowanie własne

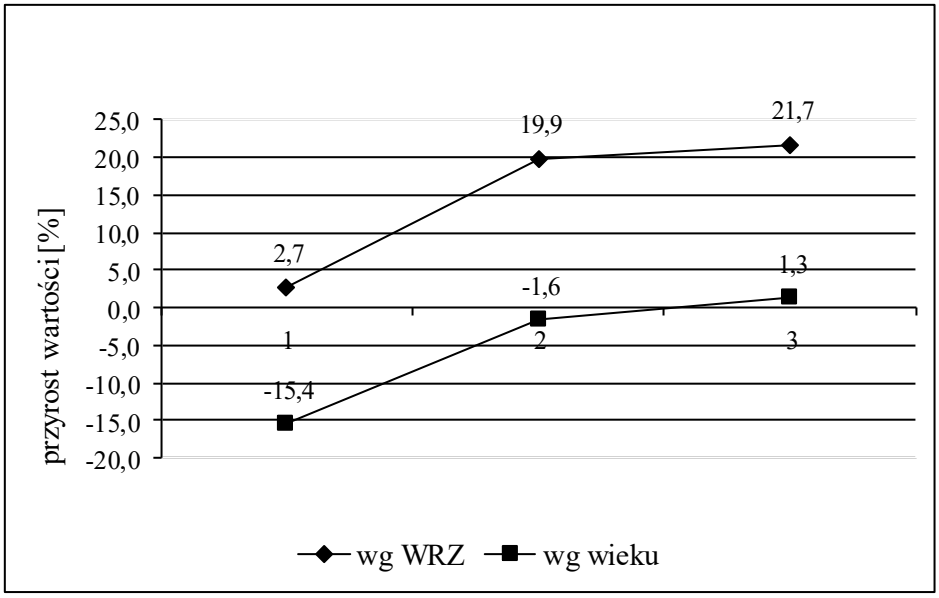


Ryc. 6.23. Dynamika zmian – *staż*
Źródło: opracowanie własne

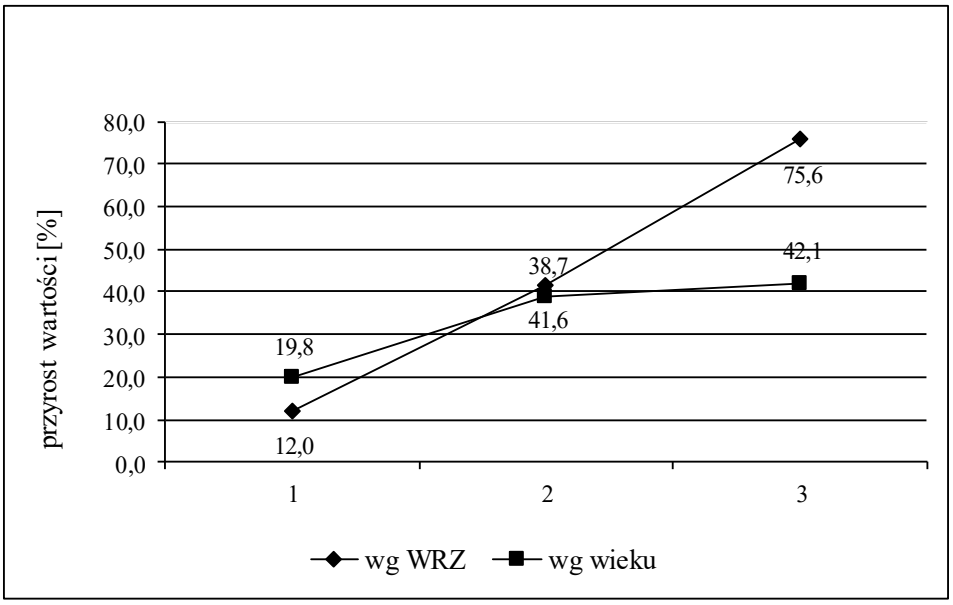
W obszarze sprawności specjalnej można by oczekiwać, że wraz ze stażem treningowym wzrastają umiejętności techniczne koszykarzy niezależnie od podziału na grupy. I tak jest w przypadku takich cech, jak: *kozłowanie slalomem i skuteczność rzutów wolnych*. *Celność podań* jednak pozostaje prawie niezmieniona u badanych uszeregowanych ze względu na wiek kalendarzowy. Także w tej grupie nie obserwuje się wzrostu *szybkości podań* i *skuteczności rzutów z półdystansu* na poziomie U_{18}. Staż treningowy nie mówi nic o rzeczywistej frekwencji zawodnika, o jego zaangażowaniu, ilości i jakości pracy. Talent, potencjał danej jednostki, plus dobrze wykorzystany staż dają wyższy poziom rozwoju, dlatego w grupie uszeregowanej według WRZ obserwuje się znaczące wzrosty tych sprawności.



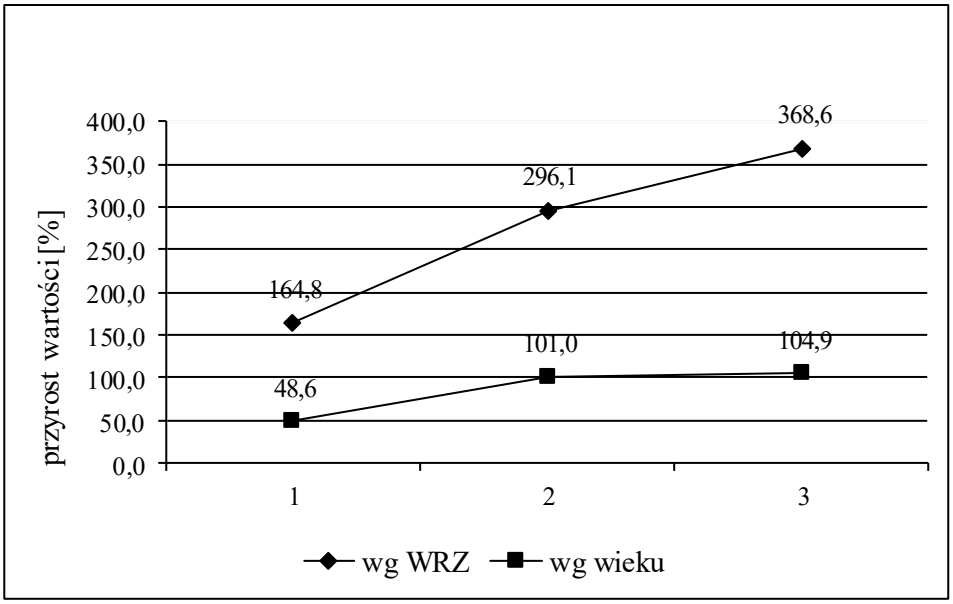
Ryc. 6.24. Dynamika zmian – *kozłowanie slalomem na 15 m*
Źródło: opracowanie własne



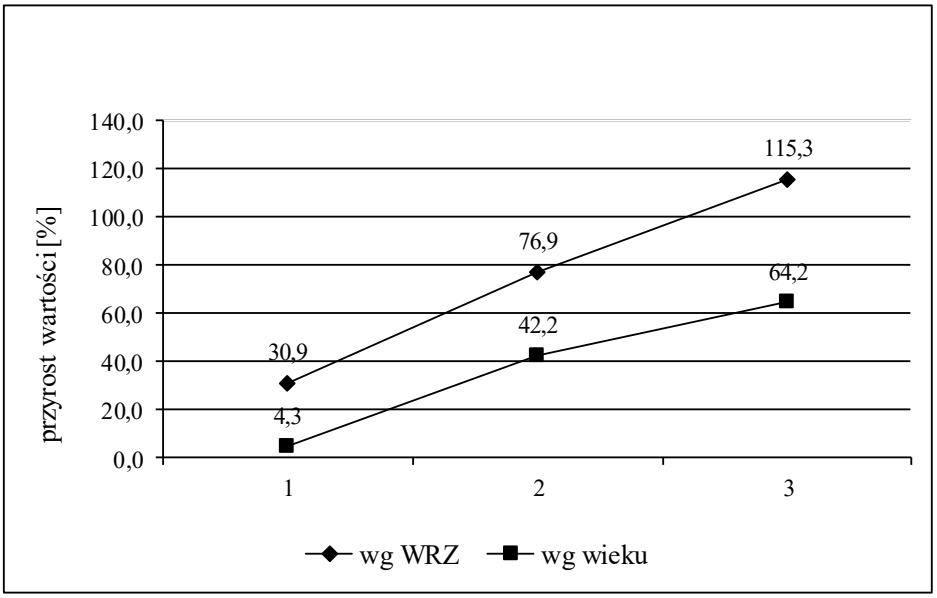
Ryc. 6.25. Dynamika zmian – celność podań
Źródło: opracowanie własne



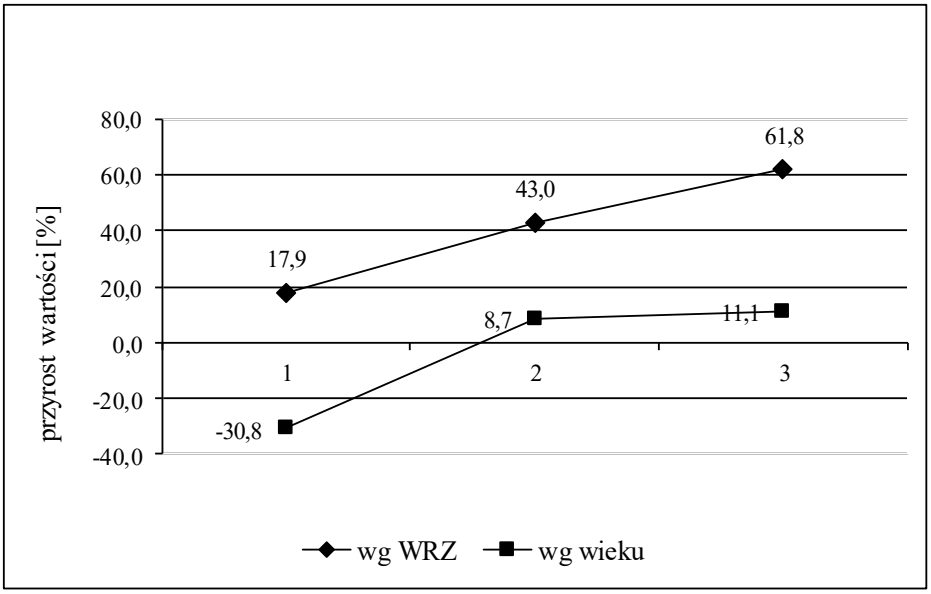
Ryc. 6.26. Dynamika zmian – *szybkość podań*
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6.27. Dynamika zmian – *skuteczność rzutów spod kosza*
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6.28. Dynamika zmian – skuteczność rzutów wolnych
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6.29. Dynamika zmian – skuteczność rzutów z półdystansu
Źródło: opracowanie własne

