

AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO
im. BRONISŁAWA CZECHA
W KRAKOWIE



Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu
Instytut Nauk o Sporcie
Zakład Lekkiej Atletyki

Praca doktorska

mgr Sara Marmon

***Obciążenia treningowe a wynik sportowy
polskich maratończyków***

Promotor:

dr hab. Mariusz Ozimek prof. nadzw.

Promotor pomocniczy:

dr Waław Mirek

Kraków 2021

Spis treści

1. Wstęp.....	3
1.1 Bieg maratoński w naukach o sporcie.....	4
1.1.1 Bieg maratoński - rozwój i idea	4
1.1.2 Zawodnik w biegu maratońskim.....	11
1.1.3 Periodyzacja treningu maratońskiego	26
2. Cel pracy i pytania badawcze.....	37
3. Materiał i metody badań.....	38
3.1 Charakterystyka badanej zbiorowości.....	38
3.2 Rejestracja obciążeń treningowych.....	39
3.3 Informacje na temat przebiegu kariery sportowej badanych.....	41
3.4 Metody, techniki i narzędzia badań.....	41
3.4.1 Pomiar cech budowy somatycznej i składu ciała	41
3.4.2 Informacje na temat badanych maratończyków.....	43
3.5 Metody opracowania statystycznego.....	44
4. Wyniki.....	46
4.1 Obciążenia treningowe a wynik sportowy polskich maratończyków - wyniki badań własnych.....	46
4.1.1 Osiągnięcia sportowe zawodników z podziałem na poszczególne klasy sportowe	46
4.1.2 Zmienność budowy somatycznej zawodników w poszczególnych klasach sportowych	47
4.1.3 Model regresji wielorakiej	56
4.2 Obciążenia treningowe i startowe rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i amatorskich w rocznym cyklu treningowym.....	57
4.3 Obciążenia treningowe i startowe rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i amatorskich w okresie bezpośredniego przygotowania startowego w biegu maratońskim.....	64
4.4 Porównanie obciążeń treningowych i startowych rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i amatorskich w makrocyklu rocznym i w okresie bezpośredniego przygotowania do startu w biegu maratońskim	70
4.5 Obciążenia treningowe i startowe rekordzisty Polski w poszczególnych, rocznych cyklach treningowych w latach 2012 - 2018.....	72
5. Dyskusja.....	82
6. Wnioski	101
6.1 Sugestie dla praktyki sportowej i dalszych badań.....	102
7. Piśmiennictwo	105
8. Aneks	117
Spis tabel.....	118
Spis rycin	120
Streszczenie	122
Summary.....	124

1. Wstęp

Wiedza o treningu sportowym nieustannie ewoluuje. Realia współczesnego sportu stawiają przed sztabem trenerskim nowe i trudne zadania, których nadrzędnym celem jest poprawa systemu szkolenia i dynamizacja wyników sportowych. Niewątpliwie poziom wytrenowania jest złożonym osobniczym problemem uwarunkowanym przez szereg czynników. Wśród nich można wyodrębnić: wiek, genotyp, odziedziczalność, czy też siłę i jakość bodźca obciążeniowego (Szopa i wsp. 1996, Sozański i wsp. 2015). W praktyce trenerskiej połączenie wszystkich czynników jest zadaniem niezwykle trudnym. Kompleksowe podejście do tego zagadnienia może pomóc skonstruować precyzyjny „model mistrza” charakterystyczny dla danej dyscypliny sportowej. Zgodnie z przesłankami teoretycznymi trening jest niezbędny dla osiągnięcia sukcesu i utrzymania organizmu sportowca na najwyższym stopniu wydolności, koordynacji oraz precyzji ruchów (Sozański i wsp. 2013). Należy mieć jednak na uwadze, iż niezależnie od metod postępowania wynik sportowy jest wypadkową oddziaływania wielu bodźców. Głównym czynnikiem determinującym poziom wytrenowalności zawodnika jest rodzaj, wielkość i struktura obciążeń treningowych (Bompa i Haff 2010, Sozański i wsp. 2015). Współczesny sport wyczynowy cechuje się racjonalizacją treningu. Jego nadrzędnym celem jest pobudzenie adaptacji organizmu, aby w konkretnym czasie uzyskiwać jak najlepsze wyniki. Miernikiem skuteczności przedsięwziętych starań jest osiągnięcie szczytowych wartości formy na najważniejszych zawodach. Niezawodnym sposobem osiągnięcia celów jest stworzenie logicznie zbudowanego planu treningowego. Tylko odpowiedni dobór środków treningowych wraz z określeniem ich intensywności oraz prawidłowa struktura czasowa treningu dają gwarancję osiągnięcia wybitnego wyniku (Ratkowski i Mroczyński 1999, Bompa i Haff 2010, Sozański i wsp. 2015). W naukach o sporcie nieustannie poszukuje się zależności pomiędzy zadanym bodźcem treningowym a reakcją organizmu (Maciantowicz i wsp. 1999, Billat i wsp. (2003. Ratkowski 2006, Enoksen i wsp. 2011, Tjelta 2016). Stanowi to istotny problem badawczy, ponieważ te zależności mają wpływ na wielkość i kierunek adaptacji organizmu, a ich określenie pozwala na dokonywanie zmian w metodyce szkolenia wyczynowych zawodników. Nieustanny wzrost wyników na poziomie mistrzowskim wymaga ciągłej analizy oraz oceny form i metod organizacyjnych treningu. Bezpośrednim celem działania sportowców jak i trenerów, jest sukces sportowy, uzyskiwany na drodze niezwykle żmudnego i długoletniego procesu treningowego.

Ważne dla teorii i praktyki sportu zadania związane z poziomem adaptacji potreningowej na zadany bodziec stanowią obiekt zainteresowań przedstawicieli różnych środowisk naukowych związanych ze sportem (Cheuvront i wsp. 2007, King i wsp. 2008, Baker i wsp. 2009, Maughan i Shirreffs 2010, Jéquier i Constant 2010, Shirreffs i Sawka 2011, Stachenfeld 2014, Cheuvront i Montain 2017). Strona metodologiczna tych badań stale się rozwija, a finalne jej efekty wskazują na konieczność kompleksowego spojrzenia na rozważany problem i ujęcie go w ramy wielu integracyjnych działań różnych dyscyplin naukowych (Ratkowski 2006, Bompai i Haff 2010, Sozański i wsp. 2013, 2015).

1.1 Bieg maratoński w naukach o sporcie

1.1.1 Bieg maratoński - rozwój i idea

Bieg maratoński, często kojarzony z nadludzkim wysiłkiem, stał się od samego początku istnienia obiektem fascynacji społeczeństwa. Zarówno zwycięzców, jak i uczestników powszechnie uważano za herosów (Lipoński 2001, 2012, Lipoński i Sawala 2008, Miller 2008). Wydarzenia pierwszych biegów maratońskich, pełne ludzkich cierpień i dramatów, porażek i zwycięstw, szybko znalazły rzeszę licznych zwolenników. Heroiczne zwycięstwo Greka na dystansie maratońskim w czasie trwania pierwszych Igrzysk Olimpijskich, przyczyniło się do dynamicznego rozwoju biegów długich na świecie. Jeszcze w 1896 roku zorganizowano maraton w Paryżu (17 lipca), ze Stamford do Nowego Jorku (20 wrzesień), w Budapeszcie i Oslo (4 październik). Miano najstarszego biegu na dystansie maratońskim przypisuje się Maratonowi Bostońskiemu. Jego pierwsza edycja miała miejsce 19 kwietnia 1897 roku. Kolejne jego odsłony są nieprzerwanie rozgrywane aż do dnia dzisiejszego. Równie bogatą historią może poszczycić się maraton Yonkers w USA (1907) (Ratkowski 2006).

Początkowo maraton w latach 1896-1920 rozgrywano na trasach dowolnie odmierzonych przez organizatorów. Pierwszy oficjalny maraton rozegrany w trakcie trwania Igrzysk Olimpijskich w 1896 roku wynosił 40 km. W roku 1924 podczas Igrzysk Olimpijskich w Paryżu ustalono obowiązujący do dzisiaj dystans biegu maratońskiego (42,195 km). Impulsem do zmiany długości maratonu były zdarzenia z Londynu w 1908 roku. Na żądanie brytyjskiej królowej Aleksandry wydłużono dystans do 26 mil i 385 jardów (ok. 42,51 km). Wyścig miał mieć swój start

na trawniku zamku Windsor, tak aby mali książęta mogli obserwować całe zdarzenie przez okno (Macovei i wsp. 2018).

Dynamiczny rozwój biegów masowych nastąpił po II wojnie światowej. Coraz więcej miast organizowało wielkie wydarzenia sportowe, w których główną rolę ograły zawody na dystansie maratońskim (Lipoński 2001, 2012, Lipoński i Sawala 2008, Miller 2008). Wiele maratonów może pochwalić się wieloletnią tradycją do dzisiejszych czasów. Doskonałym przykładem wydaje się być najstarszy maraton w Europie, którego pierwsza edycja miała miejsce w 1924 roku w Koszycach. Do grona historycznych biegów należy zakwalifikować maraton Lake Biwa w Otsu (1946), czy też maraton Fukuoka (1947).

Dawniej rywalizację sportową utożsamiano głównie z profesjonalnymi sportowcami. Dopiero od niedawna można zaobserwować gruntowne zmiany zachodzące na poczet współzawodnictwa sportowego. Niegdyś zawody zarezerwowane dla wyczynowych biegaczy przekształciły się w imprezy zrzeszające liczne grupy ludzi z różnych środowisk (Kostrzewa i wsp. 2014). Idee tego typu wydarzeń sportowych zapoczątkowali Amerykanie, którzy zachęcali społeczeństwo do biegania w celach prozdrowotnych. Największy rozwój biegów masowych nastąpił w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Społeczność amerykańska inspirowana gwiazdami sportu chętniej podejmowała aktywność fizyczną niezależnie od wieku, stanu zdrowia, czy też wagi (Dzięgiel i Lubowiecki-Vikuk 2013). Szczególny wpływ na popularyzację biegów długich miał rozwój nauki głównie z zakresu treningu sportowego i fizjologii wysiłku fizycznego za pośrednictwem Kennetha Coopera (Cooper 1968). Wspomniany autor książki stał się propagatorem zdrowia poprzez ruch i niewątpliwie miał istotny wpływ na styl życia rzeszy Amerykanów. W roku 1968 Cooper opublikował przełomową książkę pt. „Aerobics”, która dotyczyła rozważań na temat wysiłków tlenowych. Zaproponowana przez Coopera zmiana stylu życia znalazła szeroki oddźwięk na całym świecie (Cooper 2018).

Fenomen joggingu miał duży wpływ na popularyzację biegów długich. Jogging, który w założeniach miał być formą rekreacyjnego biegania dla zdrowia, szybko przerodził się w sportową rywalizację. Zwiększająca się liczba startujących w masowych biegach ulicznych skomercjalizowała maraton. Współcześnie rozgrywanych jest ponad 5000 maratonów na całym świecie, w których setki tysięcy statuujących stawiają sobie za cel nie tylko pokonanie trasy, ale i własnych słabości. „Jedynie w biegach maratońskich spotykają się zawodnicy reprezentujący bardzo

zróznicowany poziom sportowy. Amatorzy mogą biec obok największych mistrzów, kobiety startują razem z mężczyznami, profesjonalne przygotowanie styka się z debiutanckim niedoświadczeniem. Cel wszak pozostaje wspólny – ukończyć bieg, zwyciężyć, uzyskać najlepszy wynik, pokonać swoje słabości” (Ratkowski 2006).

Rzesza amatorskich biegaczy stawia sobie za najwyższy punkt honoru przebiegnięcie chociażby jednego maratonu, co utożsamiane jest z pokonywaniem własnych słabości. Dla wielu zawodników główną motywacją jest osiągnięcie jak najlepszych wyników w najbardziej prestiżowych i popularnych maratonach. Inni z kolei biorą udział w zawodach ze względu na niepowtarzalną atmosferę, czy też konfigurację trasy (Barrell i wsp. 1989). Wśród rozgrywanych biegów można znaleźć zarówno duże prestiżowe imprezy na skalę międzynarodową, jak i liczne mniejsze, które często zaskakują swą efektywnością. Nie brakuje również wręcz ekstremalnych i bezprecedensowych tras (Parzonko i Szuba 2017).

Od pierwszego historycznego wyniku 2:55.18 na dystansie 42 195 m (1908 rok) do współczesnego rekordu świata 2:01.39 (2018 rok) poprawiono czas o 53 min 39 sekund. Średnia biegu wzrosła z prędkości 4.01 m/s do 5.69 m/s co w przeliczeniu wynosi odpowiednio z 4:09 min/km do 2:56 min/km (worldathletics.org).

Od pierwszego, wyżej wspomnianego, startu w maratonie do ostatnich Igrzysk Olimpijskich przed wojną (Berlin) poprawiono wynik o prawie 26 min (2:29.19). Po II wojnie światowej do 1960 roku skrócił się czas pokonania trasy maratonu o kolejne 10 min (2:15.16). W latach sześćdziesiątych najlepszy dotychczasowy rezultat został poprawiony jeszcze sześć razy i w roku 1967 wynosił 2:09.36 (worldathletics.org).

Kolejny rekordowy bieg Roberta de Castello (2:08.18 - Fukuoka 1981) przesunął granicę osiągniętych rezultatów. W latach osiemdziesiątych rekord świata został poprawiony jeszcze trzykrotnie i pod koniec tej dekady wynosił 2:06:50 (Belayneh Densimo – Rotterdam 1988). Wynik ten przetrwał 10 lat i został poprawiony zaledwie o 45 sekund przez Ronalda da Costa (2:06:05 – Berlin 1998). W ubiegłym stuleciu najlepszy wynik w maratonie wyniósł 2:05.42 (Khannouchi – Chicago 1999). Od początku XXI wieku do 2018 roku rekord świata w maratonie poprawiano jeszcze 8 razy (od 1 stycznia 2004 roku IAAF oficjalnie notuje rekordy świata). Obecny został ustanowiony przez Eliud’a Kipchoge podczas maratonu w Berlinie i wynosi 2:01:39 (worldathletics.org).

Dotychczasowe rozważania dotyczyły głównie biegów maratońskich rozgrywanych na arenie międzynarodowej. Warto jednak przybliżyć rozwój biegów masowych w Polsce, które mają równie bogatą historię. Pierwszy w Polsce bieg maratoński zorganizowano w roku 1924 na trasie Rembertów-Zegrze. Mimo bardzo niekorzystnych warunków atmosferycznych zwycięzcą został Stefan Szelestowski z czasem 3:13.10 wyprzedzając o godzinę następnego rywala (Wryk 2006).

Na ziemiach Polski szczególną sławą okrył się maraton w Dębnie. Pierwsza jego edycja odbyła się 22 lipca 1966 roku. Bieg ten miał być upamiętnieniem 1000-lecia Państwa Polskiego. Nadano mu zatem nazwę - „Mały Maraton O Błękitną Wstęgę Granicy Pokoju”. Jego twórcą był Henryk Witkowski. Niestety bieg był zorganizowany na krótszej trasie równej 21,5 km. Nie wiele osób w tamtych latach odważyłoby się rywalizować na tak długim dystansie. Dopiero pod koniec lat 60 po raz pierwszy maraton rozgrano na klasycznym dystansie wynoszącym 42,195 km. Warto jednak wspomnieć, że był on jednocześnie Mistrzostwami Polski w tej dyscyplinie. Tym działaniem Dębno zapisało się szczególnie na kartach historii polskiego sportu. Najszybszy bieg w Dębnie miał miejsce w 1986 roku. Wówczas aż 35 maratończyków uzyskało wyniki poniżej 2:30:00. Zwycięzcą został Antoni Niemczak, który z czasem 2:10:34 ustanowił rekord trasy (Skarżyński 2004).

Antoni Niemczak był pierwszym biegaczem w historii Polski, który osiągnął „magiczną granicę” czasu równą 2:10:00 w maratonie. Podczas maratonu w Chicago zajął drugie miejsce z wynikiem 2:09:41 (28 października 1990 r.). Bieg ten szczególnie zapisał się w dziejach polskiej lekkiej atletyki, gdyż był nowym dotąd nieosiągalnym rekordem kraju. Wielu zawodników próbowało zbliżyć się do tej „magicznej” granicy i tylko jednemu z nich to się udało. Mowa o kolejnym wybitnym biegaczu - Grzegorz Gajdusie. Uwieńczeniem żmudnych lat jego pracy był sukces w Eindhoven (12 października 2003 r.), w czasie którego ustanowił nowy rekord Polski- 2:09:23. Wynik ten utrzymywał się na szczytach tabel przez wiele sezonów, aż do 4 marca 2012 roku, kiedy to jego wychowanek Henryk Szost podczas maratonu Lake Biwa ustanowił aktualny rekord kraju równy 2:07:39 (4 marca 2012 w Ōtsu) (domtel- sport.pl).

Sylwetki czołowych maratończyków, którzy sięgali po kolejne rekordy stały się inspiracją dla rzeszy amatorskich biegaczy. Warto jednak zaznaczyć, że rekreacyjne bieganie jeszcze 60 lat temu nie cieszyło się szczególną popularnością. Sytuacja diametralnie zmieniła się w latach 70 XX wieku, kiedy to zorganizowane środowiska klubów sportowych przekształcały się w niezależną i popularną aktywność sportową.

Eksperci wyróżniają dwie fale „biegowego boomu”. Szacuje się, iż pierwsza fala przypadła właśnie na lata 70 i 80 XX wieku, natomiast druga rozpoczęła się pod koniec lat 90 XX wieku (Scheerder i wsp. 2015). Jeszcze w latach 80 minionego stulecia liczba zawodów maratońskich nie przekraczała tysiąca. Jest to niewielka liczba w stosunku do imprez biegowych rozgrywanych obecnie. Dla porównania w roku 2013 zorganizowano ponad 3900 maratonów na świecie, w czasie których udział wzięło ok. 1,6 miliona osób (Stempień 2018).