Przedstawione wyżej porównania dobitnie ilustrują przydatność wskaźnika rozwoju zawodniczego dla porządkowania liniowego zawodników. Grupy podzielone według WRZ wykazują tendencje wzrostowe wielkości prawie wszystkich badanych zmiennych, co świadczy o osiąganiu coraz wyższego poziomu rozwoju zawodniczego zgodnie z interpretacją WRZ. Cechy osobnicze, które wykazują „anomalie" przebiegu wzrostu są prawdopodobnie kluczowe w procesie selekcji na danym etapie szkolenia:

- wartości beep-test i wytrzymałości szybkościowej na etapie U_{18},
- wartości gibkości na etapie U_{16},
- wartości zdolności sprzężenia ruchów i rytmizacji ruchów na etapie U_{16},
- wartości szybkości podań, skuteczności rzutów spod kosza i skuteczności rzutów z półdystansu na etapie U_{16}.

Przedstawiona analiza pośrednio potwierdza hipotezę H_2 TOSSIR. Większość cech „wrażliwych" z obszaru sprawności specjalnej i zdolności koordynacyjnych okazuje się być znacząca na poziomie U_{16} i U_{18}.

Pozycja danej dyscypliny sportowej na arenie światowej zależy nie tylko od sukcesów, które są osiągane w danej chwili, ale przede wszystkim od sprawnego systemu, modelu organizacyjno-szkoleniowego oraz zaplecza w postaci potencjału ludzkiego. Jednym z najważniejszych aspektów organizacji szkolenia sportowego jest właściwy dobór oraz selekcja jednostek do kolejnych jego etapów, gdyż bez dopływu utalentowanych dzieci i młodzieży niemożliwe jest utrzymanie jego wysokiej efektywności. Tym bardziej, że „coraz mniej dzieci posiada uzdolnienia sportowe. Z badań wynika, że tylko kilka procent populacji młodzieży (i blisko 60% dzieci wybitnych sportowców), posiada uzdolnienia ruchowe, które umożliwiłby im przy prawidłowo prowadzonym procesie treningowym osiąganie znaczących wyników sportowych [Barabasz, Zadarko, Nizioł 2009].

Bez żadnych wątpliwości można stwierdzić, że każda kategoria wieku (etap szkolenia sportowego) musi dysponować określonymi środkami rekrutacji, uwzględniającymi indywidualne i grupowe cechy rozwojowe zawodników. „W pracy trenerskiej odczuwa się potrzebę znajomości środków rekrutacji do wszystkich kategorii wiekowych, tzn. posiadania odpowiednich i obiektywnie oceniających prób, które w sposób kompleksowy określiłyby przydatność danego osobnika do procesu szkolenia" [Litkowycz, Andryszczak 2007]. Bazując na tych samych danych podjęto próbę określenia nowych obszarów przydatności WRZ.

Wdrożono następującą procedurę:

1. Wszystkich badanych potraktowano jako jedną grupę zawodników- nie wiek jest decydujący, ale rozwój zawodniczy.
2. Dla całej grupy zbudowano WRZ wg procedury opisanej w podrozdziale 2.3.1.
3. Uszeregowano liniowo zawodników wg WRZ.
4. W oparciu o WRZ dokonano podziału grupy na cztery klasy zgodnie ze wzorem 27.

5. Każdą grupę potraktowano jako jednorodną pod względem rozwoju zawodniczego.
6. Dla każdej grupy z osobna obliczono średnią każdej badanej cechy.
7. Krok 5–6 powtórzono w odniesieniu do grup zestawionych według wieku.

Grupy porównawcze oznaczono jak w tabeli 6.7.

Tabela 6.7. Oznaczenie grup

Poziom	Według	
	WRZ	wiek
najniższy	WRZ_{I}	U_{12} (11-12 lat)
niski	WRZ_{II}	U_{14} (13-14 lat)
średni	WRZ_{III}	U_{16} (15-16 lat)
wysoki	WRZ_{IV}	U_{18} (17-18 lat)

Źródło: opracowanie własne

Podział 66 badanych zawodników w wieku 11–18 lat na grupy wg WRZ potwierdził badania Milicerowej i in. [1978] – dzieci w okresie pokwitania (11–15 lat) mogą różnić się (niezależnie od płci) nawet o 5 lat, bowiem do grupy WRZ_{III} trafili przedstawiciele wszystkich czterech badanych grup wg wieku. Zatem jest to informacja dla związków sportowych, organizatorów rozgrywek, czy zawodów sportowych nie tylko koszykarskich, że przydział zawodnika do poszczególnej kategorii rywalizacji, szczególnie w młodszych kategoriach wiekowych, powinien odbywać się na podstawie oceny wieku biologicznego, a nie kalendarzowego. Wszystko po to, by zniwelować przewagę wynikającą z przyspieszonego rozwoju biologicznego, tj. wysokość i masa ciała, siła, szybkość. Zawodnicy dwa razy w ciągu roku odbywają obowiązkowo wizyty u lekarza sportowego. W ramach tych badań w najmłodszych kategoriach rozgrywkowych (do U_{15} włącznie), raz w roku w okresie kwiecień-lipiec przed kolejnym sezonem, można rozważyć wykonanie dodatkowego badania RTG ręki. Na podstawie określonego przez lekarza radiologa wieku kostnego chrząstek nasadowych kości nadgarstka można zawodników przydzielić do odpowiedniej dla ich rozwoju biologicznego kategorii wiekowej. Takie badanie jest najtańszym i szybkim - wynik wraz z opisem przez lekarza radiologa otrzymuje się zazwyczaj na drugi dzień po badaniu.

Wydaje się, że pogłębione badania na większej próbie pozwoliłyby określić pożądane wielkości wszystkich cech na każdym z etapów szkolenia sportowego oraz ich podatność na trening wskazując tym samym nowe obszary wykorzystania wskaźnika WRZ. Przykładowo zilustrowano dane dla skoku w dal z miejsca. Wyniki zebrano w tabelach 6.8. i 6.9.

Tabela 6.8. Wybrane elementy statystyki opisowej dla: *skok w dal z miejsca* wg WRZ [cm]

Poziom szkolenia	Min	Średnia	Max
Najniższy	122	135	152
Niski	140	170	212
Średni	168	200	229
Wysoki	209	239	274

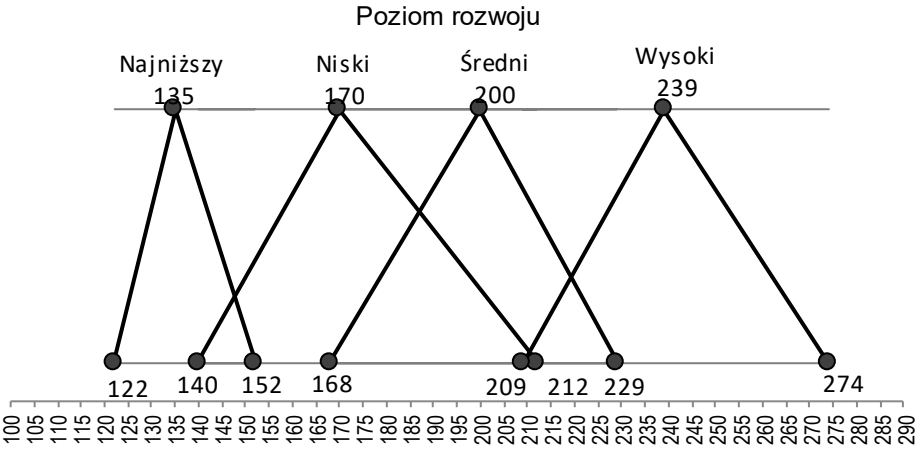
Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.9. Wybrane elementy statystyki opisowej dla: *skok w dal* wg wieku [cm]

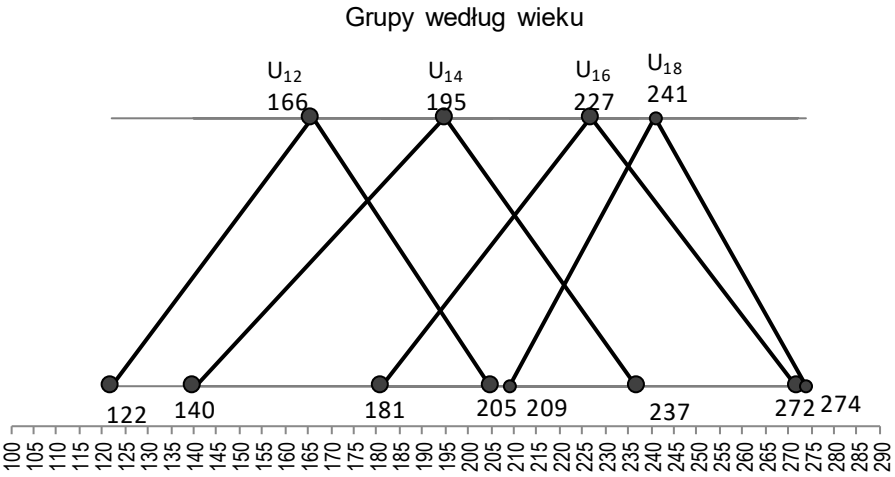
Grupa wg wieku	Min	Średnia	Max
U_{12}	122	166	205
U_{14}	140	195	237
U_{16}	181	227	272
U_{18}	209	241	274

Źródło: opracowanie własne

Dane tabelaryczne zilustrowano na rycinach 6.30 i 6.31.



Ryc. 6.30. Długości skoku w dal z miejsca a poziom rozwoju zawodnika
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6.31. Długości skoku w dal z miejsca dla grup wg wieku
Źródło: opracowanie własne

Porównując oba wykresy, można zobaczyć, że grupowanie wg WRZ jest wyraźniejsze, bowiem rozstęp wyników w trzech grupach jest dużo mniejszy, a więc lepiej różnicuje grupy. Pokazuje to tabela 6.10.

Tabela 6.10. Porównanie rozstępów wyników *skoku w dal z miejsca* [cm]

wg WRZ	30	72	61	65
wg wieku	83	97	91	65

Źródło: opracowanie własne

Wstępnej klasyfikacji zawodnika ze względu na jego poziom rozwoju zawodniczego do jednej z czterech grup:

- poziom najniższy
- poziom niski
- poziom średni
- poziom wysoki

można dokonać nieskomplikowaną statystycznie metodą. Zilustrujemy ją na przykładzie siedmiu zmiennych, łatwych do pomiaru, o pojemności integralnej H = 0,864. Przedstawia je tabela 6.11.

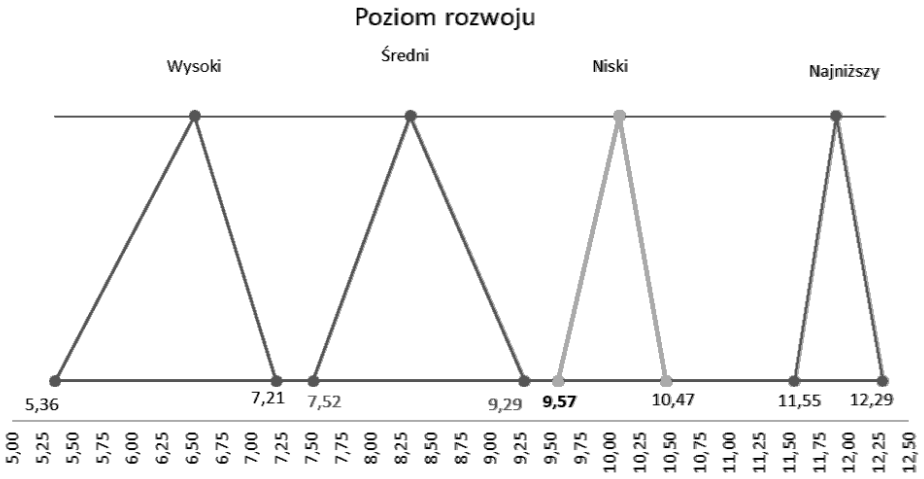
Po dokonaniu pomiarów wybranych zmiennych dzielimy zawodników na cztery, wyżej określone, grupy dla każdej ze zmiennych z osobna. Podziału dokonujemy posługując się odchyleniem standardowym dla danej zmiennej – szerokość trzech pierwszych przedziałów jest równa odchyleniu standardowemu.

Tabela 6.11. Wybrane zmienne o wysokiej pojemności integralnej

Nr	Typ zmiennej	Zmienna	Pojemność indywid.
1	D	zdolność sprzężenia ruchów [s]	0,186
2	S	zdolność różnicowania ruchów [pkt]	0,102
3	S	siła eksplozywna kończyn dolnych [cm]	0,104
4	S	test Hopkinsa – dystans – THD [pkt]	0,106
5	S	szybkość podań [s]	0,121
6	D	max. względne obciążenie wysiłkowe [W/ kg]	0,133
7	D	procent zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała [%]	0,113
		pojemność integralna	**0,864**

Źródło: opracowanie własne

Dla stymulant (S) granice przedziałów powstają poprzez odejmowanie wartości odchylenia standardowego od wartości wyniku najlepszego. Dla destymulant (D) granice przedziałów powstają poprzez dodawanie wartości odchylenia standardowego do wartości wyniku najlepszego. Następnie tworzymy wykresy określające poziomy rozwoju dla każdej ze zmiennych.



Ryc. 6.32. Zdolność sprzężenia ruchów – wyznaczanie granic przedziałów poziomów
Źródło: opracowanie własne

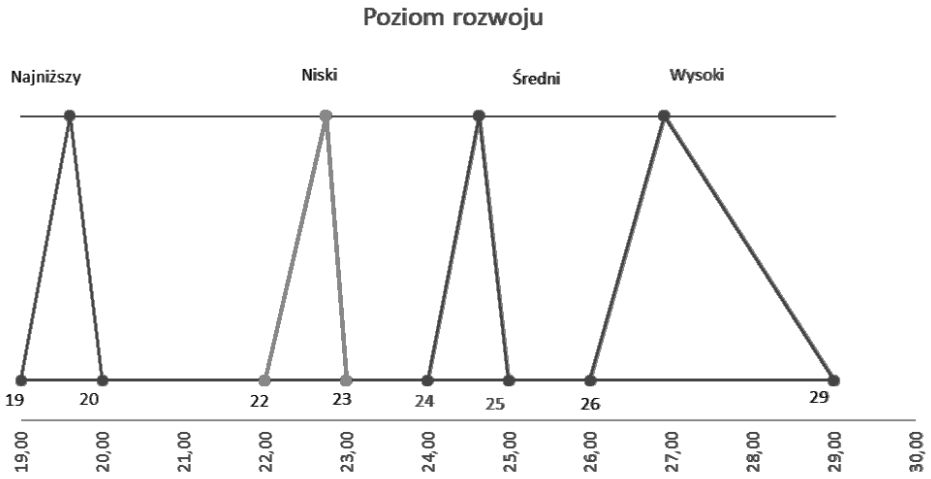
Na rycinie 6.32 widać, że przedziały nie zazębiają się. Zazwyczaj taka sytuacja będzie miała miejsce dla populacji małych liczebnie. Nie ma to znaczenia w przypadku klasyfikacji zawodnika z badanej populacji. Jego wynik na pewno znajdzie się w przedziale. Gdy klasyfikowany jest zawodnik spoza próby wynik może leżeć poza wyznaczonymi przedziałami. Trzeba uwzględnić to przy określaniu punktacji poziomów rozwoju. Tabela 6.12. przedstawia przykładową metodę określania punktacji wyników dla destymulanty – zdolność sprzężenia ruchów.

Tabela 6.12. Punktacja poziomów – zdolność sprzężenia ruchów

dolna	górna	punkty
	<7,21	4
>=7,21	<9,29	3
>=9,29	<10,47	2
>=10,47		1

Źródło: opracowanie własne

Postępując analogicznie w stosunku do pozostałych zmiennych, otrzymujemy ryciny i tabele jak poniżej.

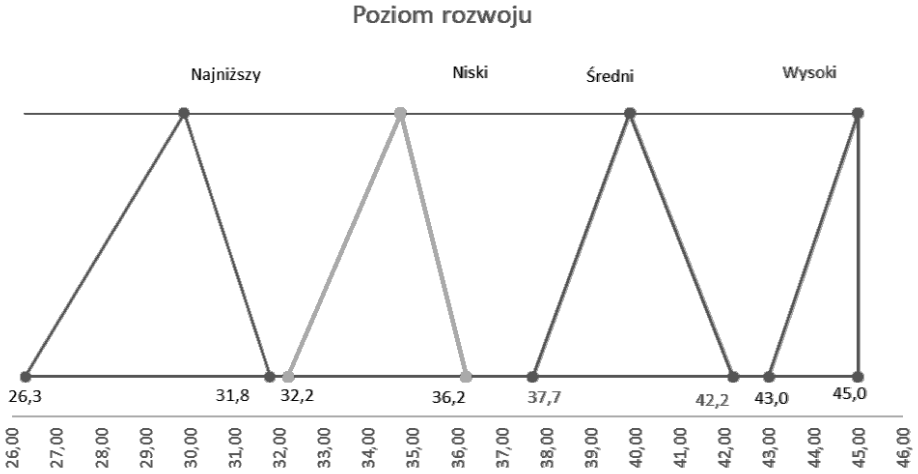


Ryc. 6.33. Zdolność różnicowania ruchów – wyznaczanie granic przedziałów poziomów
Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.13. Punktacja poziomów – zdolność różnicowania ruchów

dolna	górna	punkty
	<22	1
>=22	<24	2
>=24	<26	3
>=26		4

Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6.34. Siła eksplozywna kończyn dolnych – wyznaczanie granic przedziałów poziomów
Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.14. Punktacja poziomów – siła eksplozywna kończyn dolnych

dolna	górna	punkty
	<=32,2	1
>32,2	<=37,7	2
>37,7	<=43,0	3
>43,0		4

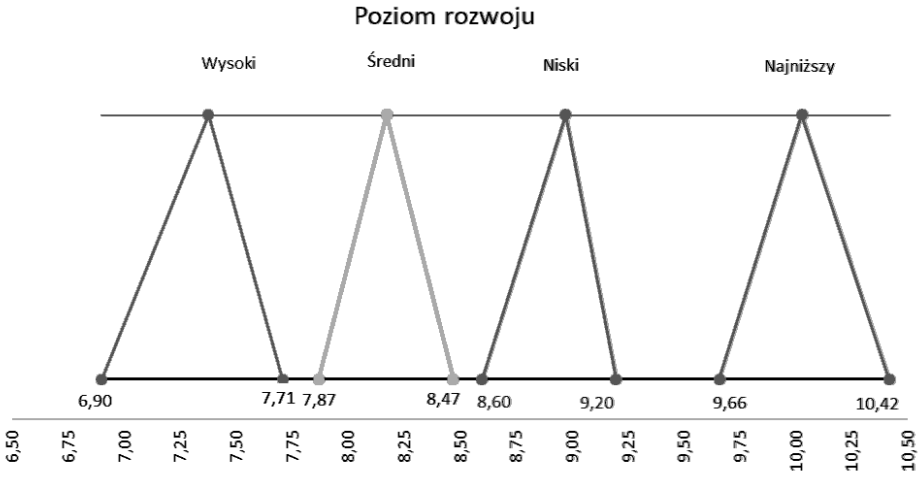
Źródło: opracowanie własne

Ryc. 6.35. Test Hopkinsa – dystans – wyznaczanie granic przedziałów poziomów
Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.15. Punktacja poziomów – test Hopkinsa – dystans