Jeżeli chodzi o historię polskiego „biegowego boomu” można przyjąć, iż pierwsza fala zasadniczo ominęła Polskę. Nie można jednak wykluczać pojedynczych zawodników amatorsko uprawiających bieganie. W tamtych latach roczna liczba zawodów nie przekraczała wówczas 500 imprez. Polskie doświadczenia odnoszące się do pierwszej fali doskonale oddaje cytat z książki Jerzego Skarżyńskiego: „Do końca życia będę pamiętał, jak biegnąc wzdłuż jednej ze szczecińskich ulic obserwowałem pasażerów mijających mnie autobusów, którzy... pukali się wymownie w czoło... A działo się to w roku 1977. Od momentu debiutu Maratonu Pokoju zdarzało się to już sporadycznie. Odważniejszymi stali się ci, którzy mieli ochotę biegać, ale wcześniej nie biegali, gdyż... wstydzili się!” (Skarżyński 2004). Na szczęście rok 2003 okazał się przełomem dla zwolenników hobbistycznego biegania. Liczba zawodów sportowych w Polsce pokonała nieosiągalny dotąd pułap 500, co stanowiło dobry prognostyk dla organizatorów imprez masowych (Stempień 2015).

Druga fala „biegowego boomu” miała ogromny wpływ na rozwój współczesnych imprez masowych. Odzwierciedleniem tego faktu są statystyki dotyczące organizacji zawodów biegowych. Najstarszy polski maraton w Dębnie w roku 2019 koordynowany był po raz 46, a liczba jego uczestników na przestrzeni lat wzrosła z 24 osób do 2296 (maratondebno.pl). Drugi z najstarszych, Maraton Warszawski (41 edycja), rozgrywany nieprzerwalnie od 1979 roku, w swojej początkowej edycji notował 2,5 tys. uczestników. W roku 2019 liczba ta wyniosła 3804 osób (enduhub.com). Pomimo tego, że wyżej wspomniane maratony charakteryzują się bogatą historią i silnie zakorzenioną tradycją, to i tak największą popularnością w Polsce w roku 2019 cieszył się Orlen Warsaw Marathon. Udział w biegu w Warszawie deklarowało aż 4698 uczestników (orlenmarathon.pl).

Stale rosnąca liczba osób amatorsko uprawiających bieganie przyczyniła się do popularyzacji imprez masowych. Planowanie takich wydarzeń wymaga wielu przygotowań i wiąże się z licznymi procedurami. Organizatorem samego biegu

zazwyczaj jest wydział sportu i rekreacji urzędu miejskiego, bądź instytucja powołana na poczet organizacji imprez biegowych. Realizator projektu w pierwszej kolejności zobowiązany jest do stworzenia regulaminu zawodów. Musi on zawierać podstawowe informacje dotyczące: miejsca, daty, warunków uczestnictwa, pomiaru czasu, przebiegu trasy, punktów odżywczych oraz zasad przyznawania nagród dla najlepszych zawodników (Waniowski i Waniowski 2020). Niezwykle ważnym aspektem jest przygotowanie projektu tymczasowej organizacji ruchu zatwierdzonej przez właściwego zarządcę drogi, współpraca z policją lub innymi służbami oraz zabezpieczenie i właściwie oznaczenie trasy (Kaluski, Chmiel i Fijałowska 2018). Udział w egalitarnej imprezie biegowej może brać każda osoba, która ukończyła 18 lat, dokonała stosownej opłaty startowej oraz podpisał oświadczenie o braku jakichkolwiek przeciwwskazań zdrowotnych.

Zawody rangi Mistrzostw Polski w maratonie odbywają się wyłącznie na trasie posiadającej atest Polskiego Związku Lekkiej Atletyki (PZLA). Prawo startu w Mistrzostwach Polski mają wyłącznie obywatele, którzy ukończyli 18 lat i posiadają ważną licencję zawodniczą wystawianą przez PZLA (pzla.pl).

Jeżeli chodzi o imprezy rangi Igrzysk Olimpijskich sytuacja wydaje się bardziej skomplikowana, gdyż zasady powoływania reprezentantów Polski zmieniają się cyklicznie co 4 lata. Obecnie start w igrzyskach można sobie zapewnić poprzez uzyskanie minimów w okresie kwalifikacji. W roku 2019 minimum olimpijskie dla maratonu wynosiło 2:11:30. Minima można było uzyskiwać wyłącznie na trasach opublikowanych na stronie International Amateur Athletics Federation (IAAF) (worldathletics.org).

Ideowym celem uczestnictwa w zawodach rangi mistrzowskiej, czy też imprezie rekreacyjnej jest przekraczanie własnych możliwości. Wspólnym mianownikiem zawodowych sportowców i amatorskich biegaczy jest ciągle poddawanie się transgresji. Oznacza to, iż współczesny sport jest coraz bardziej abstrakcyjny. W maratonie nie jest istotny sam udział w biegu, ale dążenie do uzyskania pożądanego wyniku wyrażanego za pomocą liczbowych miar (Krajewski 2011). Biegacze poszukują satysfakcji, która daje im poczucie kontroli nad własnym ciałem. Ekstrema zawsze przyciągały ludzi, wzbudzały emocje i najtrudniejsze do zaspokojenia potrzeby związane z samorealizacją. Z formalnego punktu widzenia prawie każdy może wziąć udział w maratonie. Jest to jednak dystans, który wymaga od potencjalnych uczestników określonego procesu przygotowania do startu. Nieodpowiednie przygotowanie zmniejsza szansę

realizacji wcześniej postawionych celów, jak też stwarza realne zagrożenie dla zdrowia. Maraton jest zatem silnym instrumentem motywującym do pracy nad własnymi słabościami. Uczestnictwo w zawodach wiąże się zatem z odczuwaniem satysfakcji. Takie pozytywne doświadczenia, utożsamiane z sukcesem, skłaniają do ciągłego powtarzania (Schüler i Brunner 2009). Każdy start wymaga ponadprzeciętnego wysiłku zarówno fizycznego, jak i psychicznego. Udział w maratonie jest przede wszystkim sposobem weryfikacji poziomu sprawności fizycznej, a tym samym efektywności wykonywanego treningu biegowego (Chodinow 2015).

Mimo postępu w procesie treningowym pokonanie dystansu maratońskiego pozostaje wciąż dla wielu czynem niewyobrażalnym i heroicznym. Jego zwycięzcy uważani są za prawdziwych bohaterów. Bieg maratoński jako jedna z nielicznych konkurencji, gdzie na linii startu mogą spotkać wybitni sportowcy, jak i amatorzy. Bez wątpienia jest to czynnik motywujący dla wielu sympatyków biegania, którzy mogą biec obok największych mistrzów. W trakcie jednych zawodów profesjonalne przygotowanie styka się z debiutanckim niedoświadczeniem. Jak słusznie zauważyli Goodsell i wsp. (2013) udział w maratonie jest motywowany różnymi pragnieniami, które w głównej mierze zależą od czynników wewnętrznych i zewnętrznych konkretnej jednostki. Dla jednych przebiegnięcie dystansu 42,195 m okaże się jednorazowym wyzwaniem dzięki, któremu pokonają swoje największe słabości (Boudreau i Giorgi 2010). Dla innych głównym czynnikiem motywującym będzie przynależność do danej zbiorowości (Robinson i wsp. 2013), propagowanie zdrowego trybu życia (Shipway i Holloway 2010), czy też uprawianie turystyki biegowej (Shipway i Jones 2007). Równie silnym bodźcem może okazać się chęć niesienia pomocy innym. W ostatnim czasie powstaje bardzo wiele biegów charytatywnych, podczas których zbierane są fundusze dla osób najbardziej potrzebujących (Jeffery i Butryn 2012). Należy jednak mieć na uwadze, że motywacje zawodników wysokiego wyczynu będą stanowczo odbiegać od potrzeb biegaczy amatorskich. Sportowcy legitymujący się najlepszymi wynikami oprócz szansy na nagrodę otrzymują gratyfikacje „przedstartowe” za sam udział w maratonie. Ponadto za łamanie kolejnych pułapów czasowych otrzymują korzystne bonusy. Coraz wyższe nagrody pieniężne przyczyniają się do większej rywalizacji między zawodnikami. W efekcie następuje wyraźny wzrost poziomu sportowego i prestiżu samych zawodów. Z jednej strony aspekt sportowy, z drugiej typowo biznesowy. Nie należy jednak spoglądać na sport wyczynowy wyłącznie

z ekonomicznego punktu widzenia. Dla wielu cel sportowy biegu maratońskiego i dążenie do mistrzostwa jest wciąż na pierwszym miejscu.

1.1.2 Zawodnik w biegu maratońskim

W sporcie kwalifikowanym osiągnięcie wybitnych wyników sportowych uzależnione jest między innymi od trzech ważnych czynników: genetyki, psychiki i oddziaływania treningowego na sportowca (Ważny 2000). Opierając się na wynikach przeprowadzonych badań, Ważny stwierdza, iż geny są jednym najbardziej istotnych czynników odpowiedzialnych za różnice pomiędzy ludźmi. Różnice te dotyczą zarówno budowy człowieka, sprawności jego zasadniczych funkcji, jak i cech charakteru. Wielu naukowców uważa, że osiągnięcie wybitnych wyników sportowych jest w głównej mierze determinowane przez genetykę danego osobnika (Bouchard 1997, Booth 2002, MacArthur i North 2005). Nie oznacza to bowiem, że czynniki genetyczne gwarantują uzyskiwanie znaczących rezultatów. Nie mniej jednak zwiększają prawdopodobieństwo ich osiągnięcia w przypadku stosowania odpowiedniego bodźca treningowego. Oszacowanie stopnia odziedziczalności poszczególnych cech organizmu mających kluczowe znaczenie dla osiągnięcia wybitnych wyników sportowych jest jednym z podstawowych obszarów zainteresowania badań prowadzonych na potrzeby sportu. Zasadniczym problemem w tym przypadku jest różnorodność i ilość czynników mających wpływ na poziom sportowy zawodnika. Należy wspomnieć chociażby o czynnikach anatomicznych, biochemicznych, fizjologicznych, a nawet behawioralnych. Każdy z wyżej wspomnianych elementów jest, w większym lub mniejszym stopniu, determinowany przez genetykę (Ciężczyk i wsp. 2009).

W przypadku uwarunkowań psychicznych sportowca, są one ściśle związane ze stosunkowo młodymi dyscyplinami psychologii, psychologią sportu czy kliniczną psychologią sportu. Psychologia sportu to nauka o zachowaniu człowieka w aspekcie wyczynowego uprawiania sportu szeroko omawiająca czynniki motywacyjne – w tym teorie i motywacyjne jak i zagadnienia pomiaru motywacji. Kliniczna psychologia sportu wiąże się natomiast z funkcjonowaniem emocjonalnym, w rodzinie i zespole, zaburzeniami psychicznymi i trudnościami związanymi z rozwojem sportowym (Łuczyńska 2011, Blecharz i Basiaga-Pasternak 2019). Z jednej strony dokonania zawodnika w głównej mierze zależą od niego samego, z drugiej strony ważna jest rola trenera i otoczenia społecznego. Dobrymi przykładami korzystania z różnych koncepcji psychologicznych przez zawodników mogą być: koncepcja radzenia sobie ze stresem

(Lazarus 2000, Giacobbi i Weinberg 2000) czy też koncepcja wsparcia społecznego, na bazie której powstał model wsparcia psychologicznego w sporcie (Zdebski i Blecharz 2004). Trening psychologiczny, podobnie jak sportowy, powinien być procesem długofalowym. Określa się go jako zbiór metod i technik, które poprzez długotrwałe i systematyczne oddziaływania prowadzą do wzrostu kontroli działań, emocji i zachowania oraz fizjologicznych procesów zachodzących w organizmie sportowca. Nie tylko rozwija kontrolę emocjonalną, precyzję i ekonomie ruchów, lecz także uczy szybkiego odzyskiwania energii (Nowicki 1991). Do najważniejszych etapów treningu psychologicznego należy opanowanie: treningu ideomotorycznego uwzględniającego specyfikę danej dyscypliny sportu, technik relaksacyjnych i koncentrujących; programu pozwalającego przygotować się pod względem taktycznym, technicznym oraz emocjonalno-wolicjonalnym do konkretnych zawodów. Za jeden z aspektów mistrzostwa w sporcie uważa się „prime performance”, czyli umiejętność wielokrotnego powtarzania wyniku z górnego pułapu swoich możliwości. Jest to osiągalne pod warunkiem, że sportowiec posiadał odpowiednie umiejętności gwarantujące w sposób powtarzalny osiągnięcie optymalnego stanu psychicznego, określanego jako „flow”, pozwalającego w pełni zaprezentować nabyte umiejętności dzięki treningowi sportowemu (Blecharz 2006). Należy zatem podkreślić, że celem sportu kwalifikowanego jest nie tylko osiągnięcie możliwie najlepszych wyników, ale i długotrwałe utrzymanie przez zawodników szczytu mistrzostwa, a także wysokiej sprawności, wyspecjalizowanej w kierunku uprawianej dyscypliny sportu (Ambroży i Ozimek 2016).

Trzecim czynnikiem mającym wpływ na rezultat sportowy według Ważnego jest oddziaływanie treningowe. W pierwszej kolejności należy wspomnieć, że odpowiednio zaprogramowany trening może w 40–50% warunkować osiągnięcia sportowe (Ważny 2000). Głównymi zagadnieniami teorii treningu sportowego jest założenie, że można stworzyć uporządkowany system obejmujący odpowiednie działania mające na celu ukształtowanie specyficznych dla danego sportowca zdolności fizjologicznych i psychicznych umożliwiających osiągnięcie wybitnych wyników sportowych. Kierowanie procesem treningowym jest zadaniem niezwykle trudnym. Celem treningu jest rozwój specjalnych zdolności w połączeniu z realizacją poszczególnych zadań. Owe wspomniane zdolności obejmują: wszechstronny i specyficzny rozwój fizyczny, umiejętności techniczne i taktyczne, uwarunkowania psychiczne, odporność na urazy, zachowanie zdrowia oraz wiedzę teoretyczną. Skuteczne nabycie wyżej wspomnianych

umiejętności opiera się na wykorzystaniu odpowiednich środków i metod stosowanych adekwatnie do wieku, doświadczenia oraz talentu sportowca (Bompa i Haff 2010, Ozimek i Ambroży 2016). Problematyka dochodzenia do mistrzostwa sportowego jest niezwykle interesującym zagadnieniem. Kluczowym elementem tego procesu jest długoterminowy plan szkolenia ukierunkowany na systematyczny rozwój. Równie ważną składową szkolenia jest kontrola, która umożliwia analizę efektywności treningu. Niezwykle przydatnym narzędziem do weryfikacji postępów sportowca są informacje w dziennikach treningowych. Analiza zrealizowanych obciążeń treningowych na tle wskaźników morfofunkcjonalnych, jak i sprawnościowych, są źródłem informacji niezbędnych do optymalizacji treningu oraz tworzenia modelowych rozwiązań szkoleniowych (Łasiński 1988, Sozański i Śledziwski 2000, Ważny 2004, Sozański i wsp. 2015).

Na podstawie analizy wpływu zaproponowanych przez Ważnego (2000) trzech podstawowych czynników śmiało można stwierdzić, iż wynik sportowy nie jest prostą sumą wyizolowanych komponentów. W czasie walki sportowej, poszczególne składowe wchodzić we wzajemne powiązania, tworząc zmieniające się układy uwarunkowane różnicami indywidualnymi. To właśnie różnorodność czynników, które mają wpływ na efektywność walki sportowej jest powodem trudności badań podejmowanych w poszczególnych dyscyplinach sportowych (Wyżnikiewicz-Kopp 1992).

Każdy rodzaj sukcesu w sporcie kwalifikowanym ma własną strukturę, która odzwierciedla specyficzne wymagania danej dyscypliny sportu. Definiują ją czynniki fizyczne, motoryczne i psychiczne zawodnika. Tylko odpowiednie proporcje i współdziałanie tych czynników mogą decydować o sukcesie sportowca (Naglak 1999, Bompa i Haff 2010, Sozański i wsp. 2015). Sukces w sporcie nie jest wyłącznie sumą działania poszczególnych czynników organizmu, ale jest „nową jakością” powstałą w wyniku integracji wspomnianych czynników współdziałających ze sobą. Wiedza o możliwościach osiągnięcia wybitnych rezultatów na miarę mistrza jest nadal niewystarczająca i należy ją stale pogłębiać.

Jedną z cech nowoczesnych tendencji w sporcie jest diagnozowanie i poszukiwanie utalentowanych jednostek, które w przyszłości mogą stać się przyszłymi mistrzami (Ozimek 2007). Zawodnicy dysponujący dobrym stanem zdrowia, najwyższym poziomem cech fizycznych, nieprzeciętną sprawnością funkcjonalną i szczególną budową ciała mają większe szansę na zdobywanie najwyższych osiągnięć w sporcie. Na wybitne wyniki sportowe może mieć wpływ wiele czynników. Bardzo istotnym

czynnikiem selekcji kwalifikującym zawodnika do określonej dziedziny sportu są na przykład cechy budowy ciała.

Poglądy dotyczące budowy ciała oraz poszczególnych cech morfologicznych determinujące osiąganie najlepszych rezultatów sportowych zmieniały się na przestrzeni lat – od całkowitej negacji aż do stwierdzenia istotnych zależności. Obecnie uważa się, iż uprawiana dyscyplina sportu wymaga określonych predyspozycji w obrębie budowy i składu ciała (Pietraszewska 2002). Czynnikiem selekcji kwalifikującym sportowca do określonej dziedziny sportu są odpowiednie właściwości somatyczne uwarunkowane czynnikami genetycznymi i środowiskowymi. Optymalne dopasowanie zawodników do określonych konkurencji sportowej jest wynikiem odpowiedniej budowy somatycznej oraz treningu, który wpływa na poprawę poszczególnych parametrów (Pietraszewska 2002).

Charakterystyka morfologiczna wielu wybitnych sportowców potwierdza, że występuje silna zależność pomiędzy budową ciała a wynikiem sportowym (Szopa 1992, Drozdowski 1984, Raczek i Brehmer 1984, Klissouras 1971, Kiryk 1977, Costill 1980, Bouchard 1981, O'Connor i wsp. 2007, Knechtle i Barandun 2011). Najlepsi na świecie zawodnicy w biegach maratońskich, głównie pochodzący z Afryki, charakteryzują się szczupłą sylwetką (średnia masa ciała 57,7 kg i wysokości ciała - 171,2 cm) przy współczynniku BMI równym 19,8 kg·m⁻² (Vernillo i wsp. 2013). Z badań przeprowadzonych przez Ratkowskiego w 2006 roku wynika, że waga najlepszych polskich maratończyków oscyluje w granicy 62.5 kg (58-67 kg) przy średniej wysokości ciała 176 cm (170-181cm) i współczynnika BMI 20,34 kg·m⁻². Zdaniem Marc`a i wsp. (2014) BMI dziesięciu najlepszych zawodników w historii maratonu mieści się w przedziale 17,5-20,7 kg·m⁻². Podobne stanowisko prezentuje Sedeaud i wsp. (2014), którego badania wykazały, iż BMI zawodników startujących w biegach na 10 000 m i maratonie również koncentruje się wokół optymalnego przedziału 19-20 kg·m⁻².