dolna	górna	punkty
	<=13	1
>13	<=15	2
>15	<=18	3
>18		4

Źródło: opracowanie własne

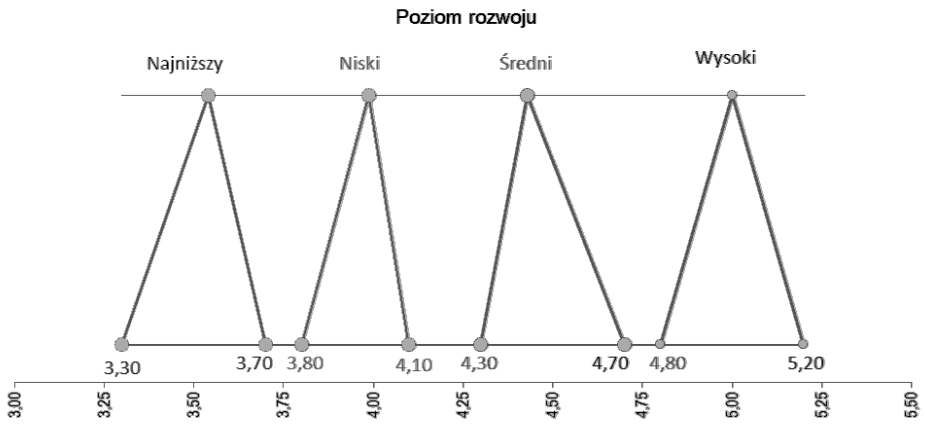


Ryc. 6.36. Szybkość podań – wyznaczanie granic przedziałów poziomów
Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.16. Punktacja poziomów – szybkość podań

dolna	górna	punkty
	<7,71	4
>=7,71	<8,47	3
>=8,47	<9,20	2
>=9,20		1

Źródło: opracowanie własne

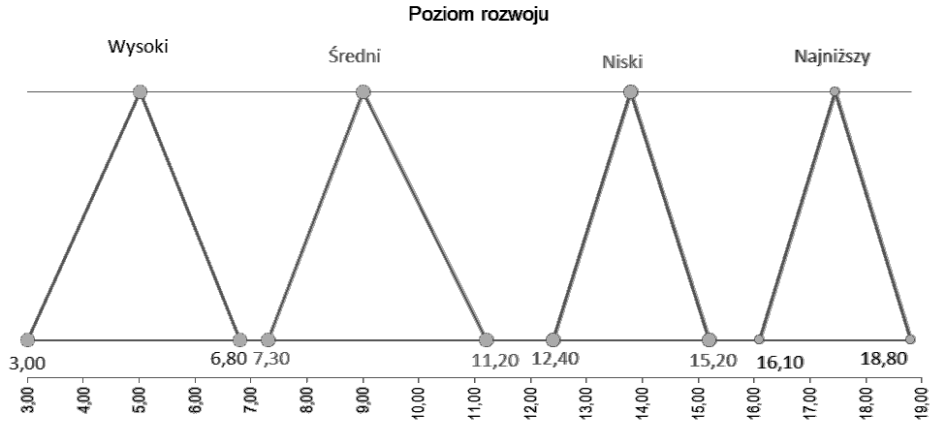


Ryc. 6.37. Maksymalne względne obciążenie wysiłkowe – wyznaczanie granic przedziałów poziomów
Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.17. Punktacja poziomów – max wzg. obciążenie wysiłkowe

dolna	górna	punkty
	<=3,80	1
>3,80	<=4,30	2
>4,30	<=4,80	3
>4,80		4

Źródło: opracowanie własne



Ryc. 6.38. Procent zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała – wyznaczanie granic przedziałów poziomów
Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.18. Punktacja poziomów- procent zawartości tkanki tłuszcz. w skł. ciała

dolna	górna	punkty
	<=6,80	4
>6,80	<=11,20	3
>11,20	<=15,20	2
>15,20		1

Źródło: opracowanie własne

Dysponując kompletem wykresów i tabel z punktacją wyników, można określić poziom rozwoju konkretnego zawodnika ze względu na wybrane zmienne. Pokażemy to na przykładzie zawodnika ze wskaźnikiem rozwoju zawodniczego WRZ = 0,50 – wysoki poziom rozwoju. Granice przedziałów dla WRZ zostały wyznaczone za pomocą odchylenia standardowego taką samą metodą jak dla zmiennych.

Tabela 6.19. Graniczne wartości WRZ a poziom rozwoju

poziom	górna	dolna
wysoki		>= 0,39
średni	<0,39	>=0,28
niski	<0,28	>=0,21
najniższy	<0,21	

Źródło: opracowanie własne

Każdy wynik uzyskany przez zawodnika oceniamy wg tabel 6.11–6.18. Przykładowo, zawodnik osiągnął w teście Hopkinsa – dystans 14 pkt. W tabeli 6.15 znajdujemy przedział zawierający wynik 14, tj. >13 do <=15 i odczytujemy odpowiadającą punktację – 2 pkt . Dane wybranego zawodnika zawiera tabela 6.20.

Tabela 6.20. Ocena wyników przykładowego zawodnika

Numer zawodnika	Zdolność sprzężenia ruchów [s]	Zdolność różnicowania ruchów [pkt]	Siła eksplozywna kończyn dolnych [cm]	Max. względne obciążenie wysiłkowe [w/ kg]	Test Hopkinsa – dystans [pkt]	Szybkość podań [s]	Procent zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała [%]	WRZ
8	6,45	29	41,80	4,80	20	7,71	3,40	0,50
								Σ
pkt.	4	4	3	3	4	3	4	25

Źródło: opracowanie własne

Końcowej oceny dokonujemy jedną z dwóch metod:

1. za pomocą średniej arytmetycznej – metody niezależnej od liczby zmiennych,
2. na podstawie uzyskanej sumy punktów – metody zależnej od liczby zmiennych (suma końcowa zależna od liczby zmiennych).

Ad 1. Obliczamy średnią arytmetyczną z sumy punktów i odczytujemy poziom rozwoju zawodnika z tabeli 6.21. Wybrany zawodnik uzyskał 25 punktów i jego średnia to 3,57, więc klasyfikujemy go do poziomu wysokiego.

Tabela 6.21. Wartość średniej arytmetycznej punktacji wyników a poziom rozwoju zawodnika

Granica przedziału		Poziom
dolna	górna	
>=1	<1,50	najniższy
>=1,5	<2,50	niski
>=2,50	<3,50	średni
>=3,50	<=4	wysoki

Źródło: opracowanie własne

Ad 2. Na podstawie sumy punktów klasyfikujemy zawodnika do jednego z czterech poziomów rozwoju na podstawie tabeli 6.22. Wynik 25 punktów to poziom wysoki.

Tabela 6.22. Wartość średniej arytmetycznej punktacji wyników a poziom rozwoju zawodnika

Granica przedziału		Poziom
dolna	górna	
>=7	<11	najniższy
>=11	<17	niski
>=17	<24	średni
>=24	=28	wysoki

Źródło: opracowanie własne

Warto zainwestować w pomiary na większej próbie oraz większej liczby zmiennych niewymagających skomplikowanej aparatury pomiarowej i na tej podstawie wstępnie określać przydatność kandydatów nie tylko do koszykówki.

Niezależnie jednak od wyników uzyskiwanych w danym momencie, nie można zapominać o tym, że w każdego warto inwestować, popularyzując tym samym koszykówkę, trzeba jedynie mieć świadomość potencjalnych możliwości rozwoju sportowego zawodnika. Dla tych, dla których aktualnie nie ma miejsca w szkoleniu sportowym, winno znaleźć się miejsce do treningu w grupach rekreacyjnych, gdyż „charakter gry w koszykówkę wymaga raczej wskazywania na typy niż ideały" [Litkowycz i in. 2008]. Nie wiadomo bowiem, kiedy objawi się talent:

> „Czuję się fatalnie, gdy talenty są odrzucone na bazie komputerowych statystyk. Bazując na kryteriach, które stosuje »Ajax«, zostałbym odrzucony. Kiedy miałem piętnaście lat, nie mogłem kopnąć piłki dalej niż na 15 metrów lewą nogą i może 20 prawą. A moja technika i wizja gry nie były wykrywalne przez komputer"[20].

Przedstawione w niniejszej pracy wnioski i spostrzeżenia niewątpliwie wzbogacą wiedzę o selekcji sportowej. Każdy trener marzy o wychowaniu mistrza. Jest to równie trudne zadanie jak znalezienie osoby z potencjałem mistrzowskim. Aby osiągnąć wyznaczone sobie cele taki kandydat, oprócz predyspozycji sportowych, musi cechować się wysoką etyką pracy oraz wysokim poziomem zdolności uczenia się, a także motywacji do nieustannej pracy nad swoimi słabościami. Dojrzałość i równowaga emocjonalna, odporność na stres, pewność siebie oraz kontrola lęku są bardzo ważne w osiągnięciu najlepszego wyniku sportowego podczas zawodów

[20] Johan Cruyff (1947–2016), legenda piłkarska klubu „Ajax" Amsterdam.