Cechy morfologiczne determinujące predyspozycje do uprawiania danej dyscypliny sportu są przedmiotem wielu badań naukowych (Markovic i Jaric 2004, Ackland i wsp. 1997, Guskowska i Maziarczyk 2015). Należy jednak mieć na uwadze, że nie tylko cechy fizyczne odgrywają znaczącą rolę w sporcie kwalifikowanym. Równie ważnym wskaźnikiem wpływającym na osiągnięte wyniki jest skład ciała. Do podstawowych parametrów wchodzących w skład ciała zalicza się: procentową zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie, procentową ilość beztłuszczowej masy ciała (masa mięśni,

kości), procentową zawartość wody w organizmie oraz podstawową i całkowitą przemianę materii (Lewitt i wsp. 2007, Knechtle i Kohler 2007, Eksterowicz i wsp. 2016). Biegi długodystansowe należą do konkurencji w których wymagany jest wysoki stosunek siły mięśniowej do masy ciała. Zbyt wysoka zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie prowadzi do znacznego obniżenia zdolności wysiłkowych (Mughan i Burke 2000). Wiele badań naukowych potwierdza, że najlepsze wyniki sportowe wśród maratończyków uzyskiwali zawodnicy z poziomem tkanki tłuszczowej równej 5-9% masy ciała (Stellingwerff 2011). Inne badania wykazały, że poziom tkanki tłuszczowej wyczynowych maratończyków jest równy 7,3-12,4% masy ciała (Thompson 2010). Beztłuszczowa masa ciała określana jest w procentach i powinna stanowić ok. 70-85% całkowitej masy ciała. W przypadku masy mięśniowej przedział powinien mieścić się w 30-40% całkowitej masy ciała (Regulska-Ilow i wsp. 2014). Woda powinna stanowić ok. 45-75% całkowitej masy ciała (Bolanowski i wsp. 2005).

Właściwe proporcje poszczególnych komponentów składu ciała będą się różniły w zależności od cech osobniczych maratończyka. Niemniej jednak zarówno zbyt niskie, jak i wysokie wartości wybranych parametrów mogą prowadzić do stanów patologicznych w organizmie sportowca, a także znacznie zmniejszać jego zdolności wysiłkowe (Musiał i Lipert 2017).

Utrzymanie prawidłowej masy i składu ciała wśród osób wyczynowo uprawiających maraton wydaje się zadaniem niezwykle trudnym. Wzmoczona aktywność fizyczna powoduje wzrost zapotrzebowania na składniki odżywcze, a jednocześnie wiąże się ze zwiększonym wydatkiem energetycznym. Narastające w trakcie biegu zmęczenie, jak i utrata zdolności do utrzymania wysokiej intensywności wysiłkowej jest rezultatem niemal całkowitego wyczerpania glikogenu w mięśniach i wątrobie oraz zmniejszenia poziomu stężenia glukozy we krwi (Jeukendrup 2004, Kasprzak i wsp. 2013). Glukoza jest głównym źródłem energii dla mięśni. Pochodzi z zapasów glikogenu magazynowanego w mięśniach i wątrobie, a także z wolnych kwasów tłuszczowych powstających w wyniku lipolizy tkanki tłuszczowej (Callow i wsp. 1986). Ważne zatem jest zapewnienie optymalnego nagromadzenia glikogenu zarówno przed wysiłkiem jak i w czasie jego trwania. Stąd też w żywieniu osób uprawiających maraton wypracowanie najskuteczniejszej metody gromadzenia zasobów glikogenu jest zadaniem niezwykle istotnym. W niektórych badaniach wykazano (Rowlands 2002, Astrand 2004, Jeukendrup 2004), że podwyższenie zawartości glikogenu w mięśniach, przekraczające normy fizjologiczne, można osiągnąć poprzez zastosowanie

superkompensacji glikogenowej. Wyczynowi maratończycy praktykują różne cykle suplementacji. Największą popularnością cieszy się cykl klasyczny, który dzieli się na 2 etapy i trwa aż 6 dni. W pierwszym etapie dąży się do uszczuplenia zasobów glikogenu w mięśniach. Przez pierwsze 2-3 dni wykonuje się intensywny trening i nie spożywa się węglowodanów. Tak restrykcyjnej diecie towarzyszy złe samopoczucie oraz rozdrażnienie. Są to objawy hipoglikemii. W drugim etapie następuje zjawisko superkompensacji. Mięśnie stają się bardzo chłonne i są w stanie kumulować więcej glikogenu w mięśniach. Etap ładowania trwa od 3 do 4 dni. Zawodnicy nie wykonują już wtedy ciężkich treningów i stosują dietę o dużej zawartości węglowodanów (75–90%). Węglowodanowa dieta może spowodować wydłużenie czasu pracy o wysokiej intensywności nawet o 100% (Manninen, 2004, Kasprzak 2013). Wszelkie braki w zakresie żywienia mogą prowadzić do występowania zjawiska potocznie określanego jako „uderzenie w ścianę” (ang. hit the wall), które polega na poważnym osłabieniu fizycznym jak i psychicznym zawodnika (Kamińska i wsp. 2015).

W przypadku maratonu najwłaściwsze wydaje się spożywanie białka od 1,2 do 1,7 g/kg masy ciała/dobę (Philips i wsp. 2007) i węglowodanów od 6 do 10 g/kg masy ciała/dobę (Burke i wsp. 2011). Odnośnie tłuszczu Volek i wsp. 2014 zalecają, aby spożywać nie mniej niż <20% całodobowego zapotrzebowania kalorycznego. Warto podkreślić, iż bieg długodystansowy powoduje średnio zużycie 60 kcal na kilometr, co w przeliczeniu na maraton daje około 2450–2600 kcal (Brehmer 1985). Występuje silna zależność pomiędzy intensywnością wysiłku a źródłem energii niezbędnej do jego wykonania (Bergman i wsp. 2000; Volek 2004). Wysiłki odbywające się na poziomie 60–65% VO_2max oparte są głównie o metabolizm tłuszczowy, przy wyższej intensywności pracy organizm musi sięgać do rezerw w postaci węglowodanów (Garret i wsp. 2000). Wyniki badań wielu autorów (Otten i wsp. 2006, Jarosz i Bułhak-Jachymczyk 2008) wskazują, że zbyt niska podaż tłuszczów w diecie (poniżej 20%) wpływa niekorzystnie na wydolność organizmu, podobnie jak duże ilości energii pochodzącej z nasyconych kwasów tłuszczowych. W celu optymalizacji wydolności i poprawy wyników sportowych maratończyków konieczne wydaje się wnikliwe monitorowanie i bardziej zindywidualizowane podejście do sposobu żywienia. Równie ważne jest określenie progowych wartości prędkości i tętna, które określają strefę energetycznego bezpieczeństwa, gdzie organizm zawodnika korzysta głównie z tlenowego źródła energii (Bunc i wsp. 1992).

Najwięcej informacji na temat tlenowych źródeł energii dostarcza nam fizjologia. Do parametrów określających wydolność aerobową zalicza się: pobór tlenu na jednostkę pracy (VO_2), maksymalny pobór tlenu (VO_{2max}) i „próg anaerobowy”, wentylację minutową płuc (VE) i tętno tlenowe (VO_2/HR).

Często stosowanym kryterium oceniającym poziom wydolności tlenowej jest maksymalny pobór tlenu oraz „próg anaerobowy” czyli wielkości obciążenia (mocy, prędkości, pochłaniania tlenu), przy której następują znaczące zmiany wartości pewnych wskaźników fizjologicznych (Richardson 1997, Moffat 2001, Górski 2015, Zieliński i Kusy 2017). Wskaźnik ten jest niezwykle istotny, ponieważ dotyczy poboru, transportu i wykorzystaniu tlenu przez tkanki sportowca. Pomiar maksymalnego zużycia tlenu określa z jaką szybkością mogą zachodzić procesy utleniania substratów energetycznych oraz zależne od nich procesy resyntezy ATP w mięśniu sercowym i mięśniach szkieletowych. Oceny maksymalnego poboru tlenu (VO_{2max}) można dokonać za pomocą pośrednich, jak i bezpośrednich metod pomiarowych. Metody pośrednie opierają się głównie na analizie częstości skurczów serca podczas wysiłku submaksymalnego. Niestety wyżej wspomniana metoda obarczona jest dużym błędem i często zaniża wartość wskaźnika. Mniejszym błędem obarczone są formuły oparte na całkowitym czasie trwania wysiłku w warunkach terenowych lub laboratoryjnych z wykorzystaniem bieżni mechanicznej, z zastosowaniem systemu ergospirometrycznego z analizatorem gazu dokonującym pomiarów w każdym cyklu oddechowym zawodnika (Kusy i Zieliński 2017). Testy takie wymagają kontynuowania wysiłku do odmowy. Mają zatem charakter testów maksymalnych (Zatoń i Jastrzębska 2010).

Biegi wytrzymałościowe charakteryzują się wysokim wskaźnikiem VO_{2max} , który ma wpływ na osiągnięte wyniki sportowe (Foster i Lucia 2007). Należy jednak mieć na uwadze, że parametry VO_{2max} mogą ulegać zmianie. Powszechnie wiadomo, że stabilizacja wyników na wysokim poziomie okupiona jest żmudną pracą i wymaga wielu lat treningu (Bergh i wsp. 2000, Krutki 2001, Kusy i Zieliński 2017). Wydolność tlenowa maratońskich biegaczy potrafi uzyskać imponujący poziom rzędu 75-85 ml*kg⁻¹. Według badań Foster i Luci (2007) najlepsi na świecie maratończycy charakteryzują się wydolnością powyżej 70 ml*kg⁻¹, aczkolwiek nie jest to jedyny wyznacznik determinujący osiągnięcie wybitnych wyników. W historii znane przypadki, gdzie wydolność zawodników wynosiła poniżej wartości 70 ml*kg⁻¹ (Bangsbo i Larsen 2001), co nie przeszkodziło im w sięganiu po najwyższe laury.

Innym parametrem charakteryzującym wydolność tlenową jest całkowita wentylacja minutowa płuc (VE). Najczęściej w literaturze określana jest jako objętość powietrza przepływającego przez płuca w ciągu minuty. W czasie trwania wysiłku VE znacznie wzrasta i w głównej mierze zależy od rodzaju, intensywności, czasu trwania, jak i poziomu wydolności fizycznej zawodnika. Podczas wysiłku o niskiej intensywności (35-50%) VE rośnie adekwatnie do ilości pobieranego tlenu (VO_2) i wydalanego dwutlenku węgla (VCO_2). W czasie trwania wysiłku o wysokiej intensywności (55-75%) następuje gwałtowny wzrost VE. Taki nieproporcjonalny wzrost VE w stosunku do ilości pobieranego tlenu (VO_2) określa się jako próg wentylacyjny (Zatoń i Jastrzębska 2010). Proóg wentylacyjny odpowiada progowi beztlenowemu, gdzie wartość stężenia mleczanu we krwi nie przekracza granicy 4 mmol. Z punktu widzenia praktyki sportowej na rozwój wytrzymałości i wydolności wpływa wysiłek wykonywany z intensywnością progową (Helgerud 1992, Mader 1991, Kuel 1996). Należy jednak zwrócić uwagę na badania Fohrenbacha (1987), według którego prędkości prowadzące do akumulacji mleczanu na poziomie 2,5–3,0 mmol/l są najbardziej optymalne dla dystansu maratońskiego. Zatem wysiłek biegaczy maratońskich powinien kształtować się na poziomie 75–85% VO_{2max} . Wyznaczenie wysokości progu mleczanowego ma szczególne znaczenie w procesie treningowym, gdyż pozwala na określenie optymalnej intensywności obciążeń treningowych prowadzących do wzrostu wydolności, jak i wytrzymałości organizmu. Wysokość progu mleczanowego określa się najczęściej na podstawie częstości skurczów serca podczas progowego wysiłku (Tjelta i Shalfawi 2016).

W literaturze dotyczącej fizjologicznych aspektów treningu zwraca się szczególną uwagę na ekonomikę biegu (Foster i Lucia 2007, Nummela i wsp. 2007, McCann i Higginson 2008). W czasie trwania długotrwałych wysiłków o charakterze cyklicznym dąży się do zmniejszania kosztu energetycznego. Dokonuje się to w skutek koordynacji nerwowo-mięśniowej, pobudzania ośrodków ruchowych kory mózgowej i rdzenia kręgowego, jak i aktywnych grup mięśniowych. Opanowanie właściwej techniki ruchów przyczynia się zatem do ograniczenia obszaru aktywnych neuronów i do skrócenia czasu ich pobudzenia. Efektem tego jest zmniejszenie aktywności i napięcia mięśni wspomagających, jak również usprawnienie mięśni antagonistycznych i stabilizujących. Niwelacja liczby aktywnych jednostek motorycznych przyczynia się do zmniejszenia zapotrzebowania na tlen i energię. Perfekcyjne opanowanie techniki

umożliwia wykonanie określonych ruchów z większą szybkością bez zwiększania kosztu energetycznego (Mulak 1982, Górski 2006, 2015).

W literaturze dotyczącej fizjologicznych aspektów treningu ekonomikę biegu określa się jako zależność pomiędzy VO_2 a prędkością biegu (Margaria 1963, Morgan 1994). Na jej koszt wpływa bardzo wiele czynników fizjologicznych, antropometrycznych, metabolicznych, biomechanicznych, technicznych, jak i środowiskowych. Do bardziej szczegółowych zaliczamy wielkość pułapu tlenowego, transport tlenu do komórek, próg przemian tlenowo-beztlenowych, przewodnictwo nerwowo-mięśniowe, masę i wysokość ciała oraz technikę ruchu. Perfekcyjne opanowanie techniki czynności ruchowych ściśle powiązane jest z lepszym wykorzystaniem siły sprężystości aparatu ruchu. Każdy akt ruchowy w fazie skracania wykorzystuje określoną ilość energii sprężystej zarówno w białkach kurczliwych, jak i w strukturach biernych. Wielokrotne powtarzanie czynności pozwala odzyskać znaczną ilość energii i zwiększyć moc wydatkowaną podczas fazy skurczu (Górski 2006, 2015). Wyżej opisane zjawiska ograniczają zużycie tlenu i zmniejszają wytwarzanie mleczanu.

W ujęciu biomechanicznym ekonomika biegu określana jest jako struktura ruchu pozwalająca skutecznie pokonywać określony dystans (Bober i Zawadzki 2001, Ratkowski i wsp. 2003, Carr 2004, Janowski 2017, Ernst 2021). Fundamentalny wpływ na nią ma technika biegu, która w literaturze określana jest jako charakterystyczny sposób wykonania ruchów umożliwiający rozwinięcie określonej prędkości i jak najdłuższe jej podtrzymywanie (Kruczalak 1982). Wypracowanie prawidłowej techniki biegu jest zadaniem nie zwykle trudnym i wymaga wielu lat treningu. Dopiero na podstawie doświadczeń zawodnicy wysokiego wyczynu wypracowują sobie optymalną technikę biegu, która opiera się na automatycznym dostosowaniu struktury kinetycznej i dynamicznej mechaniki ruchu do optymalnego przebiegu procesów metabolicznych (Mleczko 2007). Czynności związane z bieganiem składają się z ciągu kroków. Cały cykl można podzielić na fazę podparcia i fazę przenoszenia rozdzieloną fazą lotu. Stosunek fazy podparcia do fazy przenoszenia rośnie z 40% podparcia do 60% przenoszenia. Dokładne wartości tego stosunku zależą od prędkości biegu. Prędkość biegu określana jest na podstawie iloczynu długości do częstotliwości kroków. Zmianie częstotliwości kroku towarzyszy zwykle wzrost kosztu energetycznego. Wbrew temu, co mogłoby się wydawać, istnieje niewielka korelacja między długością kroku a określoną prędkością i rozmiarami poszczególnych części ciała. Zdecydowanie silniejszy jest związek z czynnikami takimi jak siła i gibkość (Grimshaw i wsp. 2010).

Wybitne wyniki osiągane przez biegaczy długodystansowych są w dużej mierze determinowane indywidualną techniką ruchu i jej dopasowaniem do budowy somatycznej (Bompa i Haff 2010). Na ekonomie ruchu oprócz częstotliwości i długości kroku znaczący wpływ będzie miał czas kontaktu stopy z podłożem. Wyróżnia się trzy główne schematy kontaktu stopy biegacza z podłożem: piętą (Heel Strike), śródstopiem (Mid-Foot Strike) i przodostopiem (Forefoot Strike). Każdy z poszczególnych punktów generuje inny obraz składowych siły reakcji podłoża. Pociąga to za sobą biomechaniczne konsekwencje obciążania stawów kończyn dolnych oraz miednicy. Stopa, poza podtrzymywaniem i amortyzacją ciężaru ciała, transferuje siłę reakcji podłoża na pozostałe struktury biomechanizmu (Chwała i wsp. 2019). Według szacunków Adelaar'a (1986) wartość tych sił stanowi średnio 2,5-2,8 ciężaru spoczynkowego ciała. W trakcie biegu stopa, tuż przed zetknięciem z podłożem, wykonuje ruch zwany supinacją polegający na inwersji, przywiedzeniu i odgięciu podszwowy. W efekcie, jak już wcześniej zostało wspomniane, zewnętrzna część stopy pierwsza styka się z podłożem. Natychmiast po zetknięciu stopa poddaje się wypłaszczeniu, a w stawie skokowym dolnym następuje przekształcenie z inwersji do ewersji. Ruch ten określany jest mianem pronacji. Należy podkreślić, że cała pronacja w czasie biegu zachodzi w ciągu 0,05- 0,10 s. Jest to ruch niezwykle szybki (Grimshaw i wsp. 2010). Wiele badań naukowych wykazało tendencję zwiększania się pronacji, obciążenia przodostopia (głowy II i III kości śródstopia) i przyśrodkowej strony kości piętowej w trakcie biegu (Pink 2010, Escamilla -Martínez i wsp. 2013, Wroński i wsp. 2018). Zdaniem Gallanta (2014) ludzie posiadają zdolność do adaptacji, dzięki której w czasie biegu na twardym podłożu lądują na mniej „sztywnej” kończynie aniżeli w przypadku miękkiej nawierzchni. Umożliwia to bowiem zmniejszenie sił reakcji i obciążenia stopy. Nigg i Wakeling (2001) potwierdzają słowa powyższego autora i sugerują, iż mechanizm przystosowawczy powstały przez odpowiednią pracę mięśni uruchamia się tuż przed kontaktem stopy z nawierzchnią przygotowując ją do lądowania. Początkowy kontakt stopy z podłożem ma wpływ na dalszy mechanizm absorpcji sił i przejawia się zmniejszeniem maksymalnego obciążenia sił nacisku na stopę. Zmniejszenie obciążenia i siły nacisku sugeruje lepszą aktywację mięśni stabilizujących stopę i podtrzymywanie łuku podłużnego stopy. Hohmann i wsp. (2016) zaprezentowali ciekawe badania dotyczące maratończyków. Wykazali brak istotnych zmian w obrębie maksymalnego obciążenia, jak i rozkładu sił na stopę po przebiegnięciu maratonu. Różnice zauważyli w trakcie trwania biegu. Stopa

dominująca podlegała większemu obciążeniu i dużej sile nacisku. Przeprowadzone badania są potwierdzeniem powszechnej opinii, według której na stopy znaczny wpływ ma stopień wytrenowania maratończyka. Wysoki poziom ogólnej sprawności, prawidłowe działanie układu czucia głębokiego, jak i dynamiczna stabilizacja mogą mieć tutaj fundamentalne znaczenie. Istnieją również badania potwierdzające znaczenie siły i jej wpływ na poprawę ekonomiki ruchu. Yamamoto i wsp. (2008) przeprowadzili ciekawe doświadczenie na grupie biegaczy długodystansowych. Jak się okazało u zawodników wysokiego wyczynu trening siłowy przyczynił się do poprawy ekonomiki biegu o 4,60 %. Podobne wyniki zaprezentowali Støren i wsp. (2008), gdzie ekonomika biegu wzrosła o 5 %. Inne badania wykazały poprawę ekonomiki aż o 6,17% u biegaczy długodystansowych bez znaczących zmian w masie i składzie ciała (Piacentini i wsp. 2013).