[Lidor, Lavyan 2002]. Sáenz-López i in. [2005] również wskazują na ogromną rolę takich indywidualnych cech jak: poświęcenie się pracy, zdolność uczenia się, inteligencja boiskowa, umiejętność koncentracji oraz zdolności taktyczne do czytania gry i podejmowania szybkich, trafnych decyzji. Ważny jest także „CONTEXT"[21], rozumiany jako zespół współistniejących czynników powiązanych, czyli środowisko, w którym rozwija się talent (rodzina, klub, trener, poziom rywalizacji, radość z gry, możliwości gry w starszych kategoriach wiekowych, studia, agent). Dopiero wszystkie razem wymienione wyżej czynniki mogą wskazać potencjalnego mistrza[22] oraz „lidera, którego cechy osobowościowe, nieprzeciętne umiejętności sprawiają, iż mecz koszykarski to nie tylko potyczka sportowa, lecz najczęściej prawdziwy show widowiskowo-koszykarsko-zabawowy, przyciągający swoją specyfiką coraz większe grono odbiorców"[23].

[21] Patrz: ryc. 1.1, s. 12.

[22] Patrz: Załącznik 1. Kryteria selekcji do koszykówki wg Sarnowskiego i Wawrzyńczuka 2017.

[23] Patrz: Pluta 2008, s. 22.

BIBLIOGRAFIA

Abernethy B., Thomas K.T., Thomas J.R., *Strategies for improving understanding of motor expertise (or mistakes we have made and things we have learned).* W: J.L. Starkes & F. Allards (Eds), *Cognitive issues in motor expertise,* Elsevier, Amsterdam 1993, s. 317–356.

Alemdaroglu U., *The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players*, „Journal of Human Kinetics", 2012, nr 31, s. 99–106.

Alfonsi S., *Koszykówka. Podręcznik: technika, taktyka i strategia, przepisy, przewinienia, zadania, przygotowanie ogólnofizyczne*, Warszawa 2005.

Amberry T., *Free throw. Seven Steps to Success at the Free-throw Line,* Harper, New York 1996.

Arazi H. Asadi A., *Effects of high-intensity plyometric training on dynamic balance, agility, vertical jump and sprint performance in young male basketball players*, „Journal of Sport and Health Research", 2012, nr 4 (1), s. 35–44.

Arias J. L., *Influence of ball weight on shot accuracy and efficacy among 9–11-year-old male basketball players*, „Kinesiology" 2012, nr 44 (1), s. 52–59.

Arrieta H., Torres-Unda J., Gil S.M., Irazusta J., *Relative age effect and performance in the U16, U18 and U20 European Basketball Championships*, „J Sports Sci", 2015 Dec, nr 14, s. 1–5.

Ballı S., Korukoğlu S., *Development of a fuzzy decision support framework for complex multi-attribute decision problems: A case study for the selection of skilful basketball players*, „Expert Systems", 2014 Feb, nr 31 (1), s. 56–69.

Balsewicz W.K., *Mietodiczeskije princypy issledowanij po problemie otbora i sportiwnoj orientacji*, „Teorija i Praktika Fizkultury", 1980, nr 1, s. 31–34.

Bar-Or O., *Predicting athletic performance*, „Physician and Sports Medicine", 1975, nr 3 (2), s. 81–85.

Barabasz Z., Zadarko E., Nizioł E., *Nabór, selekcja i system szkolenia w sporcie wyczynowym dzieci i młodzieży – wybrane zagadnienia,* „Prace naukowo-dydaktyczne Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Krośnie", 2009, Zeszyt 42, s. 121–133.

Bartlett R., *Artificial intelligence in sports biomechanics: New dawn or false hope?* „Journal of Sports Science and Medicine", 2006, nr 5, s. 474–479.

Bhandari I., Colet E., Parker J., Pines Z., Pratap R., Ramanujam K., Adv*anced Scout: Data Mining and Knowledge Discovery in NBA Data*, „Data Mining and Knowledge Discovery", 1997, nr 1 (1), s. 121–125.

Boraczyński T, Urniaż J., *The effect of plyometric training on strength-speed abilities of basketball players*, „Research Yearbook", 2008, nr 14 (1), s. 14–19.

Brill M.S., *Otbor w sportiwnych igrach*, Fizkultura i Sport, Moskwa 1980.

Bułhakowa B.Ż., Woroncow A.R., *Mietodologija ocenki plawatienoj pierspiektiwnosti. Teorieticzeskije i mietodiczeskije aspiekty probliemy otbora w sportie*, Fizkultura i Sport, Moskwa 1990.

Burns A. R, Gaines Ch., *Sports selection*, New York 1984.

Cervenjakow M., *Metodika za atcitanie sportnotechniceskata efektivnost na futbolista*, „Vaprosy na Fiziceskata Kultura", 1972, nr 2.

Chyliński S., *Testy sprawności specjalnej w koszykówce. Praca magisterska*, Akademia Wychowania Fizycznego, Gdańsk 1997.

Council of Europe, *Eurofit: Handbook for the Eurofit Test of Physical Fitness,* Council of Europe, Rome 1988.

Czerwiński J., *Trening i jego wpływ na efektywność walki sportowej w grach zespołowych*, AWFiS, Gdańsk 2003.

Delextrat A., Cohen D., *Strength, power, speed and agility of women basketball players according to playing position,* „Journal of Strength and Conditioning Research", 2009, nr 23 (7), s. 1974–1981.

Dembiński J., *Wpływ indywidualnych działań gracza na skuteczność działań zespołowych w profesjonalnej koszykówce*, AWF, Gdańsk 2002.

Dembiński J., *Sprawność działania a efekt synergistyczny dla dwójek zawodników w grze w koszykówkę,* W: J. Dembiński, Z. Naglak (red.), *Sprawność działania zawodników w grach sportowych*, WTN, Wrocław 2003, s. 73–78.

Dezman B., Trninic S., Dizdar D., *Die Modelle der Experten- und Decision-Making-Systeme zur Erfolgreichen Bewertung von Leistungsmoeglichkeit und Wahrer Leistung der Basketballspieler. / Modeli ekspertnih sustava i sustava odlucivanja za ucinkovitu procjenu potencijalne i stvarne kvalitete kosarkasa*, „Kinesiology", 2001 Dec, nr 33 (2), s. 207–215.

Diaczkow W.M., *Die Stenerung und Optimierung des Traningsprozesses,* Berlin-München-Frankfurt, 1977.

Dobrzański B., *Ocena dotychczasowego systemu sportu dzieci i młodzieży w Polsce i propozycje strukturalnych rozwiązań*, W: *Materiały pokonferencyjne „Aktualne problemy sportu dzieci i młodzieży"*, Instytut Sportu, Warszawa 1994.

Drozdowski Z. (red.), *W poszukiwaniu obiektywnych kryteriów selekcji w sporcie,* AWF, Poznań 1979.

Drozdowski Z., *Antropometria w wychowaniu fizycznym*, Wydawnictwo AWF, Poznań 1998.

Dziąsko J., Naglak Z., *Teoria sportowych gier zespołowych*, PWN, Warszawa–Wrocław 1986.

Figula P., *Psychologiczne aspekty modelu koszykarza*, „Trener", 1976, nr 1.

Flitman A. M., *Towards probabilistic footy tipping: A hybrid approach utilising genetically defined neural networks and linear programming*, „Computers & Operations Research", 2006, nr 33(7), s. 2003–2022.

Fry M. J., Lundberg A. W., Ohlmann J. W., *A player selection heuristic for a sports league draft*, „Journal of Quantitive Analysis in Sports", 2007, nr 3, s. 1–33.

Gillam McKenzie G., *Identification of anthropometric and physiological characteristics relative to participation in college basketball*, „National Strength & Conditioning Association Journal", 1985 nr 7 (3), s. 34–36.

Godik M. A., *Sportiwnaja mietrołogija*, Fizkultura i Sport, Moskwa 1988.

Godik M. A., *Kontrol w sportiwnoj trenirowke*, W: *Sowremennaja sistema sportiwnoj podgotowki*, MGFSO, Moskwa 1995.

Grabiński T., *Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach dynamiki zjawisk ekonomicznych*. Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Seria Specjalna: Monografie nr 61, 1984.

Groszenkow S. S., *O wozmożnosti dalniejszego prognoza sportiwnoj prigodnosti*, „Teorija i Praktika Fiziczeskoj Kultury", 1972, nr 6.

Hahn E., *Entrenamiento con ninos*, Martinez Roca, Barcelona 1998.

Hebbelinck M. 1989. *Identyfikacja i rozwój talentów w sporcie*, „Sport Wyczynowy", 1989, nr 2 (290), s. 3–7.

Hellwig Z., *Regresja liniowa i jej zastosowanie w ekonomii*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1967.

Hellwig Z., *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*, „Przegląd Statystyczny" 1968, zeszyt 4, s. 307–327.

Hellwig Z., *Problem optymalnego wyboru predyktant*, „Przegląd Statystyczny", 1969, z. 3–4, s. 221–237.

Hellwig Z., Siedlecka U., Siedlecki J., *Taksonomiczne modele zmian struktury gospodarczej Polski*, Instytut Rozwoju i Studiów Strategicznych, Warszawa 1995.

Hellwig Z., *Elementy ruchu prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej*, PWN, Warszawa 1998.

Hoare D.G., *Predicting success in junior elite basketball players - the contribution of anthropometric and physiological attributes,* „J Sci Med Sport", 2000 Dec, nr 3 (4), s. 391–405.

Hopkins D. R., *Using Skill Tests to Identify Successful and Unsuccessful Basketball Performers,* „Research Quarterly. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance", 1979, nr 50 (3), s. 381–387.

Huciński T., Tymański R., *Elektroniczny arkusz obserwacji struktury i skuteczności działań techniczno-taktycznych w koszykówce*, W: J. Bergier (red.), *Obserwacja i ocena działań zawodników w zespołowych grach sportowych*, Wrocław–Biała Podlaska 2004, s. 135–145.