Dostępna literatura naukowa dość dobrze udokumentowała wpływ siły dynamicznej na wyniki w konkurencjach biegowych o charakterze wytrzymałościowym. Chociaż z punktu widzenia wielu długodystansowców trening siłowy i wytrzymałościowy może się wzajemnie wykluczać - to każdy rodzaj treningu będzie polegał na wywołaniu zmian w biosyntezie białka (Holloşy 1977, Popinigis 2002). Wysiłek siłowy stymuluje głównie syntezę białek miofibrilarnych. Największy przyrost syntezy białek ma miejsce w okresie do czterech godzin po wysiłku i zmniejsza się w miarę upływu czasu. Aminokwasy o rozgałęzionym łańcuchu (szczególnie leucyna) wpływają na zwiększenie syntezy białek mięśniowych. Leucyna określana jest jako niezależny aktywator syntezy białka. Synteza białka regulowana jest również przez hormony tj.: hormon wzrostu, testosteron, insulinopodobny czynnik wzrostu-1, a także przez czynniki wewnątrzmięśniowe. Natomiast wysiłek wytrzymałościowy indukuje głównie syntezę białek mitochondrialnych. W efekcie zwiększa biogenezę mitochondriów i aktywuje enzymy kompleksu oddechowego. Skurcze mięśniowe pobudzają syntezę kolagenu w mięśniach i w więzadłach. Proces ten regulowany jest przez hormon wzrostu wraz z peptydami uwalnianymi miejscowo przez fibroblasty (Wójcik i Górski 2018).

Powysiłkowa synteza poszczególnych białek (miofibrilarnych i mitochondrialnych) zdaje się być zależna od takich czynników jak: obciążenia treningowe, czas odnowy oraz suplementacja białkiem i węglowodanami. Przykładem mogą być ciekawe badania Breen i wsp. (2011). Naukowcy porównywali wpływ suplementacji samymi węglowodanami oraz odżywkami węglowodanowo - białkowymi na tempo syntezy

białka miofibrilarnego i mitochondrialnego do godziny po wysiłku wytrzymałościowym. Jak się okazało dodatek białka zwiększał syntezę białka miofibrilarnego w przeciwieństwie do białka mitochondrialnego. Niewątpliwie leucyna jest odpowiedzialna za pobudzenie syntezy białek po wysiłku siłowym. Interesujący wydaje się fakt, że stymuluje również syntezę białka mięśniowego po treningu wytrzymałościowym. W trakcie badań zwrócono uwagę na jeden szczegół. Wzrost syntezy białka miofibrilarnego po pojedynczych wysiłkach o charakterze wytrzymałościowym nie prowadził do hipertrofii mięśniowej. Postulowano, iż wzrost syntezy białka miofibrilarnego wynika ze zwiększonego „obrotu” tego białka, co nie ma przełożenia na wzrost masy aparatu kurczliwego mięśnia. Niestety powyższe zagadnienia wymagają dalszych obserwacji i badań.

Szczegółowo analizując procesy biochemiczne zachodzące w mięśniach biegaczy długodystansowych należy zwrócić uwagę na skład włókien mięśniowych oraz potencjał utleniający mięśnie zaangażowane w bieg. Dostępna literatura przedmiotu wyróżnia trzy najważniejsze typy włókien mięśniowych: włókna wolno kurczące się o metabolizmie tlenowym (typu I), włókna szybko kurczące się o metabolizmie tlenowo - glikolitycznym (typ IIa) i włókna szybko kurczące się o metabolizmie glikolitycznym (typu IIb). Badania ostatnich lat wykazują istnienie w mięśniach czwartego typu włókien bardzo podobnych do typu IIb, które noszą nazwę włókna typu IIx. Uważa się, iż zawartość poszczególnych typów włókien w mięśniu jest uwarunkowana genetycznie. W przypadku osób uprawiających sporty o charakterze wytrzymałościowym mięśnie szczególnie aktywne (np. brzuchaty łydki) mają duży udział (90-95%) włókien typu I (Birch i wsp. 2012). Charakterystyczne dla mięśni wolno kurczących się wolne jednostki ruchowe cechują się długim skurczem w odpowiedzi na pojedyncze pobudzenie. Pomimo niewielkiej siły skurczu, wynikającej z małej ilości włókien, są bardzo odporne na zamęczenie. Włókna mięśniowe wolne zawierają dużą ilość mioglobiny odpowiedzialnej za transportowanie tlenu. Podobnie jak hemoglobina nadają tkance czerwony kolor (Celichowski i Krutki 2020). Zwiększona odporność włókien na zmęczenie wiąże się ze wzrostem potencjału tlenowego. W konsekwencji następuje podniesienie progu przemian anaerobowych i progu wentylacyjnego, wzrost liczby mitochondriów, zwiększenie aktywności enzymów metabolizmu tlenowego, rozbudowa sieci kapilarnej, wzrost stężenia mioglobiny i zwiększenie zasobów glikogenu. Adaptacja powstająca w następstwie treningu wytrzymałościowego umożliwia pracę o dłuższym czasie trwania,

ale jednocześnie obniża zdolność do wysiłku o wysokiej intensywności (Holloszy 1984, Bentley 2003).

Uzyskanie wysokiej wytrzymałości wydaje się kluczowym elementem dla takich dziedzin sportu jak biegi długodystansowe. Analizując sylwetki najlepszych maratończyków na świecie należy zwrócić uwagę na czynniki rasowe. Szczególnie interesującym wydaje się fakt, że wielkie imprezy sportowe od 25 lat zdominowane są przez biegaczy czarnoskórych. Należy zadać sobie pytanie: „Gdzie tkwi sukces afrykańskich biegaczy?”. Liczni badacze szukając przyczyny tak wyjątkowych zdolności wytrzymałościowych wskazują na różnice w budowie mięśni. Według badań Temfemo (2007) czarnoskórzy biegacze mają znacznie więcej mitochondriów i naczyń włosowatych w mięśniach czworogłowych uda aniżeli maratończycy o białym kolorze skóry. Mniejsze włókna u afrykańskich długodystansowców umożliwiają łatwiejszą dyfuzję tlenu z naczyń włosowatych do mitochondriów. Podobne wnioski zaprezentowali inni teoretycy sugerując, iż kenijscy zawodnicy zużywają więcej tlenu aniżeli przedstawiciele białej rasy przy tej samej prędkości biegu (Marino i wsp. 2004, Pitsiladis 2004, Lars i Sheel 2015). Prowadzi to w efekcie do zwiększonej utylizacji tłuszczów przy jednoczesnym oszczędzaniu glikogenu (Maziarczyk 2015). Dokonując głębszej analizy zdolności wytrzymałościowych czarnoskórych biegaczy należy odwołać się do badań Westona i wsp. (2000), którego zdaniem sukces kenijskich sportowców tkwi w hipoksji. Hipoksja jest stanem, w czasie którego utlenowanie tkanek organizmu jest niewystarczające w odniesieniu do ich zapotrzebowania na tlen. Reakcją taką obserwuje się w wyniku fizjologicznej odpowiedzi na obniżenie ciśnienia barometrycznego, w następstwie czego dochodzi do redukcji ciśnienia parcjalnego tlenu we krwi, a w dalszej kolejności do obniżenia wysycenia hemoglobiny tlenem. Taką odpowiedź ze strony organizmu obserwuje się w warunkach wysokogórskich (powyżej 2000 m n.p.m.) (Czuba i wsp. 2020). Większość afrykańskiej elity biegaczy od urodzenia przebywa i trenuje na dużej wysokości. Wiąże się to z położeniem geograficznym Afryki. Wyniki wielu badań wykazują, że hipoksja przyczynia się do wywołania korzystnych zmian adaptacyjnych prowadzących do poprawy możliwości wysiłkowych. Dzieje się tak za sprawą wzrostu kapilaryzacji włókien mięśniowych, poprawy zdolności buforowych tkanki mięśniowej, zwiększenia aktywności enzymów glikolitycznych oraz obniżenia kosztu energetycznego wysiłku (Dufour i wsp. 2006, Zoll i wsp. 2006, Czuba i wsp. 2011, Ambroży i wsp. 2016). Oprócz warunków środowiskowych życia afrykańskich biegaczy przyczyn sukcesu należy dopatrywać się

w budowie ciała. Kenijczyków charakteryzuje niska masa ciała, niewielki poziom tkanki tłuszczowej i niezbyt rozwinięta tkanka mięśniowa (Eksterowicz i wsp. 2014). Niektórzy badacze uważają, że na wybitne wyniki sportowe może mieć wpływ sposób odżywiania. Dieta afrykańskich biegaczy jest bardzo prosta i składa się w przeważającej większości z kaszy Ugali, gotowanych lub surowych warzyw, owoców, jaj i mleka. Taki rodzaj pożywienia jest bogaty w węglowodany, witaminy, składniki mineralne i błonnik. Co więcej, produkty są naturalne i mało przetworzone. Niestety brakuje w niej tłuszczów zwierzęcych a ilość białka jest bardzo uboga (Eksterowicz i wsp. 2016). Według Beis'a i wsp. (2012) możliwości wysiłkowe afrykańskich maratończyków związane są z wyższym utlenianiem węglowodanów prostych. Przyjmowanie dużych dawek cukrów prostych ($> 90\text{g/h}$) może przyczynić się do większej produkcji energii rzędu 0-50%. Jak z powyższego wynika, wybitne osiągnięcia czarnoskórych biegaczy są interakcją kilku łączących się ze sobą elementów. Obok predyspozycji genetycznych, uwarunkowań środowiskowych i kulturowych, silnym czynnikiem motywującym jest chęć poprawy trudnych warunków życia. Trudno się nie zgodzić z powszechnie panującą opinią, iż sukces kenijskich biegaczy okupiony jest ciężką pracą i silną wolą walki o lepszy byt.

Presja walki o lepszy standard życia, kult rekordów panujący w sporcie i lepsze gratyfikacje często motywują zawodników do korzystania z substancji niedozwolonych. Problem dopingu w sporcie z pewnością należy do bardzo kontrowersyjnych. Z jednej bowiem strony istnieją pewne pozytywne przesłanki podkreślające wymierne korzyści z suplementacji farmakologicznej w celu poprawy rezultatów sportowych, z drugiej zaś w propagandzie antydopingowej podkreśla się głównie jego negatywne skutki zdrowotne. Kontrowersyjność opinii o skutkach korzystania z zabronionych środków wynika głównie z tego, iż z jednej strony przynoszą doraźne korzyści na krótką metę, z drugiej zaś powodują bardzo rozległe szkody (Chrostowski 1998). Jedną z negatywnych konsekwencji jest uszkodzenie wielu narządów wewnętrznych oraz objawy psychicznego uzależnienia (Szyguła 1999). Pomimo licznych zagrożeń wynikających ze stosowania substancji dopingujących zwolennicy „dróg na skróty” bynajmniej nie zamierzają rezygnować z zakazanego procederu. Jedną z najczęściej wybieranych substancji przez przedstawicieli sportów wytrzymałościowych jest erytropoetyna (EPO). EPO powoduje zwiększenie masy erytrocytów, poziomu hematokrytu i stężenia hemoglobiny we krwi obwodowej, co w efekcie przekłada się na wzrost możliwości przenoszenia tlenu do tkanek obwodowych (Kaliszewski i wsp.

2012). Pierwsze udokumentowane badania wpływu EPO na możliwości wysiłkowe wykonano w 1991 roku w pracowni Ekbloma i Berglunda. Podawanie EPO spowodowało wzrost poziomu hematokrytu i stężenia hemoglobiny o 10% oraz maksymalnej mocy aerobowej o około 7%, a także wydłużenie aż o 17% czasu biegu aż do zmęczenia. Oczekiwanym przez biegaczy przyjmujących EPO efektem dopingującym jest poprawa wydolności organizmu. Działaniem niepożądanym jest ryzyko zatorowości płucnej, zakrzepicy żył głębokich, zakrzepicy wieńcowej lub mózgowej, które mogą doprowadzić do zawału serca lub udaru niedokrwiennego mózgu (Kaliszewski i wsp. 2012). Głównym koordynatorem w walce z dopingiem w sporcie jest Światowa Agencja Antydopingowa (WADA), która na bieżąco publikuje listę osób naruszających przepisy antydopingowe. Wśród nich figurują mistrz olimpijski z Pekinu (2008) i trzykrotny mistrz świata (2011, 2013, 2015) na dystansie 1500 m pochodzący z Kenii Asbel Kiprop. W takiej samej sytuacji znalazła się jego rodaczka Rita Jeptoo - mistrzyni olimpijska w maratonie z Rio de Janeiro (2016). Wcześniej wspomniane osoby zostały zdyskwalifikowane, gdyż ich próbki laboratoryjne wykazały obecność EPO (wada-ama.org).

Innym bardzo popularną substancją wśród biegaczy długodystansowych jest Meldonium, które w styczniu 2016 roku zostało wpisane na listę środków zakazanych WADA. Meldonium jest lekiem kardiologicznym stosowanym przy chorobach układu krążenia. Ze względu na swoje szerokie spektrum działania stanowi pokusę dla zawodników uprawiających sport o charakterze wytrzymałościowym. Wyżej wspomniany lek został dość szczegółowo opisany w badaniach Lippi i Mattiuzzi (2017). Autorzy publikacji sugerują, że wpływa on na lepsze wykorzystanie kwasów tłuszczowych w ludzkim organizmie, zmniejsza produkcję kwasu mlekowego po intensywnym wysiłku, zwiększa zdolność organizmu do magazynowania znaczących pokładów glikogenu mięśniowego i niweluje ryzyko wystąpienia powysiłkowego stresu oksydacyjnego. W efekcie dochodzi do poprawy wytrzymałości tlenowej, ekonomiczniejszej pracy serca, polepszenia procesów regeneracyjnych i zwiększonej aktywacji ośrodkowego układu nerwowego. Na liście WADA wśród osób złapanych na dopinguje figuruje etiopski biegacz Endeshaw Negesse legitymujący się rekordem życiowym 2:04:52, podobnie jak mistrzyni świata z Moskwy w biegu na 1500 m (2013) - Etiopka Abeby Aregawi (wada-ama.org).

Analizując daleko posuniętą złożoność problemu dopingiu w sporcie, wyrażane jest przekonanie wśród sportowców, że czołówka „czarnoskórych” maratończyków

korzysta z niedozwolonych substancji. Nie oznacza to jednak, że przedstawiciele „białej rasy” nie sięgają po środki farmakologiczne. Niezależnie od wiedzy na ten temat, stosowanie dopingu jest złamaniem obowiązującej w sporcie zasady „fair play”. W praktyce trudno wyobrazić sobie sport wyczynowy abstrahujący od zasad moralnych, jak również niełatwo pomyśleć o sporcie pozbawionym całkowicie elementu rywalizacji i dążenia do sukcesu (Kowalik i Bartoszewski 2020). Temat bez wątpienia jest bardzo kontrowersyjny i należy poddać go dalszym rozważaniom.

1.1.3 Periodyzacja treningu maratońskiego

Każda dyscyplina sportowa zakłada występowanie celowego i logicznie uporządkowanego ciągu aktywnych zadań o określonym poziomie wysiłku fizycznego, jak i zaangażowania emocjonalnego realizowanego w określonym czasie. Organizm sportowca poddawany jest programom modelującym i rozwijającym założone funkcję, sprawności, umiejętności i zachowania. Takie oddziaływanie na organizm sportowca w bibliografii definiowane jest jako „trening”. Najciekawszymi definicjami „treningu” wydają się być, w naszym kraju, te zaproponowane przez Sozańskiego (2012) czy też Sozańskiego i wsp. (2015). Według powyższych autorów, trening jest zorganizowanym procesem, który poprzez wielowarstwowy i złożony system kształtujących bodźców, prowadzi do pożądaných efektów adaptacji wysiłkowej, determinujących poziom wytrenowania, umożliwiając rozwój wyników oraz skuteczny udział we współzawodnictwie. Istota programu treningowego przejawia się w jego strukturach (rzeczowej i czasowej), obciążeniach (objętość, intensywność), zasadach, metodach i środkach. W praktyce trening powinien być celowym zbiorem długofalowych działań, nakierowany na przyswojenie i doskonalenie określonych czynności ruchowych (technika) oraz równoległe procesy adaptacji funkcjonalnej (wysiłkowej) dla optymalizacji stanu wytrenowania, umożliwiające maksymalizację wyniku sportowego. Taki kompleks obejmuje przygotowanie: sprawnościowe (fizyczne), taktyczne (umiejętność podejmowania walki), techniczne (zdolności ruchowe), psychiczne (kierowanie emocjami) i teoretyczne (zasób wiedzy o przedmiocie działania) (Sozański 2012). Kompleksowe podejście do treningu zawiera również szereg procedur dopełniających m.in.: odnowę biologiczną, opiekę lekarską, czy też dietetykę (Hohmann i wsp. 2010).