Huciński T. i in., *Ocena efektywności walki sportowej zespołu w koszykówce*, „Rocznik Naukowy" AWF, Gdańsk, 2001, t. X, s. 27–37.

Huciński T., Tymański R., Kocięda K., *Próba weryfikacji arkuszy obserwacji gry w koszykówkę*, „Trening", 2001, nr 2, s. 92–103.

Huciński T., Wilejto-Lekner I., Makurat F., *Vademecum koszykówki*, Centralny Ośrodek Sportu, Warszawa 1996.

Ibáñez S.J., Sáenz-López P., Feu S., Giménez J., García J., *Progression of Spanish National Team Basketball Players by Age and Sex*, „Open Sports Sciences Journal", 2010, nr 3, s. 118.

Ignacik J., *Informacyjność wybranych kryteriów doboru kandydatów do szkolenia w piłce ręcznej młodych szczypiornistów*, „Zeszyty Metodyczno-Naukowe", AWF Katowice, 2008, nr 25.

Iwanow W.S., *Ergomietriczeskije kriterii rabotosposobnosti w cykliczeskich widach sporta*, „Teorija i Praktika Fiziczeskoj Kultury", 1973, nr 2.

Jarząbek R., Ryguła I., *Współzależność między koordynacyjnymi zdolnościami motorycznymi a sprawnością specjalną i efektywnością gry w piłce ręcznej*, W: Z. Naglak, R. Panfil (red.), *Materiały konferencji naukowej Zespołowe gry sportowe w wychowaniu fizycznym i sporcie*, AWF, Wrocław 1994, s. 41–51.

Jinri J.M., *How to select potential Olimpic swimmers*, „American Swimming Magazine", 1993 Feb.–Mar.

Kahn J., *Neural network prediction of NFL football games*, University of Wisconsin 2003.

Kahneman D., *Pułapki myśenia. O myśleniu szybkim i wolnym*, Media–Rodzina, Poznań 2012.

Khlifa R. i in. *Kinematic adjustments in the basketball free throw performed with a reduced hoop diameter rim*, „International Journal of Sports Science & Coaching", 2012, nr 7 (2), s. 371–382.

Klimontowicz W., *Koszykówka, program szkolenia dzieci i młodzieży*, COS, Warszawa 1999.

Klocek T., Spieszny M., Szczepanik M., *Komputerowe testy zdolności koordynacyjnych*, COS, Warszawa 2002.

Kobe M., Erčulj F., *Comparative analysis of the morphological motor potential of the basketball cadet men's national teams of Slovenia*, „Sport: Revija Za Teoreticna in Prakticna Vprasanja Sporta", 2011, nr 59 (3/4), s. 88–92.

Kodym M., *Model zawodnika odnoszącego sukcesy*, „Koszikowa odbijena", 1969, nr 2.

Koriagin V. M., *Faktornaa struktura tehniceskoj i fiziceskoj podgotovlenosti basketbolistov vysokoj kvalifikacii v mnogoletnem cikle trenirovki*, „Teoria i Praktika Fizkultury", 1997, nr 3, s. 12–15.

Kovar R., *Human Variation in Motor Abilities and its Genetic Analysis*. Univerzita Carlova, Praha 1980.

Kowalik P., *Wykorzystanie arkuszy kalkulacyjnych do wyboru zmiennych objaśniających przy pomocy metody wskaźników pojemności informacyjnej (metody Hellwiga). Rola informatyki w naukach ekonomicznych i społecznych. Tom 2,* Wydawnictwo Wyższej Szkoły Handlowej, Kielce 2012.

Krasicki Sz., Zageta-Łuc E., Matusik S., Rosiński J., Tchórzewski D., Wątroba J., *Sporty zimowe – nabór i selekcja*, AWF, Kraków 2008.

Kreivytė R., Stonkus S., *The effect of non-traditional aids on the change in free throw accuracy indices*, „Sportas", 2009, nr 1 (72), s. 47–53.

Kubaszczyk A., *Poziom koordynacyjnych zdolności motorycznych a sprawność specjalna koszykarzy na różnych etapach szkolenia sportowego. Praca doktorska*, AWF, Katowice 1996.

Kuder A., Perkowski K., Śledziewski D. (red.), *Proces doskonalenia treningu i walki sportowej. Tom 7,* Warszawa 2010.

Kuźmin A.I., Diaczenko W.F., *Komplieksnaja ocenka indiwidualnych wozmożnostiej sportsmienow kak faktor podgotowki riezerwa sbornych komand po griebnomu sportu*, Dniepropietrowsk 1994.

Lefavi R.G. i in., *Effects of creatine monohydrate on performance of collegiate baseball and basketball players*, „Journal of Strength and Conditioning Research", 1998, nr 12, s. 275.

Letzelter M., *Trainingsgrundlagen*, Sachbuch, Hamburg 1991.

Lidor R., Lavyan Z., *A retrospective picture of easy sport experiences among elite and near-elite Israeli athletes: developmental and psychological perspective*, „International Journal of Sport Psychology", 2002, nr 33 (3), s. 269–289.

Lin D., *Analysis of reaction time between high performance basketball player and ordinary basketball player*, W: *Informatics and Management Science VI, Lecture Notes in Electrical Engineering*, Springer, New York, 2013, s. 209.

Litkowycz R. i in. *Speed and anaerobic fitness in elite junior basketball players during a precompetitive mesocycle*, „Studies in Physical Culture and Tourism", 2008, nr 15 (1), s. 67–71.

Litkowycz R., Andryszczak M., *Proces naboru i selekcji w sporcie*, W: A. Zając, Z. Waśkiewicz (red.), *Nauka w służbie sportu wyczynowego*, AWF, Katowice, 2007, s. 173–212.

Ljach W., *Koszykówka. Podręcznik dla studentów Akademii Wychowania Fizycznego (Część I),* Kraków 2003.

Ljach W., *Koszykówka. Podręcznik dla studentów Akademii Wychowania Fizycznego (Część II),* Kraków 2007.

Ljach W., Witkowski Z., *Koordynacyjne zdolności motoryczne w piłce nożnej,* COS, Warszawa 2004.

Ljach W., Kubaszczyk A., Juras G., Waśkiewicz Z., *Kryteria, metody oceny koordynacyjnych zdolności motorycznych w koszykówce*, W: I. Ryguła (red.), *Czynniki warunkujące efektywność walki sportowej w koszykówce*, AWF, Katowice 1995, s. 65–87.

Luk K.M., Cruz A., Lin V., *The Effects of Video Feedback with Verbal Cues on Performance of Basketball Free Throw Shooting by Female Junior Basketball Beginners*, „Asian Journal of Physical Education & Recreation" 2010, nr 15 (2), s. 65-87.

Mańkowska M., Poliszczuk T., Poliszczuk D., *Johne Visual Perception and Its effect on reaction time and time-movement anticipation in elite female basketball players*, „Polish Journal Of Sport And Tourism", 2015, nr 22, s. 3–14.

Martens R., *Successful Coaching. America's best-selling coach's guide, 3th Edition*, Human Kinetics, Champaign, Illinois 2003.

Maszczyk A., *Określenie wartości diagnostycznej i predyktywnej wybranych cech budowy ciała, sprawności fizycznej ogólnej i specjalnej 14–15-letnich oszczepników*, „Zeszyty Metodyczno-Naukowe", AWF Katowice, 2008, nr 25, s. 23–37.

Mester J., Perl J., *Unconventional simulation and empirical evaluation of biological response to complex high training loads*, W: Parisi P., Pigozzi F., Prinzi G. (eds.), *Sport Science in Europe*, Rome 1999, s. 163.

Mikołajec K., *Wpływ ćwiczeń o dużej złożoności koordynacyjnej na poziom sprawności specjalnej oraz efektywność działań techniczno-taktycznych młodych koszykarek. Praca doktorska*, AWF, Katowice 1998.

Mikołajec K., *Kumultatywny i ostateczny efekt treningu funkcjonalnego u koszykarzy na wysokim poziomie zaawansowania sportowego*, AWF, Katowice 2013.

Mikołajec K. i in., *Ćwiczenia rozciągające i siłowe w relacji z szybkością biegową i mocą anaerobową koszykarzy*, „Antropomotoryka", 2012, nr 22 (58), s. 17–26.

Mikołajec K., Rzepka R., *Wykorzystanie ćwiczeń plajometrycznych do kształtowania siły eksplozywnej*, W: Zając A., Waśkiewicz Z. (red.), *Nauka w służbie sportu wyczynowego*, AWF, Katowice 2007, s. 151–172.

Mikołajec K., Zając A., *Kontrola sprawności ogólnej i specjalnej w koszykówce*. W: Ryguła I. *Czynniki warunkujące efektywność walki sportowej w koszykówce*, AWF, Katowice: 1995, s. 131–147.

Milicerowa H. (red.), *Sympozjum. Badania nad metodami selekcji dzieci i młodzieży do działalności sportowej*, AWF, Warszawa 1978.

Mohamed H., Vaeyens R., Matthys S., Multael M., Lefevre J., Lenoir M., Philippaerts R., *Anthropometric and performance measures for the development of a talent detection and identification model in youth handball*, „Journal of Sports Sciences", 2009, nr 27 (3), s. 257–266.

Montgomery P. G., Pyne D. B., Minahan C. L., *The physical and physiological demands of basketball training and competition*, „International Journal oh Sports Physiology and Performance", 2010, nr 5, s. 75–86.

Morozowa Ż.J., *Mietodika komplieksnoj ocenki perspektiwnosti junych sportsmienow dla otbora w uczebno- trienirowocznyje gruppy sportiwnych szkoł*, Moskwa 1989.

Naglak Z., *Zespołowa gra sportowa*, AWF, Wrocław 1994.

NBA Draft Tests, 2011, https://www.topendsports.com/sport/basketball/testing-draft-results-2011.htm.