Z kolei Sozański i wsp. (2015) uważają, że „trening sportowy to wieloletni, celowo organizowany proces pedagogiczny, w przebiegu którego zawodnik opanowuje oraz

doskonali technikę i taktykę danej specjalności, kształtuje sprawność fizyczną, rozwija dyspozycje psychiczne, intelektualne i osobowość. Celem treningu jest optymalizacja funkcji ustroju i rozwój specyficznej adaptacji wysiłkowej, umożliwiających maksymalizację wyników oraz skuteczny udział w walce sportowej, odpowiednio do regulacji przyjętych w danej dyscyplinie czy konkurencji”.

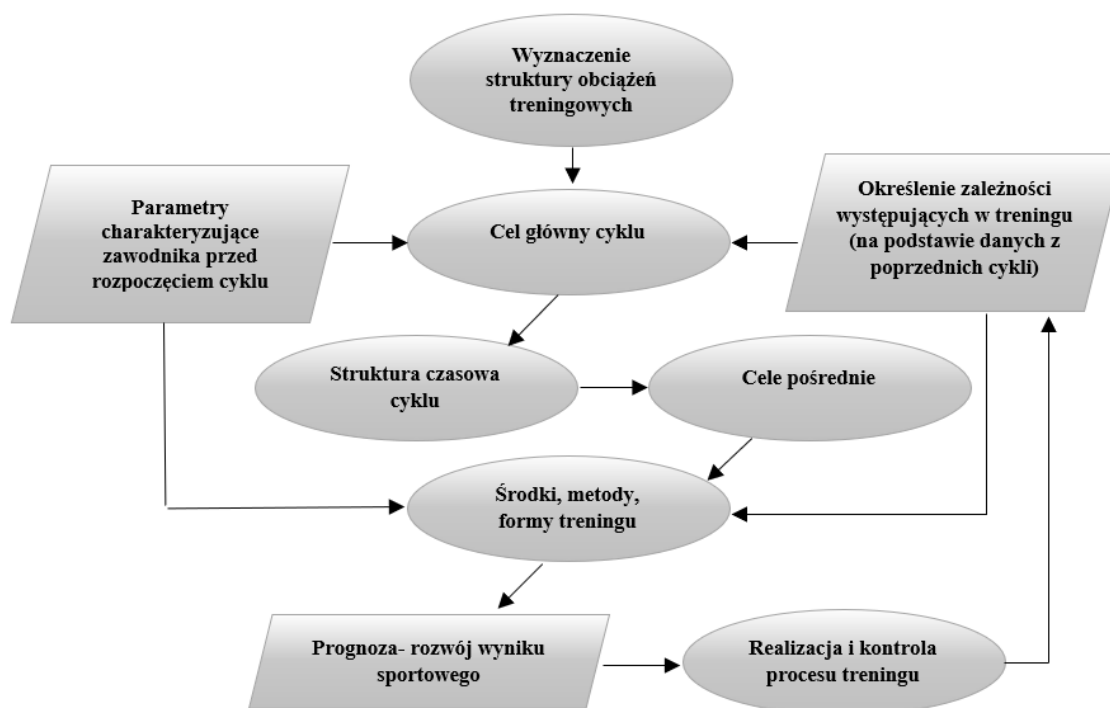
Za szczególnie uzdolnionego sportowca uważa się osobnika, który na wczesnym etapie szkolenia, dzięki naturalnym predyspozycjom biologicznym, nabywanym doświadczeniom i stosowaniu wszechstronnych ćwiczeń fizycznych, uzyskuje progresję wyników i potrafi ujawnić swoje zdolności ujawniać w ściśle określonym czasie podczas współzawodnictwa sportowego (Naglak 1999). Podobne stanowisko prezentują Mirek i Mleczko (2010), których zdaniem uwarunkowania genetyczne są ważnym czynnikiem determinującym osiągnięcie granicznych możliwości w sporcie wyczynowym. Wiadomo jednak, że zakodowane w genotypie predyspozycje mogą być wywołane w sposób maksymalny tylko w przypadku oddziaływania zespołu czynników środowiskowych (w szkoleniu sportowym utożsamianym z obciążeniem fizycznym). Jedynie w wyniku właściwej interakcji genotypu ze środowiskiem zostaną ukształtowane określone cechy fenotypowe organizmu zawodnika, stanowiące podstawę do osiągnięcia wybitnych wyników sportowych (Popinigis 1997). Niezawodnym sposobem doprowadzenia zawodnika do szczytu swoich możliwości jest stworzenie logicznie zaplanowanego procesu treningowego. Jest to swego rodzaju uzasadniona naukowo sztuka (Little i Williams 2005).

Najważniejszym celem dla każdego sportowca jest ustanawianie nowych rekordów życiowych, które stanowią punkt wyjściowy dla planowania poszczególnych okresów treningowych. Istota planowania polega na wyznaczeniu celu końcowego-zapewniającego osiągnięcie sukcesu sportowego na arenie międzynarodowej (Kosendiak i Naglak 1989). Sukces jest efektem długotrwałego treningu, który staje się złożonym procesem wymagającym racjonalnego i planowanego działania. W efekcie powstaje wieloletni układ celów kariery sportowca, który nadaje sens procesowi treningowemu i umożliwia wyznaczenie realnych wartości dla poszczególnych zadań. Wyznaczenie układu celów kariery jest koniecznością, której nie można zignorować. Od jakości planowania w dużym stopniu zależy efektywność procesu treningowego (Naglak 1999, Ozimek 2007).

Trening przynosi efekty w momencie, gdy stosowane obciążenia treningowe nie szkodzą zdrowiu i wpływają na rozwój umiejętności sportowca, co w efekcie

przyczynia się do osiągnięcia mistrzostwa sportowego. Na etapie szkolenia mistrzowskiego dla każdego zawodnika opracowuje się indywidualny plan treningowy i realizuje się go za pomocą specjalistów w warunkach daleko odbiegających od standardowych (Sozański 2002). Zastosowanie dobrze opracowanego planu pozwala uniknąć działań bezcelowych i przypadkowych. Jego nadrzędnym celem jest pobudzenie wcześniej zaplanowanych i specjalnych odpowiedzi fizjologicznych, aby szczytowe możliwości sportowca zostały wykorzystane w odpowiednim czasie (Maughan i Gleeson 2010). Opracowanie planu treningowego jest czynnością bezwzględnie konieczną. Plan zawiera bowiem cele, które wyznaczają kierunek działania (Pac-Pomarnacki 2006). Systemowe podejście do planowania zaproponowane przez Sozańskiego (1999) obejmuje sześć wykonywanych kolejno działań:

1. Przyjęcie głównego celu szkolenia dla danego cyklu na podstawie planowanego rozwoju wyniku w danej fazie kariery. Planowany cel (poziom przygotowania i poziom osiągnięć) determinowany jest aktualnym potencjałem zawodnika na tle trendów rozwoju dyscypliny (konkurencji).
2. Opracowanie czasowej struktury treningu (cykl, mezocykl, mikrocykle, jednostki treningowe) dla realizacji celu.
3. Przybranie celów pośrednich dla kolejnych mezocykli, mikrocykli, jednostek treningowych.
4. Wyznaczanie struktury i wielkości obciążeń optymalnych ze względu na realizację postawionych celów.
5. Ustalenie środków, metod, form i warunków, za pomocą których realizowane mają być wyznaczone obciążenia treningowe.
6. Kontrola i analiza przebiegu cyklu treningu umożliwiająca zaprogramowanie następnego.



Rycina 1. Programowanie cyklu treningu (Sozański 1999)

Programowanie treningu jest postępowaniem, na który składa się analogiczny cykl działań. Realizacja każdego z poszczególnych cykli poszerza wiedzę o prawidłowościach zachodzących w procesie treningowym. Ujęcie procesu treningowego jako cyklu otwiera możliwość właściwego nim kierowania. Osobą odpowiedzialną za kierowanie procesem treningowym jest zazwyczaj trener. To jego wiedza, umiejętności i zdolności przesądzają o skuteczności podejmowanych działań. W definicji Martens`a (2009) skuteczny trener to taki, który nie tylko wygrywa zawody, ale także pomaga swoim zawodnikom doskonalić i nabywać nowych umiejętności, czerpać radość ze sportowego współzawodnictwa i kształtować poczucie własnej wartości. Trener odgrywa rolę przewodnika w procesie szkolenia i to w jego kompetencjach leży realizacja czterech kluczowych zadań: planowanie procesu szkoleniowego, organizacja tego procesu, przeprowadzenie działalności szkoleniowej i kontrolowanie procesu szkolenia. Tak pojęta rola trenera sprawdza się w kierowaniu rozwojem w taki sposób, aby zrealizować założony cel i osiągnąć maksymalne efekty (Mleczko 2007). Trener musi pamiętać, iż kluczem do sukcesu w sporcie jest przemyślany i mądry program szkolenia oraz konsekwentna jego realizacja. Niezbędny jest również stały dopływ informacji o skutkach prowadzonej działalności oraz zmianach adaptacyjnych organizmu pod wpływem zastosowanego treningu.

Trener musi starannie rejestrować obciążenia treningowe i systematycznie kontrolować ich skuteczność. Nowe wyzwania w sporcie wymagają innowacyjnego i wielowymiarowego spojrzenia na problematykę treningu.

Współczesny sport kwalifikowany spotyka się z coraz bardziej złożonymi problemami, które dotyczą wpływu coraz większej ilości zmiennych oddziałujących na wynik sportowy. Wiedza o sporcie musi poszukiwać coraz to nowych stymulatorów podnoszących efektywność szkolenia sportowego, a tym samym rokujących postęp wyników. Proces maksymalizacji wyników poprzez optymalizację treningu nieustannie trwa i nakazuje poszukiwanie nowych mechanizmów stymulujących efektywność treningu (Sozański i wsp. 2010, 2015). Z tych przesłanek wychodząc należy podkreślić wagę indywidualizacji w sporcie. Mówi się, że winna ona uwzględniać różnice w rozwoju poszczególnych zawodników, w ich uzdolnieniach i poziomie reaktywności na określone bodźce. Nadrzędnym celem indywidualizacji jest zapewnienie optymalnych warunków rozwoju sportowemu zawodnikowi, charakteryzującym się bardzo zróżnicowanym poziomem cech wiodących (Ważny 1989, Sleamaker 1993, Naglak 1999, Ozimek 2007). W tej sytuacji warto podjąć próbę sformalizowania indywidualizacji jako jednego z nurtów metodycznych szkolenia sportowego, mającego swoje odbicie w procedurach i programach treningowych.

Rozważając przebieg indywidualizacji treningu najlepszych na świecie biegaczy w ramach makrocyklu rocznego należy z wielką starannością odnosić się do periodyzacji treningu (Bompa i Carrera 2005, Bompa i Haff 2010). Jeszcze do niedawna stosowano tradycyjny model rocznego cyklu treningowego uwzględniającego podział na trzy okresy: przygotowawczy, startowy i przejściowy (Sozański i wsp. 2010). Biorąc pod uwagę przygotowania do imprez rangi IO, MŚ, ME zaczęto szukać nowych i skuteczniejszych rozwiązań strukturalnych. Oprócz rywalizacji czysto sportowej coraz większą rolę zaczęły odgrywać względy materialne. Wysokie gratyfikacje i premie za wyniki wymuszały zmiany w metodyce treningu. Zjawisko to przyczyniło się do zwiększenia liczby startów w ciągu roku. Klasyczny model rocznego cyklu treningowego musiał zostać w stosunku do maratonu zmieniony. W rezultacie przyjęto model treningu oparty na stosowaniu dwóch niepełnych cykli szkoleniowych (Ulatowski 1992). Ze względu na dwie oddzielne fazy zawodów, plan roczny winien zakładać osiągnięcie dwóch szczytów formy. Poniżej został przedstawiony przykład rocznego planu treningowego z 2 cyklami (tab. 1) (Ratkowski 1999).

Tabela 1. Struktura rocznego planu treningowego z uwzględnieniem dwóch niepełnych cykli szkoleniowych w maratonie (Ratkowski 1999)

Projekt rocznego cyklu treningowego uwzględniającego dwa starty w maratonie												
Miesiąc	Listopad	Grudzień	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Październik
Periodyzacja	Mezocykl wprowadzający	Mezocykl akumulacyjny	Mezocykl akumulacyjny	Mezocykl intensyfikacyjny	I mezocykl BPS		Mezocykl regeneracyjny			Mezocykl akumulacyjny	II mezocykl BPS	
				Biegi przełajowe i uliczne				Starty na bieżni i biegi uliczne			Starty kontrolne	

Plan z dwoma cyklami składa się z dwóch krótkich pojedynczych cykli, połączonych za pośrednictwem mezocyklu regeneracyjnego. Jest to kolejność typowa dla współczesnej koncepcji szkolenia w konkurencjach biegowych o charakterze wytrzymałościowym. Uwzględnienie dwóch okresów bezpośredniego przygotowania do startu (BPS) w biegu maratońskim jest niezwykle ważną składową periodyzacji treningu, jak również ułatwia planowanie obciążeń w całym makrocyklu. Znalazł on praktyczne potwierdzenie w wynikach uzyskiwanych przez najlepszych polskich maratończyków (Ratkowski 1999).

Periodyzacja treningu czołowych maratończyków zależna jest w głównej mierze od kalendarza startów. Struktura czasowa treningu wiąże się z powtarzalnym systemem blokowym, którego konstrukcja oparta jest na trzech mezocyklach: wprowadzającym, akumulacyjnym i intensyfikacyjnym oraz regeneracji organizmu zawodnika. Celem mezocykli jest zapewnienie dynamicznego tempa rozwoju wytrenowania, jak i zapobieganie naruszeniu równowagi procesów przystosowawczych w trakcie nawarstwiania się obciążeń treningowych. Ich budowa zależy głównie od poziomu przygotowania maratończyków, zjawiska sumowania efektów treningowych i startowych, warunków odnowy biologicznej, możliwości oceny zmian zachodzących w planie szkoleniowym (Sozański 1999). Na każdy mezocykl składają się poszczególne mikrocykle, których układ zależy od sposobu rozwiązań treningowych. Natomiast mikrocykle zbudowane są z kilku jednostek treningowych. Pojedyncza jednostka treningowa jest najmniejszym elementem struktury treningu. Jej budowa i treść zależy

od ogólnej liczby treningów, globalnej wielkości obciążeń, rozkładu obciążeń oraz wypoczynków w mikrocyklu.

Obciążenia treningowe w literaturze przedmiotu określane są jako wielkość pracy, którą wykonał zawodnik w danym ćwiczeniu, jednostce treningowej lub cyklu. Charakteryzowane są za pośrednictwem dwóch parametrów. Pierwszy z nich to objętość wyrażana jako ilościowy składnik pracy. Druga zaś to intensywność określana jako jakościowa składowa pracy (Sozański 1999, Sozański i wsp. 2015). Szukając dróg racjonalizacji treningu w pierwszej kolejności należy uwzględnić rodzaj, wielkość i strukturę obciążeń. Z metodycznego punktu widzenia wszystkie obciążenia można podzielić na: wszechstronne, ukierunkowane i specjalne (Sozański i Śledziwski 1995). Wykonywanie ćwiczeń z każdej wyżej wspomnianych grup odbywa się z określoną intensywnością, oddziałując na poszczególne mechanizmy energetyczne. Wydatkowanie energii powiązane jest z subiektywnym poczuciem pokonywania oporu, który wymaga zestrojenia różnych czynników ustroju (oddychania, przemiany materii, krążenia krwi) wywołując przy tym zmęczenia fizyczne i psychiczne sportowca (Kozłowski 1986). Ujmując obciążenia treningowe w aspektach energetycznych i psychicznych można podzielić je na obciążenia zewnętrzne (utożsamiane z wysiłkiem fizycznym) oraz wewnętrzne (rozumiane jako indywidualne reakcje organizmu na wysiłek). Ważne znaczenie ma tutaj właściwa organizacja procesów odnowy biologicznej - wiążąc fazy pracy i wypoczynku (Ulatowski 1996). Sukces nie może być okupiony kosztem zdrowia i psychiki sportowca. Należy odnaleźć równowagę między treningiem, zawodami a odnową biologiczną. Kiedy zawodnik wykonuje wyczerpujący trening o bardzo dużej intensywności rośnie nie tylko jego poziom sportowy, ale również zmęczenie. Jeżeli sportowiec umie niwelować przewlekłe zmęczenie, zachowując przy tym swoją sprawność, jego forma zdecydowanie ulegnie poprawie (Bompa i Haff 2010). Tylko prawidłowy dobór optymalnych wielkości obciążeń treningowych i zachowanie ich racjonalnej struktury może decydować o skuteczności tego procesu. Obciążenia treningowe są optymalne, gdy najkorzystniej kształtują pożądane zmiany przystosowawcze w organizmie sportowca (Prus i Raczek 1993). Zbyt wysokie obciążenia prowadzą do zmian przeciążeniowych i do przetrenowania. Zbyt niskie nie zapewniają wzrostu poziomu wytrenowania, jak i rozwoju funkcji organizmu (Ratkowski 2006). Należy zatem dążyć do pełnej indywidualizacji planu treningowego poszczególnych zawodników z uwzględnieniem ich aktualnych danych

osobniczych (zdrowie, stan wytrenowania, nastawienie psychiczne) (Sozański i wsp. 2010).

Rozpatrując różnorodne koncepcje indywidualizacji, należy zwrócić uwagę na wskaźniki objętości realizowanego treningu. Analizy dowodzą, że nierzadko obiegają one od typowych rozwiązań. Przykładem może tu być objętość treningu elitarnych maratończyków. Niektóre źródła naukowe wykazują, że najlepsi zawodnicy na świecie biegają od 150-260 km tygodniowo realizując przy tym od 11 do 14 sesji treningowych (Tjelta i Enoksen 2010, Enoksen i wsp. 2011). Tygodniowa liczba jednostek treningowych może odbiegać od wartości modelowych. Wynikać to może z uwzględnienia spersonalizowanych potrzeb każdego z zawodników. Dla przykładu kenijski biegacze wykonują aż 3 jednostki treningowe dziennie (Billat i wsp. 2003).