Nikituszkin W.G., *Sistema kompleksnowo kontrola w podgotowkie junych sportsmenow*, W: W. G. Nikituszkin (red.), *Sistema podgotowki sportiwnogo rezewa,* Moskwa 1994, s. 180–192.

Nikituszkin W.G., Guba W.P., *Metody otbora w igrowyje widy sporta*, Moskwa 1998.

Ostojic S.M., Mazic S., Dikic N., *Profiling in basketball: physical and physiological characterics of elite players*, „J Strength and Cond Res.", 2006, nr 20 (4), s. 740–744.

Oudejans R., *Effects of Visual Control Training on the Shooting Performance of Elite Female Basketball Players,* „International Journal of Sports Science & Coaching", 2012, nr 7 (3), s. 469–480.

Panfil R., *Metody oceny działań startowych piłkarzy*, ,,Sport Wyczynowy", 1989, nr 9–10, s. 19–22.

Panfil R., *Dyspozycje umysłowe a sprawność działania podczas gry w piłkę nożną*, ,,Sport Wyczynowy", 1991, nr 1–2, s. 25–28.

Pasieczny P., Żak M., *Poziom specyficznych zdolności koordynacyjnych i sprawności specjalnej a efektywność indywidualnej gry młodych koszykarek*, W: S. Żak, T. Klocek (red.), *Nabór i selekcja oraz szkolenie dzieci i młodzieży w zakresie sportowych gier z piłką*, Międzynarodowe Towarzystwo Naukowe Gier Sportowych, Wrocław 2007, s. 71–76.

Pearson D.T., Naughton G.A., Torode M., *Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports*, „J Sci Med Sport." 2006 Aug, nr 9(4), s. 277–87.

Perl J., Lames M., Glitsch U., *Modellbildung in der Sportwissenschaft. Beiträge zur Lehr und Forchung im Sport, Bd 132*, Hofmann, Schorndorf 2002.

Pluta B., *Metody zobiektywizowanego identyfikowania liderów w zespołowych grach sportowych na przykładzie koszykówki*, AWF, Poznań 2008.

Płatonow W. N., *Trening wyczynowy w pływaniu*, Biblioteka Trenera, Warszawa 1997.

Płatonow W. N., *Obszczaja tieorija podgotowki sportsmienow w olimpijskom sportie*, Olimpijskaja Literatura, Kijew 1997.

Podmenik N., Leskošek B., Erčulj F., *The effect of introducing a smaller and lighter basketball on female basketball players' shot accuracy*, „Journal of Human Kinetics", 2012, nr 31, s. 131–137.

Pułaska-Turyna B., *Statystyka dla ekonomistów*, Difin, Warszawa 2005.

Raczek J., *Szkolenie młodzieży w systemie sportu wyczynowego*, AWF, Katowice 1989.

Raczek J., *Podstawy szkolenia sportowego dzieci i młodzieży*, RCM-SKFiS, Biblioteka Trenera, Warszawa 1991.

Raczek J., Mynarski W., *Koordynacyjne zdolności motoryczne dzieci i młodzieży*, AWF, Katowice 1992.

Reilly T., Willams A. M., Nevill A., Franks A., *A multidisciplinary approach to talent identification in soccer*, „Journal of Sport Sciences", 2000, nr 18, s. 695–702.

Rodriguez-Alonso M., Fernandez-Garcia B., Perez-Landaluce J., Terrados N., *Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball*, „J. Sports Med. Phys. Fitness.", 2003, nr 43 (4): 432–436.

Rogulj N., Papic V., Plestina V., *Development of the expert system for sport talents detection*, „WSEAS Transactions on Information Science and Applications", 2006, nr 9, s. 1752–1755.

Rosienkiewicz M., Detyna J., *Analiza efektywności metod wyboru zmiennych objaśniających do budowy modelu regresyjnego. Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 3*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2013.

Rychta T., *Diagnoza psychologiczna przygotowania piłkarzy*, [W:] I. Ryguła (red.), *Diagnostyka przygotowania zawodników do gry w piłkę nożną*, AWF, Katowice 1998, s. 79–96.

Ryguła I., *Elementy optymalizacji procesu doboru dzieci do szkolenia na przykładzie skoku wzwyż*, Uniwersytet Śląski, Katowice 1988.

Ryguła I., *Wybrane elementy treningu sportowego*, AWF, Katowice 1999.

Ryguła I., *Artifitial neural network as a tool of the sport prediction*, „Journal of Human Kinetics", 2000, nr 4.

Ryguła I., *Elementy teorii, metodyki, diagnostyki i optymalizacji treningu sportowego*, AWF, Katowice 2002.

Ryguła I., *Proces badawczy w naukach o sporcie*, AWF, Katowice 2003.

Ryguła I., Proces badawczy w naukach o sporcie, AWF, Katowice 2004.

Ryguła I., Olsza B., Olsza W., *Podstawy selekcji i treningu młodych tenisistów*, Wydawnictwo AWF, Katowice 2007.

Sadurski K. *System doboru i selekcji do klubowych sekcji dziecięco-młodzieżowych*, „Sport Wyczynowy", 1988, nr 26 (5), s. 24–29.

Sáenz-López P. i in., *Multifactor characteristics in the process of development of the male expert basketball player in Spain*, „International Journal Sport Psychology, 2005, nr 36 (2), s. 151–171.

Sarnowski D., *Wartość diagnostyczna kryteriów selekcji 11–14-letnich koszykarzy*, „Rocznik Naukowy", AWFiS w Gdańsku, 2013, t. XXIII, s. 29–39.

Silva Filho F., Luguetti C., Paes F., Silveira Böhme M., *Critérios para detecção e seleção de jovens atletas de basquetebol na cidade de São Paulo*, „Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte", 2011, nr 10, s. 64–73.

Singer R. N., Janelle C. M. *Determining sport expertise: From genes to supremes*, „International Journal of Sport Psychology", 1999, nr 30 (2), s. 117–151.

Siris P. Z., Gajdarska P. M., Paczew K. I., *Otbor i prognozirowanije sposobnostiej w liegkoj atletikie*, Fizikultura i Sport, Moskwa 1983.

Sitko B., Kunicki M., Pierchała S., Lukoszek J., *Wartość diagnostyczna wybranych zdolności koordynacyjnych w selekcji chłopców do gry w piłce nożnej*, W: K. Warchoł (red.), *Wychowanie fizyczne w szkole w okresie reformy programowej systemu edukacji*, PWSZ, Krosno 2011, s. 307–324.

Southard D., Amos B., *Rhythmicity and preperformance ritual: stabilizing a flexible system*, „Research Quarterly for Exercise & Sport", 1996, nr 67(3), s. 288–296.

Sozański H. (red.), *Podstawy teorii treningu sportowego*, COS, Warszawa 1999.

Sozański H., Zaprożanow W., *Dobór i kwalifikacja do sportu*, Biblioteka Trenera, Warszawa 1997.

Stanisz A., *Przystępny kurs statystyki z wykorzystaniem programu Statistica PL na przykładach z medycyny*, StatSoft, Kraków 2000.

Starosta W., *Motoryczne zdolności koordynacyjne (znaczenie, struktura, uwarunkowania, kształtowanie)*, Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej, Instytut Sportu, Warszawa 2003.

Starosta W., *Koordynacja ruchowa człowieka*, [W]: Osiński W. (red.), *Motoryczność człowieka – jej struktura, zmienność i uwarunkowania*, AWF, Poznań 1993, s. 39–63.

Stonkus S., *Modeli łuczsich juniorskich (17–18 ljet) basketbolnych komand i basketbolistow Ewropy*, W: *Uprawljenie podgotowkoj junych sportsmenow*, Kaunas 1995, s. 17–19.

Štrumbelj E., Erčulj F., *Correlation between morphological-motor dimensions and an evaluation of the current and potential performance of young Slovenian male and female*, „Sport: Revija Za Teoreticna in Prakticna Vprasanja Sporta", 2012, nr 60 (3–4), s. 97–102.

Superlak E., *Dyspozycje osobnicze a umiejętność działania w grze zespołowej*, Studia i monografie nr 89, AWF, Wrocław,2008.

Szopa J., *Zarys antropomotoryki*, AWF, Kraków 1993.

Szopa J., Śrutowski A., *Próba odrębnego oszacowania efektów doboru wstępnego oraz zwiększonej aktywności ruchowej w przebiegu rozwoju somatycznego, funkcjonalnego i sprawności motorycznej uczniów klas sportowych między 11 a 14 rokiem życia*, Wydawnictwo Monograficzne nr 41, AWF, Kraków 1990.

Śledziewski D., Karwacki A. (red.), *Szkolenie uzdolnionej sportowo młodzieży w polskim systemie edukacyjnym*, T. XII, Estrella, Warszawa, 2003.

Śrutowski A., Ozimek M.. Problemy szkolenia utalentowanej młodzieży w lekkoatletyce, W: Problemy badawcze w lekkoatletyce. AWF, Wrocław, 1994, s. 31–38.

Ulatowski T., *Teoria sportu*, UKFiT, Warszawa 1992.

Ulatowski T., *Uwarunkowania pośrednie i bezpośrednie efektywności walki sportowej*, W: I. Ryguła (red.), *Czynniki warunkujące efektywność walki sportowej w koszykówce*, AWF, Katowice 1995.

Ulatowski T., *Praktyka sportu*, PTNKF, Warszawa1996.

Uzun A., Pulur A., *Effect of free-throw training program on improving shot hit rate in young basketball players (14-15 years of age)*, „Nigde University Journal of Physical Education And Sport Sciences", 2011, nr 5 (2), s. 81–89.

Vaquera A., Refoyo I., Villa J.G., Calleja J., Rodriguez-Marroyo J.A., Garcia-Lopez J., Sampedro J., *Heart rate response to game-play in professional basketball players*, „Journal of Human Sports and Exercise", 2008, nr 3 (1), s. 1–9.

Vienna Test System Sport, Sport Psychological Assessment & Biofeedback, Schuhfried 2013, https://www.schuhfried.com.