Nie umniejszając znaczenia czynnika indywidualizacji, warto jednak zwrócić uwagę na czas przygotowań poprzedzających osiągnięcie najwyższego poziomu mistrzostwa (Raczek 1991, Sozański i Zaporozhanow 1993, Sachnowski 1997). Droga do treningu maratońskiego powinna prowadzić poprzez biegi średnie i długie. Świadczą o tym liczne przykłady wybitnych zawodników (Eliud Kipchoge, Kenenisa Bekele, Haile Gebrselassie, Mohamet Farah), którzy przez lata startowali na bieżni, aby w późniejszym okresie życia sięgać po najwyższe laury. Pierwszy start w maratonie powinien być poprzedzony długoletnim procesem treningowym. Fakt ten potwierdzają najlepsi polscy maratończycy w historii (Henryk Szost, Grzegorz Gajdus, Antoni Niemczak) (domtel-sport.pl).

Tabela 2. Staż treningowy poprzedzający wynik życiowy w maratonie 10 najlepszych zawodników w historii polskiego maratonu

L. p.	Najlepszy wynik w maratonie	Imię i nazwisko zawodnika	Wynik życiowy na 5 km	Wynik życiowy na 10 km	Staż treningowy poprzedzający wynik życiowy w maratonie
1.	2:07,39	Henryk Szost	13:58,89	28:31,90	8
2.	2:09,32	Grzegorz Gajdus	13:44,97	29:59,47	23
3.	2:09,41	Antoni Niemczak	13:41,16	28:21,04	11
4.	2:09,42	Leszek Bebło	13:34,30	28:34,47	9
5.	2:10,07	Jan Huruk	13:34,63	28:18,42	15
6.	2:10,07	Marcin Chabowski	13:52,61	28:27,59	10
7.	2:10,26	Bogusław Psujek	13:35,40	28:28,53	7
8.	2:10,31	Sławomir Gurny	13:49,32	28:56,82	10
9.	2:10,33	Yared Shegumo	13:58,34	30:18,77	13
10.	2:10,49	Adam Draczyński	14:17,74	29:21,38	12

Dokonując wnikliwej analizy powyższej tabeli (tab. 2) można stwierdzić, iż potencjalne możliwości osiągnięcia wybitnych wyników w maratonie wyznacza staż treningowy. Średnia stażu treningowego najlepszych zawodników w historii Polski jest równa 11,8 lat. Trening maratończyka jest wieloletnim i zorganizowanym procesem zmierzającym do osiągnięcia mistrzostwa sportowego w ramach określonej struktury, która podlega celowym zmianom w kolejnych fazach tego procesu. Należy podkreślić, że proces treningowy odgrywa znaczącą rolę w uzyskaniu wyższego poziomu sportowego. Świadczą o tym bardzo dobre wyniki życiowe na dystansie 5 i 10 kilometrów najlepszych polskich maratończyków, których kariera była poprzedzona licznymi startami na bieżni i to przez wiele lat (tab. 2). W przypadku maratończyków należy zwrócić szczególną uwagę na staż treningowy poprzedzający najlepszy wynik życiowy w maratonie. Zdaniem Sozańskiego (1999) czas szkolenia mistrzów jest bardzo zróżnicowany, ale uśredniony wynosi kolejno 8 lat systematycznego treningu. Aby podołać tak dużym obciążeniom treningowym biegacz musi być w pełni ukształtowany i bazować na wieloletnim procesie treningowym. Planowanie procesu wiąże się z głęboką analizą dotychczasowych obciążeń treningowych oraz podjęciem decyzji o wyspecjalizowaniu się w konkurencji maratońskiej i to w odpowiednim czasie (Chodinow 2015). Znalezienie optymalnego rozwiązania jest zadaniem niezwykle trudnym, ponieważ każda jednostka inaczej reaguje na zadane bodźce treningowe. Nie sposób w tym przypadku nie zgodzić się ze słowami Chomienkow`a (1975), którego zdaniem „dalsze badanie granic wiekowych, w których osiągane są najlepsze rezultaty, stanowi jeden z głównych czynników doskonalenia organizacyjno-metodycznych podstaw rozwoju systemu selekcji i przygotowania rezerwy sportowej”. Przesuwanie granic wieku, związanego z osiągnięciem najlepszych wyników sportowych, ma ścisły związek z wydłużaniem okresu trwania wcześniejszego przygotowania. To z kolei wiąże się z bardziej planowym kształtowaniem najwyższego poziomu mistrzostwa sportowego (Ozimek i Ambroży 2016).

Bardzo interesujący wydaje się fakty, że najwybitniejsi maratończycy osiągnęli najlepsze wyniki po 30 roku życia. Jako przykład może posłużyć Eliud Kipchoge, który w wieku 34 lat pobił rekord świata w maratonie równy 2:01,39 (2018). Kolejny zawodnik Kaan Kigen Özbilen w roku 2019 ustanowił rekord Europy jako 33-latek (2:04,16). Najwybitniejszy polski maratończyk Henryk Szost ustanowił rekord kraju w wieku 30 lat (2:07,39).

Z dotychczasowych rozważań wynika, że okres przygotowawczy poprzedzający osiągnięcie wybitnych wyników sportowych znacznie się wydłużył, podobnie jak czas utrzymywania najwyższego poziomu mistrzostwa sportowego. Doskonalenie wieloletniego procesu szkolenia sportowego, począwszy od pierwszych kroków stawianych na drodze sportowej aż do końcowych lat sportowej ontogenezy, jest przedmiotem badań wielu naukowców (Matwiejew 1999, Naglak 1999 i wsp., Sozański 1999, Płatonow 2004, Sachnowski i wsp. 2005, Ozimek 2007). Na przestrzeni ostatnich lat widocznie wzrosła liczba zawodników, którzy odnieśli spektakularne sukcesy po 30 roku życia. Wydłużanie ontogenezy sportowej w ramach rywalizacji na najwyższym poziomie bez wątpienia powiązane jest ze zjawiskiem komercjalizacji i profesjonalizacji sportu (Płatonow 2004). Wysokie gratyfikacje, atrakcyjne premie i gaże od sponsorów są czynnikiem motywującym dla wielu zawodników. Na wydłużanie kariery sportowej ma również rozwój medycyny sportowej. Wśród nich należy wyróżnić: sposób odżywiania się, wspomaganie farmakologiczne, profilaktykę i prewencję urazów, a także wiele innych medyczno-biologicznych czynników przygotowania sportowców (Sachnowski i wsp. 2005). Należy jednak mieć na uwadze, iż długotrwałe utrzymanie mistrzostwa dotyczy w większym stopniu dyscyplin sportowych charakteryzujących się wieloczynnikową strukturą zawodów oraz tych, w których szczególne znaczenie przywiązuje się do dojrzałości taktycznej i doświadczenia w zawodach.

Sport wyczynowy wydaje się być pojęciem niezmiernie szerokim. Jego nadrzędnym celem i funkcją jest maksymalizacja wyników i osiągnięć w określonych specjalnościach ruchowych, jak i funkcjonalnych. Teoria treningu w tym przypadku operuje na bardzo konkretnym obszarze sportu, który obejmuje proces „wytwórczy” (szkolenie i trening). Posługuję się przy tym metodologią i metodyką. Metodologia określa „co trzeba zrobić”. Jest zatem zbiorem metod badań dla określonych warunków skuteczności i wartości poznawczej. Metodyka pokazuje „jak to zrobić” - skupiając się na realizacji zadania (Sozański 2015). Powyższe zagadnienia dotyczące mistrzostwa sportowego są często poddawane analizie przez różnych teoretyków (Naglak 1999, Sozański i wsp. 1999, 2015). Niestety przesłanek dotyczących kreacji mistrza sportowego w maratonie jest wciąż za mało, gdyż jest to zagadnienie niezwykle trudne. Trzeba mieć świadomość, że człowiek jako jednostka podlega procesowi zmian i model mistrza może ulegać ciągłym modyfikacjom. Stąd też ciągły postęp wyników w maratonie. W ciągu ostatniej dekady rekord świata w maratonie został pobity

aż 4 razy. Taki dynamiczny rozwój wyników mobilizuje do szukania nowych rozwiązań treningowych i otwiera nowe horyzonty myślenia. Zbieranie i opracowywanie danych dotyczących treningu najwybitniejszych biegaczy daje podstawy do racjonalnego kierowania procesem szkoleniowym przyszłych, dobrze rokujących maratończyków. Szczegółowa analiza obciążeń treningowych czołowych zawodników może być niezwykle przydatna w pracy trenerskiej. Głównym problemem procesu szkolenia maratończyków jest badanie zależności pomiędzy osiąganymi rezultatami sportowymi a obciążeniami treningowymi. Jest to istotny problem badawczy, ponieważ zależności te pozwalają na dokonywanie zmian w metodyce treningu. Niezwykle przydatne w tej kwestii mogą być dzienniczki treningowe najlepszych maratończyków. Posiadając taki materiał można dokonywać różnorodnych analiz, umożliwiających otrzymanie porównywalnych informacji o obciążeniach, w kolejnych cyklach treningowych i różnych etapach zaawansowania zawodników.

Jak wynika z powyższego przeglądu badań dotyczących czynników ważnych dla uzyskiwania wysokich wyników w biegach maratońskich, to zagadnienia wymaga ciągłych badań i wyjaśnień jak i szerokich dyskusji.

Jak się zatem wydaje, podjęcie badań w proponowanym zakresie jest zagadnieniem istotnym a przyjęte założenia pracy ważne dla weryfikacji i uaktualnienia obrazu współczesnych polskich maratończyków na różnym poziomie zaawansowania sportowego. Ponadto poszukiwanie dalszych determinantów wpływających na osiągnięcie wysokich wyników w biegach maratońskich może przyczynić się do wyjaśnienia kolejnych aspektów związanych z tą nader trudną konkurencją lekkoatletyczną.

2. Cel pracy i pytania badawcze

Cel naukowy

Celem naukowym badań jest określenie zależności między obciążeniami treningowymi stosowanymi w procesie szkolenia a rezultatami sportowymi maratończyków na różnym poziomie wytrenowania - rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i biegaczy amatorskich. Dodatkowym aspektem jest charakterystyka poszczególnych makrocykli treningowych rekordzisty Polski w latach od 2012 (Igrzyska Olimpijskie w Londynie) do 2018 (Mistrzostwa Europy w Berlinie), na podstawie których określono zależności pomiędzy składowymi obciążeniami treningowymi a uzyskanym rezultatem sportowym.

Cel aplikacyjny

Celem aplikacyjnym jest wskazanie kierunku zmian postępowania w szkoleniu maratończyków charakteryzujących się międzynarodowym poziomem sportowym.

Pytania badawcze

1. Jakie parametry determinują osiągnięcie wybitnych rezultatów w maratonie?
2. Jaką strukturą i wielkością charakteryzują się obciążenia treningowe rekordzisty Polski oraz polskich zawodników na różnym poziomie sportowym?
3. Jakie są różnice pomiędzy składowymi obciążeniami treningowymi maratończyków prezentujących różne poziomy sportowe?
4. Jakie różnice i podobieństwa występują w strukturze i wielkościach rocznych obciążeń treningowych w sezonach sportowych od 2012 do 2018 roku u rekordzisty Polski w maratonie?
5. W jakim stopniu poszczególne składowe obciążenia treningowo - startowych rekordzisty Polski warunkowały poziom jego wyników sportowych w badanych sezonach?

3. Materiał i metody badań

3.1 Charakterystyka badanej zbiorowości

W realizacji założeń pracy badaniom poddana została grupa 32 maratończyków z czołowych sekcji lekkoatletycznych klubów sportowych w Polsce. Grupę porównawczą składającą się z biegaczy maratończyków „amatorów” stanowi 25 badanych. Siedmiu zawodników – stanowi grupę „top” legitymującymi się wynikami w biegu maratońskim poniżej 2:30h. Dwudziestu pięciu zawodników posiada wyniki w granicach 2:30 – 3:00h.

Wśród badanych jest zawodnik H.S. – złoty medalista wojskowych mistrza świata w maratonie, legitymujący się rekordem Polski w biegu maratońskim z wynikiem 2:07:39h, uzyskany 4 marca 2012 roku podczas maratonu Lake Biwa w Ōtsu (Japonia).

W badaniach ujęto obciążenia treningowe zawodnika H.S. z sezonów przygotowania od 2012 do 2018 roku, w tym z sezonów startowych – roku olimpijskiego 2011/2012 (IO Londyn 2012), Mistrzostw Europy (Zurych 2014), roku olimpijskiego 2015/2016 (IO Rio de Janeiro 2016) oraz sezonu 2017/2018 przed Mistrzostwami Europy (Berlin 2018). Dla wszystkich pozostałych zawodników w badaniach ujęto sezon sportowy 2017/2018.

Rekordzista Polski H.S. pochodził z Klubu Sportowego WKS Grunwald Poznań.

Zawodnicy z grupy najlepszych w Polsce reprezentowali kluby sportowe takie jak: ULKS MOSiR Sieradz, WKS Śląsk Wrocław, CWZS Zawisza Bydgoszcz SL, WKS Grunwald Poznań, AZS AWF - Warszawa, LŁKS Prefbet Śniadowo Łomża.

Zawodnicy z grupy porównawczej (amatorscy biegacze), reprezentowali natomiast kluby sportowe: JKL Jawor Jaworzno, UKS Mosir Krosno, Night Runners Września, Luxtorpeda Czerwionka, KS AZS AWF Kraków, Zadyszka Oświęcim, Szost Team, WKB Meta Lubliniec, AZS AWF Katowice, Lacho Team, Matner Running Team.

Badania przeprowadzono w Zakładzie Lekkiej Atletyki, w Instytucie Nauk o Sporcie, na Wydziale Wychowania Fizycznego i Sportu Akademii Wychowania Fizycznego im. B. Czecha w Krakowie oraz w zależności od potrzeby na obiektach sportowych Ośrodków Przygotowań Olimpijskich w Polsce, podczas zgrupowań kadry narodowej maratończyków oraz w macierzystych klubach sportowych.

Wszyscy badani nie mieli przeciwwskazań lekarskich do udziału w badaniach jak również wyrazili na nie zgodę. Ponadto byli, zgodnie z etycznymi zasadami Deklaracji

Helsińskiej WMADH¹ (World Medical Association Declaration of Helsinki) (2008), informowani o wszystkich etapach i procedurach badawczych,.

W celu przeprowadzenia badań posiadano zgodę Komisji Bioetycznej przy Okręgowej Izbie Lekarskiej w Krakowie Nr 42/KBL/OIL/2015 z dnia 15 kwietnia 2015 roku.

Przed badaniem, wszystkie informacje dotyczące pomiarów zostały zaprezentowane zawodnikom. Przedstawiono dokładną instrukcję przed wykonaniem próby oraz cel i sposób wykonania poszczególnych pomiarów. Po przekazanych instrukcjach i informacjach dotyczących pomiarów uzyskano potwierdzenie na podstawie informacji zwrotnej, że nie stanowią one dla badanych żadnych trudności.

3.2 Rejestracja obciążeń treningowych

Rejestrację i klasyfikację obciążeń treningowych w rocznym cyklu szkolenia sportowego zawodników w maratonie oparta została na sposobie interpretacji obciążeń treningowych zaproponowanych przez Cemplę i Mleczkę (1989).

Obliczone zostały objętości poszczególnych środków obciążenia zewnętrznego, otrzymując sumę kilometrów lub minut objętości treningowej w makrocyklu rocznym i poszczególnych jego okresach. Grupy środków treningowych przyporządkowane zostały następującym strefom przemian energetycznych:

- tlenowych,
- tlenowo-beztlenowych,
- beztlenowo-tlenowych.

Jednostki treningowe opisywane były zgodnie z umownymi określeniami stosowanymi w teorii i praktyce sportu (Cempla i Mleczko 1989) i obejmowały:

- OWB₁- ogólna wytrzymałość biegowa w 1 zakresie intensywności (75-82% tętna - maksymalnego),
- OWB₂- ogólna wytrzymałość biegowa w 2 zakresie intensywności (82-88% tętna maksymalnego),
- OWB₃- ogólna wytrzymałość biegowa w 3 zakresie intensywności (88-92% tętna maksymalnego).

¹ Deklaracja Helsińska Światowego Stowarzyszenia Lekarzy (WMA) - Etyczne zasady prowadzenia badań medycznych z udziałem ludzi. Przyjęta przez 18 Zgromadzenie Ogólne Światowego Stowarzyszenia Lekarzy (WMA), Helsinki, Finlandia, czerwiec 1964 r. i zmieniona przez 59 Zgromadzenie Ogólne WMA, Seul, Republika Korei, październik 2008 r.

Podstawą podziału wytrzymałości tempowej (WT) była długość odcinka. Wyróżniono trzy zakresy WT:

- krótka - wytrzymałość tempowa krótkiego dystansu (WT_{kr.} WT_k) – odcinki 300-400m,
- średnia - wytrzymałość tempowa średniego dystansu (WT_{śr}) – odcinki 400-1000m,
- długa - wytrzymałość tempowa długiego dystansu (WT_{dł}) – powyżej 1000m.

W kształtowaniu szybkości zastosowano grupę trzech środków treningowych, wyróżnionych ze względu na długość odcinka przebieżki oraz rozwijaną prędkość w stosunku do maksymalnych możliwości zawodnika. Nazwano je umownie (Cempla i Mleczo 1989):

- szybkością maksymalną (Sz_{max}) - krótkie przebieżki do 80 m, biegane z maksymalną prędkością,
- szybkością względną (Sz_w) - przebieżki od 100-200 m, biegane z prędkością zbliżoną do rekordu na 400 m względnie 800 m,
- rytmem biegowym (R)- przebieżki 50-200 m, biegane z prędkością 80-90% rekordu życiowego na danym odcinku, z akcentowaniem dużej częstotliwości kroków i poprawnej techniki biegu.

SB - ćwiczenia wzmacniające siłę kończyn dolnych, nazywane: skipingiem A,B,C, wieloskokiem, podskokiem, podbiegiem. W dziennikach treningowych określamy sumę długości dystansu pokonanego za pomocą tych ćwiczeń.

SPR - formy ćwiczeń niespecyficznych dla danej konkurencji, ale wzmacniających bazę siłowo - koordynacyjną biegacza. Zakres tego rodzaju obciążeń został określony jedynie czasem trwania zajęć.

Przykładowy zapis źródłowych obciążeń treningowych zaczerpniętych z dziennika zawodniczka H.S. przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Przykłady zapisów źródłowych obciążeń treningowych (z dziennika treningowego H.S.)

Data	Zapis źródłowy
27.03.2012	Tren.1: OWB ₁ - 20 km Tren.2: OWB ₁ - 12 km+ ćwiczenia rozluźniające (0,5 h)
28.03.2012	Tren. 1: OWB ₁ – 4 km + WT _{śr} 20 x 400 m (tempo 2,55/km), przerwa - 200 m + 10 min trucht Tren.2: OWB ₁ - 6 km + ćwiczenia rozluźniające (0,5 h)

3.3 Informacje na temat przebiegu kariery sportowej badanych

Kwestionariusz ankiety budowy własnej pozwolił na uzyskanie informacji dotyczących czasookresu kariery sportowej, wieku, wyników sportowych w badanych sezonach, podstawowych informacji na temat cech budowy somatycznej.

Wywiad standaryzowany wśród zawodników prowadzono za pomocą kwestionariusza wywiadu, wymuszającego konieczność ścisłego dostosowania się do tematyki badań, ograniczający nadmierną swobodę wypowiedzi respondenta. Technika ta gwarantuje dokładność i porównywalność odpowiedzi jak również policzenia wyników (Bukowiec 1996, Grabowski 1996, Jankowski 2000, Morawski 2000, 2002, Ryguła 2004).

3.4 Metody, techniki i narzędzia badań

3.4.1 Pomiary cech budowy somatycznej i składu ciała

Pomiary antropometryczne dokonane zostały przy pomocy zestawu przyrządów powszechnie stosowanych w antropometrii (antropometr, cyrkiel kabłąkowy, cyrkiel liniowy, taśma antropometryczna, fałdomierz, waga) (Łaska-Mierzejewska 1997, Drozdowski 1998, Żarów 2007).

Pomiary wysokości ciała i szerokości mierzono między punktami antropometrycznymi:

- wysokość ciała: Basis i Vertex (B-v),
- szerokość barków: Acromion i Acromion (a-a),
- szerokość miednicy: Iliocristale i Iliocristale (ic-ic),
- szerokość łokcia: Cubitale mediale i Cubitale laterale (cm-cl),
- szerokość kolana: Epicondylion medialis i Epicondylion lateralis (epm-epl).

Pomiary obwodów:

- obwód ramienia w spoczynku i w napięciu,
- obwód pasa,
- obwód bioder,
- obwód uda,
- obwód podudzia.

Wynikiem badania były wartości mierzone w jednostkach bezwzględnych (cm).

Pomiary grubości fałdów skórno- tłuszczowych:

- fałd skórno-tłuszczowy nad tricepsem,
- fałd skórno-tłuszczowy nad grzebieniem biodrowym,
- fałd skórno-tłuszczowy na brzuchu,
- fałd skórno- tłuszczowy pod łopatką,
- fałd skórno- tłuszczowy na podudziu.

Wynikiem badania były wartości mierzone w jednostkach bezwzględnych (mm).

Pomiary składu ciała przeprowadzono za pośrednictwem wagi Tanita TBF-300 (TANITA Corporation, Tokyo, Japan) (fot. 1). W pierwszej kolejności wprowadzono do pamięci urządzenia podstawowe informacje tj.: płeć, typ budowy ciała, wiek i wysokość ciała badanego.



Źródło: tanita.com

Fotografia 1. Analizator składu ciała Tanita TBF-300

Pomiar składu ciała dokonano poprzez oszacowanie wartości rezystancji i reaktancji metodą impedancji bioelektrycznej (BIA) (Lewitt i wsp. 2007). Dla zminimalizowania błędu pomiaru BIA pomiary przeprowadzono trzykrotnie o tej samej porze dnia. Maratończycy przed przystąpieniem do badania zobowiązani byli do niespożywania alkoholu, napojów energetyzujących oraz kawy i innych środków zawierających kofeinę (przez 24 h). Do pomiaru składu ciała podchodzili w stroju sportowym, bez zegarków, biżuterii i innych ozdób oraz nie miały kontaktu z elementami przewodzącymi prąd elektryczny (Kyle i wsp. 2004).

Przed wejściem na wagę badany został poproszony o skorzystanie z ręczników papierowych w celu osuszenia stóp. Urządzenie sygnalizowało gotowość do przeprowadzenia pomiaru zapaleniem się sygnalizacji „step on”. Badany stał nieruchomo na urządzeniu do momentu zasygnalizowania głośnym sygnałem dźwiękowym zakończenia pomiaru. Wynikiem badania były następujące dane:

- Masa ciała [kg],
- Fat (%) – zawartość procentowa tkanki tłuszczowej [%],
- Fat Mass (kg) – masa tkanki tłuszczowej [kg],
- Muscle Mass (kg) – masa tkanki mięśniowej [kg],
- TBW (Total Body Water) (kg) – całkowita zawartość wody w organizmie [kg],
- TBW (Total Body Water) (%) – całkowita procentowa zawartość wody w organizmie [%],
- Bone Mass (kg) – masa tkanki kostnej [kg],
- BMR (Basic Metabolic Rate) – podstawowa przemiana materii [kcal],
- BMI (Body Mass Index) – wskaźnik masy ciała [kg/m²].

3.4.2 Informacje na temat badanych maratończyków

W naukach związanych ze sportem najczęściej realizowane są badania o charakterze empirycznym (Ryguła 2004). W ich obszarze najbardziej przydatne wydają się być następujące metody pomiarowe: obserwacja, eksperyment, analiza indywidualnych przypadków, sondaż diagnostyczny, analiza dokumentów, monografia sportowa i inne (Grabowski 1996, Ryguła 2004, Pilch i Bauman 2010).

W niniejszej pracy zastosowano wymienione powyżej następujące rodzaje metod i technik badawczych (Grabowski 1996, Jankowski 2000, Morawski 2000, 2002, Ryguła 2004, Pilch i Bauman 2010).

1. Metodę sondażu diagnostycznego, w której zastosowano następujące techniki badań:
 - 1.1 Wywiad standaryzowany wśród sportowców za pomocą kwestionariusza wywiadu, wymuszający konieczność ścisłego dostosowania się do tematyki badań, ograniczający nadmierną swobodę wypowiedzi respondenta. Technika ta gwarantowała dokładność i porównywalność odpowiedzi jak również policzenia wyników.
 - 1.2 Analiza dokumentów (analizę wytworów lub dokumentów i wytworów łącznie):
 - pisanych – dokumenty, protokoły i sprawozdania, dzienniczki treningowe itp.,

- elektronicznych – doniesienia, zestawienia internetowe, oficjalne strony federacji narodowych, związków sportowych i rozgrywanych imprez sportowych, oficjalne strony statystyczne, elektroniczne dzienniczki treningowe,
- cyfrowych – opracowanie i wszelkie zestawienia liczbowe, statystyczne, wydawnictwa w formie opracowań drukowanych zwartych.

Metoda sondażu diagnostycznego pozwala wszechstronnie poznać badane zjawisko, określić jego poziom i zasięg, a następnie umożliwia ocenę jego zmian. O dużej przydatności tej metody w naukach o sporcie pisali m.in. Grabowski (1996), Ryguła (2004). Metoda ta gwarantowała uzupełnienie, zachowanie podobnego sposobu aranżacji badań, objaśniania pytań i reguł zapisu, wyjaśniania na bieżąco wszystkich wątpliwości badanych podczas prowadzenia wywiadu standaryzowanego i nieskategoryzowanego, wielostronną i dogłębną analizę wyników imprez sportowych, zestawień wyników i rankingów rocznych, przebiegu karier i najważniejszych wydarzeń związanych z zawodnikami.

2. Metodę indywidualnych przypadków (Ryguła 2004, Pilch i Bauman 2010) z zachowaniem jej podstawowych założeń, lecz z modyfikacjami własnymi dostosowującymi ją do potrzeb własnego opracowania. Metoda ta, stanowiła również uzupełnienie i poszerzenie możliwości opisu badanych zjawisk, wynikających z głównego celu badań. Modyfikacje własne dotyczyły odniesienia metody do badań indywidualnych karier sportowych lub dokładnych wycinków z ich wieloletniego przebiegu, rozwoju wyników, opinii na temat czynników treningowych i poza treningowych. Metoda ta stanowiła rodzaj uzupełnienia i poszerzenia metody sondażu diagnostycznego. Głównymi technikami badawczymi tej metody były: wywiad ze sportowcami i analiza dokumentów (elektronicznych i cyfrowych) dotyczących ich kariery sportowej.

3.5 Metody opracowania statystycznego

W celu opracowania materiału badań zastosowano następujące procedury.

1. Zebrany materiał badawczy został opracowany poprzez obliczenie podstawowych miar statystycznych tj. średnie arytmetyczne (\bar{x}), odchylenie standardowe (SD), wskaźnik zmienności (V), minimum (Min), maksimum (Max), skośność rozkładu, kurtoza (K) i wariancja (σ^2). Materiał badawczy ograniczał się do 33 maratończyków reprezentujących różny poziom klasy sportowej (26 biegaczy amatorskich i 7 zawodników wyczynowych), dlatego nie analizowano

szczegółowo normalności rozkładów. W dalszych obliczeniach dokonano analizy zmienności w zależności od poziomu sportowego (klasy sportowej).

2. Istotność różnic w kategoriach klasy sportowej obliczono z wykorzystaniem analizy wariancji. Jako test post hoc wykorzystano test 95% LSD (95% przedziału ufności). Dla potwierdzenia wyniku analizy (mając na uwadze możliwe odstępstwo od normalności rozkładów) wykorzystano test nieparametryczny Kruskala-Wallisa do oceny istotności różnic między medianami.
3. W celu zbadania podobieństw i różnic między uzyskanymi wynikami, porównano wielkość uzyskanych rezultatów oraz ich zmienność wykorzystując normowane na średnią i odchylenie standardowe.
4. W analizie różnic w zakresie obciążeń treningowych pomiędzy poszczególnymi grupami zawodników dokonano uśrednienia zmiennych opisujących objętość treningu w poszczególnych strefach obciążeń. Tę procedurę przeprowadzono również dla wszystkich grup zawodników oraz obliczono wartości odchylenia standardowego. W oparciu o powyższe działania obliczono wartości unormowanych różnic (WU) w zakresie analizowanych zmiennych. Procedurę tę, przeprowadzono w odniesieniu do danych treningowych obejmujących makrocykl roczny oraz okres bezpośredniego przygotowania startowego (BPS).
5. Do zbudowania modelu dopasowania pomiędzy zmienną niezależną (najlepszy wynik sportowy) a zmiennymi wyjaśniającymi wykorzystano analizę regresji wielorakiej metodą krokową w przód.
6. Wszystkie obliczenia wykonano z wykorzystaniem programów Statgraphics Centurion XVII (Corporate Standalone, Standalpoint Technologies, Inc., USA), Statistica 12 PL (StatSoft Polska). Do opracowania graficznych wyników wykorzystano także program Excel z pakietu Microsoft Office ver. 2013 firmy Microsoft® (Microsoft Corp. USA).
7. Przy wyborze, wykonaniu i ocenie wyników statystycznych, podjęto się współpracy z wykwalifikowanym statystykiem. W prezentacji wyników badań (w rozdziale „Wyniki”) zamieszczono wybrane tabele i ryciny. Ryciny, schematy, fotografie oraz tabele występujące w części głównej pracy numerowano cyframi arabskimi.

4. Wyniki

4.1 Obciążenia treningowe a wynik sportowy polskich maratończyków - wyniki badań własnych

4.1.1 Osiągnięcia sportowe zawodników z podziałem na poszczególne klasy sportowe

W lekkoatletyce klasy sportowe są ustalane na podstawie norm klasyfikacyjnych, czyli okresowo aktualizowanych progów wynikowych określonych dla każdej konkurencji lekkoatletycznej z uwzględnieniem podziału na płeć (Bernardelli 2018). W biegach maratońskich wyróżnia się 5 klas możliwych do uzyskania przez zawodników w kategorii seniora, według lekkoatletycznych norm klasyfikacyjnych² Polskiego Związku Lekkiej Atletyki³ (PZLA). Są to, w kolejności od najniższych do najwyższych, klasy: trzecia (III), druga (II), pierwsza (I), mistrzowska (M) oraz mistrzowska międzynarodowa (MM). W grupie 32 maratończyków 10 zawodników legitymowało się wynikiem życiowym powyżej 2:50:00. Oznacza to, że nie spełnili warunków do przyznania klasy sportowej w maratonie. Należy jednak wspomnieć, iż rekordy życiowe biegaczy z tej grupy mieściły się w przedziale 2:50 – 3:00 h. Trzecią klasę sportową uzyskało 15 zawodników (wyniki życiowe poniżej 2:50:00). Drugiej i pierwszej klasy nie posiadał żaden z zawodników (wynik życiowy poniżej 2:35:00). Klasa mistrzowską uzyskało 2 zawodników (wynik życiowy poniżej 2:16:00), natomiast mistrzowską międzynarodową 5 maratończyków (wynik życiowy poniżej 2:13:00).

Grupę podzielono zatem na siedmiu zawodników „top” - legitymujących się wynikami w biegu maratońskim poniżej 2:30 h i na drugą grupę dwudziestu pięciu zawodników posiadających wyniki w granicach 2:30 – 3:00 h. W dalszej części pracy 7 maratończyków z grupy „top” określano jako zawodników wyczynowych, a pozostałych 25 maratończyków jako biegaczy amatorskich. Maratończycy z klasą M i MM są zawodnikami reprezentującymi kraj na międzynarodowych imprezach rangi mistrzostw Europy, świata i igrzysk olimpijskich oraz stanowią trzon kadry narodowej. Najlepszy z zawodników H.S. jest aktualnym rekordzistą polski i posiada wynik życiowy 2:07:39 h. Grupa druga, składająca się z 15 zawodników posiadających III

² Maraton; klasa MM – 2:13:00, klasa M – 2:16:00, klasa I - 2:23:00, klasa II - 2:34:00, klasa III - 2:50:00

³ www.pzla.pl - oficjalna strona Polskiego Związku Lekkiej Atletyki, stan na dzień 10.06.2021 r.

klasę sportową i 10 biegaczy nieklasyfikowanych (nie posiadających m.in. III klasy sportowej), reprezentują mniejsze kluby sportowe głównie zrzeszające „amatorów” biegania.

4.1.2 Zmienność budowy somatycznej zawodników w poszczególnych klasach sportowych

Grupę 32 zawodników, reprezentujących różny poziom sportowy, poddano szczegółowej analizie. Wykonano szereg pomiarów antropometrycznych, określono szczegółowo skład ciała i wyliczono podstawowe wskaźniki antropologiczne.

W tabeli 4 przedstawiono ogólną charakterystykę statystyczną badanych zawodników. Uwzględniono nie tylko podstawowe parametry (tj. średnia, odchylenie standardowe, minimum, maksimum), ale również zmienność danej cechy (tj. skośność, kurtoza, wariancja).

Tabela 4. Charakterystyka statystyczna badanych zawodników [N=32]

Zmienna	Średnia	Odchyl. standard.	Min	Max	Skośność	Kurtoza	Wariancja
Wiek [lata]	35,00	7,42	21,00	48,00	0,13	-0,71	55,00
Wysokość ciała [cm]	179,55	5,56	167,00	189,00	-0,30	-0,33	30,88
Masa ciała [kg]	71,50	5,99	55,00	87,10	0,02	1,54	35,83
Staż treningowy [lata]	8,30	5,49	2,00	23,00	1,17	0,57	30,09
Średni najlepszy czas [g:min:sek]	2:40:25	0:16:44	2:07:39	2:59:36	-0,72	-0,71	0:00:12

Zaprezentowane powyżej dane wskazują na różnorodność badanych zawodników. Dotyczy to zarówno wieku, jak i podstawowych parametrów somatycznych (wysokości, masy ciała). Różnice zauważalne są również w przypadku długości stażu treningowego i najlepszego uzyskanego rezultatu sportowego. Powyższe rozkłady analizowanych cech nie są dokładnie rozkładami normalnymi, dlatego w dalszych szczegółowych obliczeniach została wykorzystana jednoczynnikowa analiza wariancji. W kolejnym etapie badań posłużono się nieparametrycznym testem Kruskala – Wallisa (jako test do oceny istotności różnic median w poszczególnych kategoriach sportowych) oraz testem 95% LSD (jako test porównań wielokrotnych post-hoc).

W tabelach 5–7 przedstawiono wyniki jednoczynnikowej analizy wariancji dla analizowanych cech somatycznych i stażu zawodniczego.

Tabela 5. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „wysokość ciała” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	14,9670	3	4,9889	0,15	0,9297
Pozagrupowa	973,2150	29	33,5591		
Całkowita	988,1820	32			

Z przeprowadzonej analizy (tab. 5) wynika, że klasa sportowa nie różnicuje istotnie wysokości ciała badanych. Warto jednak podkreślić, że najmniejszą wysokością ciała legitymowali się zawodnicy z klasą mistrzowską (177,5 cm), następnie z mistrzowską międzynarodową (179,2 cm) i z trzecią klasą sportową (179,3 cm). Maratończycy nieklasyfikowani (nie posiadający klasy sportowej) charakteryzowali się największą wysokością ciała (180,1 cm).

Tabela 6. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „masa ciała” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	282,0610	3	94,0202	3,15	0,0397
Pozagrupowa	864,3290	29	29,8044		
Całkowita	1146,3900	32			

Test post-hoc 95% LSD wykazał, że zawodnicy z klasą mistrzowską międzynarodową (65,48 kg) byli istotnie lżejsi od maratończyków z klasą trzecią (72,54 kg) i od biegaczy nieklasyfikowanych (73,6 kg). Masa ciała zawodników z klasą mistrzowską oscylowała w granicy 66,8 kg. Test Kruskala-Wallisa potwierdził istotność różnic na poziomie $p=0,04$.

Tabela 7. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „staż treningowy” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	501,5360	3	167,1790	10,51	0,0001
Pozagrupowa	461,4330	29	15,91150		
Całkowita	962,9700	32			

Korzystając z danych zamieszczonych w tabeli 7 dotyczącej stażu treningowego badanych można stwierdzić, iż zawodnicy z klasą mistrzowską międzynarodową mieli istotnie dłuższy staż zawodniczy (17 lat) w porównaniu do wszystkich pozostałych maratończyków z klasą mistrzowską (7,5 lat), klasą trzecią (7,5 lat) i biegaczy nieklasyfikowanych (5,5 lat). Test Kruskala-Wallisa potwierdził istotność różnic na poziomie $p=0,00$.

Poniżej dokonano szczegółowej charakterystyki komponentów składu ciała badanych i wyniki kolejno zaprezentowano w tabeli 8.