Ważny Z., *Współczesny system szkolenia w sporcie wyczynowym*, Sport i Turystyka, Warszawa 1981.

Ważny Z., *Modelowe wskaźniki cech mistrzostwa sportowego*, RCMSKFiS, Warszawa 1989.

Wierike S.C., Elferink-Gemser M.T., Tromp E.J., Vaeyens R., Visscer C., *Role of maturity timing in selection procedures and in the specialisation of playing positions in youth basketball*, „J Sports Sci.", 2015, nr 33(4), s. 337–45.

Wołkow W.M., Filin W.P., *Sportiwnyj otbor*, Fizkultura i Sport, Moskwa 1983.

Zaciorski W. M., Bułgakowa N. Ż., *Teoretyczne podstawy selekcji sportowej*, „Sport Wyczynowy" 1975, nr 7, s. 39–52.

Zając A., *Wpływ suplementacji kreatyną i B-hydroksy-B-metylomaślanem na moc anaerobową oraz skład ciała koszykarzy*, AWF, Katowice 2003.

Zając A., Poprzęcki S., Cholewa J., Mechlich R., *Wpływ suplementacji kreatyną, glutaminą i jabłczanem cytraliny na masę ciała i skład ciała oraz moc anaerobową koszykarzy*, „Medicina Sportiva", 2006, 10, supl. 3, s. 251–257.

Zambová D., Tománek L., *Efficiency shooting program for youth basketball players*, „SportLogia", 2012, nr 8(1), s. 142–151.

Ziegenfuss T., *Effect of creatine loading on anaerobic performance and skeletal muscle volume in NCAA Division I athletes*, „Nutrition", 2002, nr 18 (5), s. 397–402.

Ziemilska A., *Zasady i metody doboru selekcji w sporcie*, Resortowe Centrum Metodyczno-Szkoleniowe Kultury Fizycznej i Sportu, Warszawa 1988.

Zuchora K., *Indeks sprawności fizycznej Zuchory*, AWF, Warszawa 1982.

Zwierko T., Lesiakowski P., *Selected parameters of speed performance of basketball players with different sport experience levels*, „Studies in Physical Culture and Tourism", 2007, nr 14, s. 307–312.

Żak S., *Nabór i selekcja oraz szkolenie dzieci i młodzieży w zakresie sportowych gier z piłką*, Monografie nr 9, MTNGS, Wrocław 2007.

STRESZCZENIE

Współcześnie gry zespołowe, w tym koszykówka, wymagają sprawnej organizacji wieloetapowego systemu szkolenia opartego na naukowych fundamentach. Nieodłącznym elementem każdego etapu tego systemu jest selekcja rozumiana jako procedura celowego doboru zawodników o określonych predyspozycjach umożliwiających im dalszy rozwój sportowy. Igor Ryguła w swojej teorii optymalizacji selekcji sportowej, bazując na wielowymiarowej analizie porównawczej, ujął problem selekcji w matematyczne ramy. Przedstawiona praca opiera się na tej teorii, wpisując się w nowy trend naukowego podejścia do selekcji w sporcie z zastosowaniem analizy taksonomicznej.

Wynik sportowy w koszykówce jest złożonym, wieloskładnikowym osiągnięciem opisywanym dużą liczbą parametrów. Dla celów praktycznych konieczne jest określenie wskaźników, które pozwalają – przy jak najmniejszej liczbie prób – na otrzymanie możliwie szerokiej informacji diagnostycznej. Każdorazowe sprawdzanie szeregu kryteriów ze wszystkich obszarów osobowości sportowej w procesie diagnostycznym jest uciążliwe, a wręcz niemożliwe. Podjęte przez autorów badania naukowe miały na celu określenie tych determinant procesu selekcji, które mają kluczowe znaczenie diagnostyczne w odniesieniu do etapu szkolenia juniorów.

Praca badawcza wyłoniła siedmioelementową kombinację zmiennych diagnostycznych o dużej informacyjnej pojemności integralnej dla 17–19-letnich koszykarzy. Na tej kombinacji zbudowano biometryczny model regresji, za pomocą którego można liczbowo określić ich poziom rozwoju zawodniczego. Liniowe uszeregowanie zawodników według Wskaźnika Rozwoju Zawodniczego (zmienna zależna w równaniu regresji) pozwala na ich porównanie, tym samym stając się narzędziem selekcji. Zastosowanie biometrycznego modelu regresji oraz funkcji dyskryminacyjnych i klasyfikacyjnych upraszcza proces selekcji, skraca czas selekcji oraz podnosi jej efektywność.

Słowa klucze: koszykówka, kryteria selekcji, analiza wielowymiarowa, regresja liniowa, model biometryczny.

SUMMARY

Nowadays team games, including basketball, require efficient organization of a multi-stage training system based on scientific foundations. An integral part of each stage of the selection system is to understand a selection as a process of intended choice of players with certain abilities for further sport development. Optimal Control Theory of Sport Selection by Igor Ryguła, based on a multidimensional comparative analysis, recognized the issue of selection in a mathematical framework. The presented work is based on this theory and enters into a new trend of scientific approach to selection in sport using taxonomic analysis.

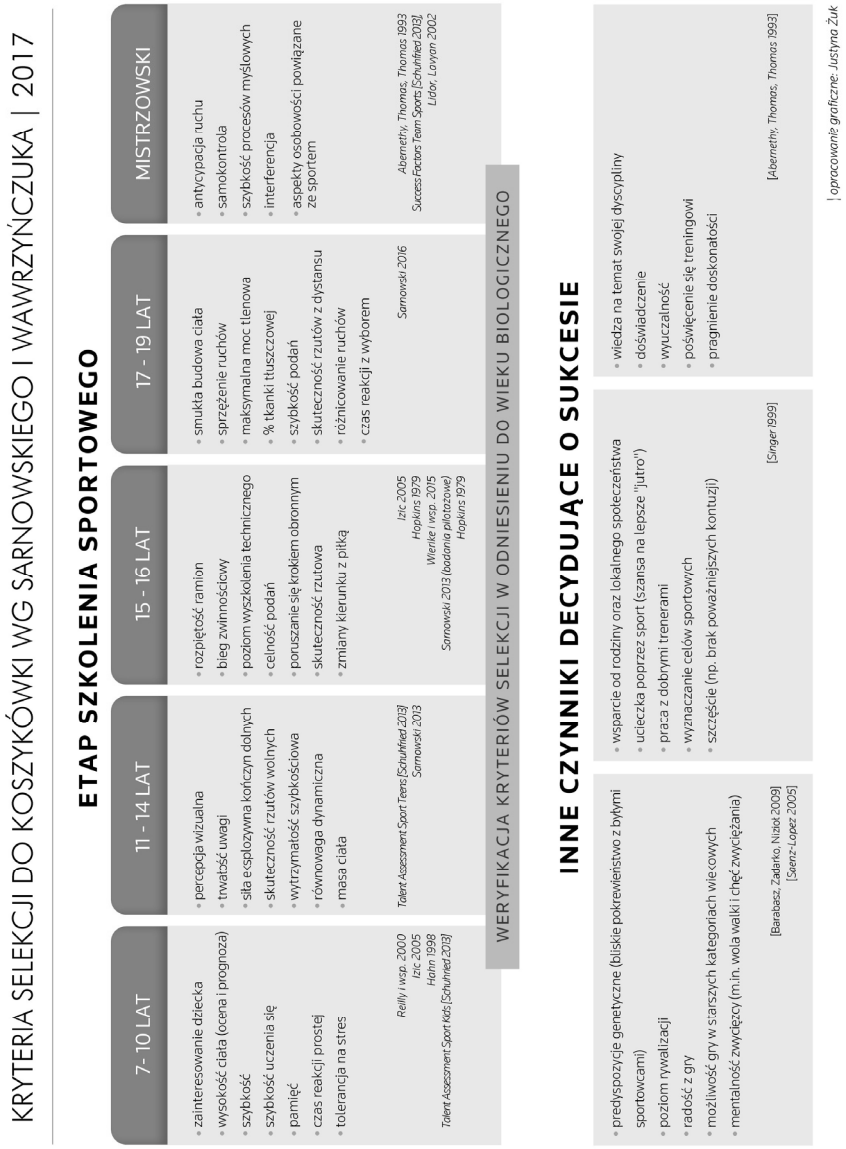
Sport result in basketball is a complex and multicomponent achievement described by a large number of parameters. For practical purposes it is necessary to define the indicators allowing to receive the widest possible diagnostic information with a minimum number of attempts. Checking the number of criteria every time in all areas of sport personality in the diagnostic process is bothersome if not impossible. Authors' research was to determine the fundamental determinants of the selection process regarding training juniors.

The research work emerged a combination of seven elements of diagnostic variables with a high integral information capacity for 17-19-year-old basketball players. A biometric regression model was built on that combination and allows us to determine the level of player development with a number Human Development Index (the dependent variable in the regression equation) and to compare them, becoming the tool of selection. Using the biometric regression model as well as discriminatory and classification functions simplifies the selection process, shortens the time of selection and improves its efficiency.

Key words: basketball, selection criteria, multidimensional comparative analysis, linear regression, biometric model.

ZAŁĄCZNIKI

ZAŁĄCZNIK 1
Kryteria selekcji do koszykówki wg Sarnowskiego i Wawrzyńczuka



Bronisław Wawrzyńczuk — absolwent wrocławskiej AWF, specjalność – menedżer sportu. Mistrz Polski Młodzików w koszykówce. Poszukiwacz talentów na rynku europejskim dla czołowych uczelni amerykańskich. Założyciel portalu scoutingowego www.eurospects.com, śledzącego kariery najbardziej uzdolnionych graczy w Europie od 14. do 22. roku życia.

ZAŁĄCZNIK 2
Podstawowe statystyki badanych zmiennych

ZAŁĄCZNIK 3
Macierz korelacji badanych zmiennych