Tabela 8. Charakterystyka statystyczna badanych zawodników [N=32]

Zmienna	Średnia	Odchyl. Standard.	Min	Max	Skośność	Kurtoza	Wariancja
Poziom otłuszczenia [%]	6,52	2,96	3,00	15,50	1,61	3,03	8,79
Masa tłuszczu [kg]	4,74	2,33	1,90	12,60	1,64	3,59	5,43
Beztłuszczowa masa ciała [kg]	66,60	5,42	51,90	80,10	-0,07	1,18	29,37
Masa mięśni [kg]	63,29	5,16	49,30	76,20	-0,06	1,19	26,67
Całkowita woda w organizmie [kg]	44,99	4,07	35,30	55,20	0,10	0,62	16,57
Masa kości [kg]	3,31	0,26	2,60	3,90	-0,19	1,06	0,07
BMI [kg/m ²]	22,19	1,67	19,90	26,30	0,66	0,08	2,79

Analiza zmienności składu ciała jest podstawą do stwierdzenia, iż występuje nieduża wariancja w badanych parametrach. Dotyczy ona szczególnie poziomu otłuszczenia i masy kostnej. Warto zwrócić uwagę na wielkość wskaźnika masy ciała BMI, który przyjmował średnią wartość 22,19 kg/m². Nie mniej jednak wielkość odchylenia standardowego wykazała, że część zawodników miała zwiększoną masę ciała.

W kolejnych tabelach 9-23 przedstawiono wyniki jednoczynnikowej analizy wariancji dla poszczególnych cech somatycznych i składu ciała oraz badanych wskaźników antropologicznych.

Tabela 9. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „procent tłuszczu” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	45,3634	3	15,1211	1,86	0,1586
Pozagrupowa	235,8120	29	8,1314		
Całkowita	281,1750	32			

Tabela 10. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „masa tłuszczu” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	34,7579	3	11,5860	2,41	0,0868
Pozagrupowa	139,1580	29	4,7986		
Całkowita	173,9160	32			

Tabela 11. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „beztłuszczowa masa ciała” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	174,624	3	58,208	2,21	0,1087
Pozagrupowa	765,266	29	26,3885		
Całkowita	939,89	32			

Na podstawie danych zawartych w tabeli 9, 10 i 11 nie stwierdzono, w badanych grupach, różnic istotnych statystycznie w przypadku procentowej zawartości tłuszczu, masy tłuszczu wyrażonej w kg oraz beztłuszczowej masy ciała również wyrażonej w kg.

Tabela 12. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „masa mięśni” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	158,7480	3	52,9160	2,21	0,1083
Pozagrupowa	694,6670	29	23,9540		
Całkowita	853,4150	32			

Tabela 13. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „woda całkowita w kg” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	84,6697	3	28,2232	1,84	0,1626
Pozagrupowa	445,658	29	15,3675		
Całkowita	530,327	32			

Dokonując szczegółowych analiz tabeli 12 i 13 nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie w przypadku masy mięśni wyrażonej w kg oraz wody całkowitej wyrażonej w kg. Nieco inaczej sytuacja klaruje się w przypadku wody całkowitej wyrażonej w procentach.

Tabela 14. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „woda całkowita w procentach” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	80,7003	3	26,9001	3,34	0,0329
Pozagrupowa	233,6550	29	8,0571		
Całkowita	314,3550	32			

Test post hoc 95% LSD wykazał, że zawodnicy z klasą mistrzowską mieli w ujęciu procentowym najwyższą zawartość wody w organizmie (68,3%) i istotnie większą od maratończyków z klasą trzecią (63,2%) oraz od biegaczy nieklasyfikowanych (61,7%). Zawodnicy z klasą mistrzowską międzynarodową nie różnili się istotnie

od wszystkich pozostałych (nie stanowili grupy homogenicznej), a ich procentowa zawartość wody w organizmie wynosiła 64,8 %. Test Kruskala-Wallisa potwierdził istotność różnic na poziomie $p=0,03$.

Tabela 15. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „masa kostna w kg” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	0,3587	3	0,1196	2,01	0,1351
Pozagrupowa	1,7286	29	0,0596		
Całkowita	2,0873	32			

Z danych zaprezentowanych w tabeli 15 wynika, że nie ma różnic istotnych statystycznie między grupami w przypadku zmiennej „masa kostna” wyrażonej w kilogramach.

Tabela 16. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „szerokość barkowa” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	2,3048	3	0,7683	0,50	0,6881
Pozagrupowa	44,9425	29	1,5497		
Całkowita	47,2473	32			

Tabela 17. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „szerokość biodrowa” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	11,0543	3	3,6848	0,48	0,6974
Pozagrupowa	221,7280	29	7,6458		
Całkowita	232,7820	32			

Tabela 18. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „szerokość łokcia” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	4,3189	3	1,4396	2,56	0,0739
Pozagrupowa	16,2817	29	0,5614		
Całkowita	20,6006	32			

Tabela 19. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „szerokość kolana” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	1,5590	3	0,5197	1,73	0,1826
Pozagrupowa	8,7064	29	0,3002		
Całkowita	10,2655	32			

Wyniki zróżnicowania pomiarów kostnych badanych w zależności od klasy sportowej zaprezentowane w tabelach 16-19 wykazały brak różnic istotnych statystycznie dla zmiennych: szerokość barkowa, szerokość biodrowa, szerokość łokcia i szerokość kolana.

Tabela 20. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „obwód ramienia w spoczynku” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	65,0428	3	21,6809	7,16	0,0010
Pozagrupowa	87,8160	29	3,0281		
Całkowita	152,8590	32			

Przedstawiona analiza wykazała istotność różnic pomiędzy badanymi maratończykami (tabela 20). Zawodnicy z klasą mistrzowską międzynarodową legitymowali się najmniejszym obwodem ramienia w spoczynku (25,6 cm). Znacznie większy obwód ramienia prezentowali maratończycy z klasą trzecią (28,8 cm) i biegacze nieklasyfikowani (29,6 cm). Zawodnicy z klasą mistrzowską charakteryzowali się obwodem ramienia równym 26,5 cm i stanowili grupę niehomogeniczną (wg testu post hoc 95% LSD nie różnili się istotnie od pozostałych). Test Kruskala-Wallisa potwierdził istotność różnic między grupami na poziomie istotności $p=0,00$. Podobne zależności zaobserwowano dla zmiennej „obwód ramienia w napięciu”, a wyniki analizy ANOVA przedstawiono w tabeli 21.

Tabela 21. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „obwód ramienia w napięciu” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	49,5717	3	16,5239	4,09	0,0155
Pozagrupowa	117,2630	29	4,0436		
Całkowita	166,8350	32			

Maratończycy z klasą mistrzowską międzynarodową charakteryzowali się najmniejszym obwodem ramienia w napięciu (27,7 cm). Nieco większe wartości prezentowali zawodnicy z klasą mistrzowska (29,1 cm). Biegacze z klasą trzecią i zawodnicy nieklasyfikowani posiadali największy obwód ramienia w napięciu (31,2 cm). Test Kruskala-Wallisa potwierdził istotność różnic na poziomie $p=0,02$.

Tabela 22. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „obwód pasa” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	119,1490	3	39,7163	3,91	0,0184
Pozagrupowa	294,4140	29	10,1522		
Całkowita	413,5620	32			

Z przeprowadzonej analizy wynika (tabela 22), że najmniejszym obwodem pasa charakteryzowali się zawodnicy z klasą mistrzowską międzynarodową (75,4 cm) i mistrzowską (77,6 cm). Powyższe dane wskazują na różnice istotne statystycznie (test post hoc 95%LSD) między zawodnikami wyższego szczebla a maratończykami z klasą trzecią (79,13 cm) i biegaczami nieklasyfikowanymi (80,25 cm). Test Kruskala-Wallisa potwierdził istotność różnic na poziomie $p=0,02$.

Tabela 23. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „obwód bioder” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	85,6895	3	28,5632	0,66	0,5859
Pozagrupowa	1263,1100	29	43,5554		
Całkowita	1348,8000	32			

Tabela 24. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „obwód uda” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	54,3396	3	18,1132	1,97	0,1401
Pozagrupowa	266,2990	29	9,1827		
Całkowita	320,6390	32			

Tabela 25. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „obwód podudzia” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	15,2881	3	5,0960	0,73	0,5439
Pozagrupowa	203,1310	29	7,0045		
Całkowita	218,4190	32			

Wyniki zróżnicowania pomiarów poszczególnych obwodów maratończyków w zależności od klasy sportowej zaprezentowane w tabelach 23-25 wykazały brak różnic istotnych statystycznie dla zmiennych: obwód bioder, obwód uda i obwód podudzia.

W kolejnych tabelach 26-30 przedstawiono wyniki analizy ANOVA dla grubości fałdów skórno-tłuszczowych.

Tabela 26. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „fałd skórno-tłuszczowy nad tricepsem” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	30,9097	3	10,3032	1,84	0,1619
Pozagrupowa	162,3380	29	5,5978		
Całkowita	193,2470	32			

Tabela 27. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „fałd skórno-tłuszczowy nad grzebieniem biodrowym” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	71,7848	3	23,9283	2,50	0,0789
Pozagrupowa	277,1370	29	9,5565		
Całkowita	348,9220	32			

Tabela 28. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „fałd skórno-tłuszczowy na brzuchu” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	236,6850	3	78,8950	8,07	0,0005
Pozagrupowa	283,5840	29	9,7788		
Całkowita	520,2690	32			

W przypadku analizy fałd skórno-tłuszczowy na brzuchu (tabela 28) stwierdzono, że zawodnicy z klasą mistrzowską międzynarodową (6,22 mm) różnili się istotnie (test post hoc 95% LSD) od maratończyków z klasą trzecią (9,67 mm) i od biegaczy nieklasyfikowanych (13,6 mm). Zawodnicy z klasą mistrzowską (6,95 mm) stanowili grupę niehomogeniczną w odniesieniu do pozostałych maratończyków reprezentujących różne klasy sportowe. Test Kruskala-Wallisa potwierdził istotność różnic na poziomie $p=0,01$.

Tabela 29. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „fałd skórno-tłuszczowy pod łopatką” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	112,2510	3	37,4170	6,91	0,0012
Pozagrupowa	157,1190	29	5,41789		
Całkowita	269,3700	32			

Z przeprowadzonej analizy wynika, że zawodnicy z klasą mistrzowską charakteryzowali się najmniejszą grubością fałdu skórno-tłuszczowego pod łopatką (5,69 mm) i różnili się istotnie (test post hoc 95% LSD) od maratończyków z klasą trzecią (9,23 mm) i od biegaczy nieklasyfikowanych (11,52 mm). Nieco inne wartości prezentowali zawodnicy z klasą mistrzowską międzynarodową (6,62 mm), którzy

stanowili grupę niehomogeniczną w odniesieniu do pozostałych badanych. Test Kruskala-Wallisa potwierdził istotność różnic na poziomie $p=0,01$.

Tabela 30. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „fałd skórno-tłuszczowy na podudziu” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	15,7674	3	5,2558	1,12	0,3573
Pozagrupowa	136,1380	29	4,6944		
Całkowita	151,9050	32			

Jak wynika z analizy wyników w tabeli 30, fałdy skórno-tłuszczowe na podudziu okazały się nieistotne statystycznie. Ta sama zależność nastąpiła w przypadku fałdów skórno-tłuszczowych nad tricepsiem i grzebieniem biodrowym. Bardzo interesujący wydaje się fakt, że fałdy pod łopatą i na brzuchu wykazały istotne statystycznie różnice. Tak więc fałdy na kończynach należałoby uznać za podobne u wszystkich badanych, a fałdy tułowiowe za częściowo różnicujące. A

Tabela 31. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „BMI” w zależności od klasy sportowej badanego

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	P
Międzygrupowa	22,8135	3	7,6045	3,32	0,0334
Pozagrupowa	66,3417	29	2,2876		
Całkowita	89,1552	32			

Kolejną analizowaną zmienną jest wskaźnik masy ciała BMI, który okazał się istotnie zróżnicowanym w zależności od klasy sportowej badanych. Przy obliczeniach zaobserwowano klasyczny ujemny gradient jego wartości adekwatny do klasy sportowej. Najniższe wartości BMI występowały u zawodników z najwyższą klasą sportową kolejno u maratończyków klasy mistrzowskiej międzynarodowej ($20,48 \text{ kg/m}^2$), mistrzowskiej ($21,2 \text{ kg/m}^2$) i trzeciej ($22,35 \text{ kg/m}^2$). Ostatnią grupę z najwyższym wskaźnikiem BMI prezentowali zawodnicy niekwalifikowani ($22,92 \text{ kg/m}^2$). Test post hoc 95% LSD wykazał, iż największe różnice istotne statystycznie występują między zawodnikami z klasą mistrzowską międzynarodową, reprezentantami klasy trzeciej i biegaczami niekwalifikowanymi. Test Kruskala – Wallisa potwierdził różnorodność median na poziomie $p=0,03$.

4.1.3 Model regresji wielorakiej

W pierwszej kolejności należy podkreślić, że szereg analizowanych zmiennych w poprzednim podrozdziale okazał się istotny statystycznie. Wykorzystano zatem analizę regresji wielorakiej metodą krokową w przód do zbudowania modelu dopasowania pomiędzy zmienną niezależną (najlepszy wynik sportowy) a zmiennymi wyjaśniającymi. Do modelu regresji posłużono się wszystkimi zmiennymi przedstawionymi w tabelach 5-7 oraz 9-31, które były istotnie różnicujące. Pozostałe zmienne pominięto w budowaniu modelu. W tabelach 32 i 33 zaprezentowano kolejno wyniki niniejszej analizy.

Tabela 32. Charakterystyka uzyskanego modelu regresji wielorakiej dla „najlepszego wyniku sportowego”

Parametr	Współczynnik kierunkowy	Błąd standardowy	Statystyka T	p
Stała	18274,0	2162,31	8,45115	0,0000
Staż zawodniczy	-124,888	19,6179	-6,36601	0,0000
Ilość wody [%]	-120,175	34,3359	-3,49998	0,0015

Tabela 33. ANOVA dla uzyskanego modelu regresji wielorakiej

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Df	Średni kwadrat	F	p
Model	2,09487	2	1,04743	28,46	0,0000
Odchylenia	1,10396	30	367987		
Razem	3,19882	32			

Wyniki przedstawione w tabelach 32 i 33 wyraźnie obrazują, że do modelu regresji wielorakiej weszły tylko dwie zmienne wyjaśniające: „staż zawodniczy” oraz „ilość wody w organizmie w %”. Powyższy model okazał się istotny statystycznie. Uzyskano dopasowanie równe $R^2=63,19$ (po adiustacji na ilość stopni swobody).

Wartości współczynników kierunkowych obydwu zmiennych niezależnych zawartych w modelu są ujemne. Należy jednak mieć na uwadze, że najwyższy „poziom wody” wyrażany w % był wskaźnikiem charakterystycznym dla zawodników wysokiego wyczynu (klasa mistrzowska międzynarodowa i mistrzowska), a najniższy dla biegaczy z niższą klasą sportową (klasa trzecia i nieklasyfikowani).

Podsumowując, należy podkreślić, że w oparciu o zmierzone wartości somatyczne można zbudować bardzo dobry model regresyjny wyjaśniający uzyskiwany rezultat sportowy. Kluczowym dla dobrego rezultatu sportowego okazały się dwie zmienne niezależne: „staż zawodniczy” oraz „ilość wody w organizmie w %”. Im dłuższy staż zawodniczy - tym niższy uzyskiwany najlepszy wynik zawodnika. Długość stażu

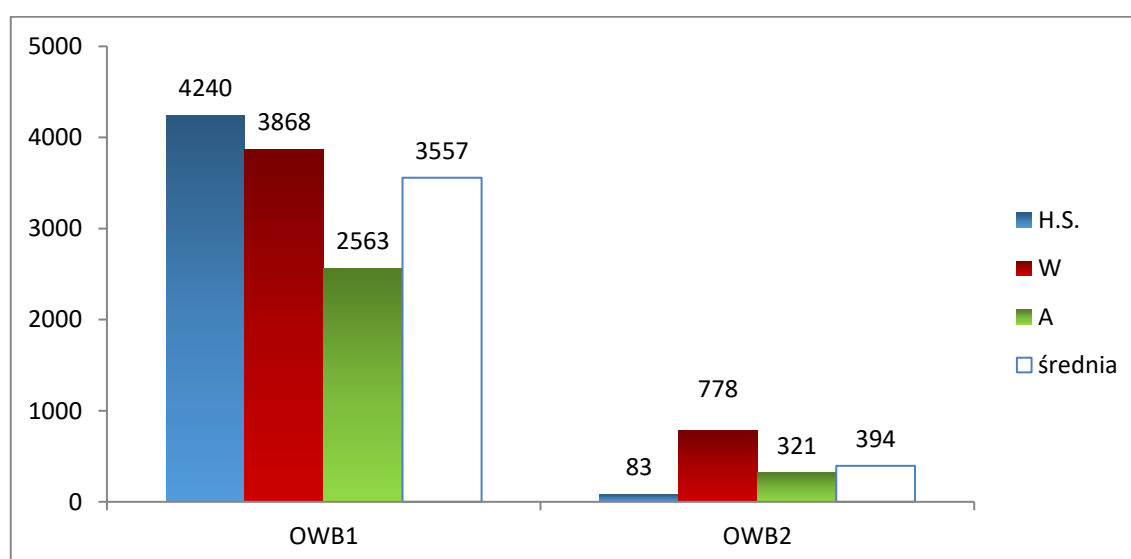
zawodniczego jest zmienną, która podkreśla wpływ wieloletniego treningu na uzyskiwanie wybitnych rezultatów w maratonie. Ilość wody w organizmie wyrażona w % wskazuje na adaptacyjne zmiany jakie zachodzą w tym czasie w organizmie maratończyka. Efektem tych zmian jest bardzo dobre uwodnienie ciała zawodnika.

4.2 Obciążenia treningowe i startowe rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i amatorskich w rocznym cyklu treningowym

Obciążenia treningowe i startowe w rocznym cyklu treningowym zostały poddane szczegółowej analizie. Dla rekordzisty Polski obliczono wartości średnie z okresu przypadającego na lata 2012-2018. W przypadku pozostałych zawodników wyczynowych (klasa mistrzowska międzynarodowa i mistrzowska) i amatorskich (klasa trzecia i nieklasyfikowani) wykorzystano wartości średnie uzyskane w roku 2018.

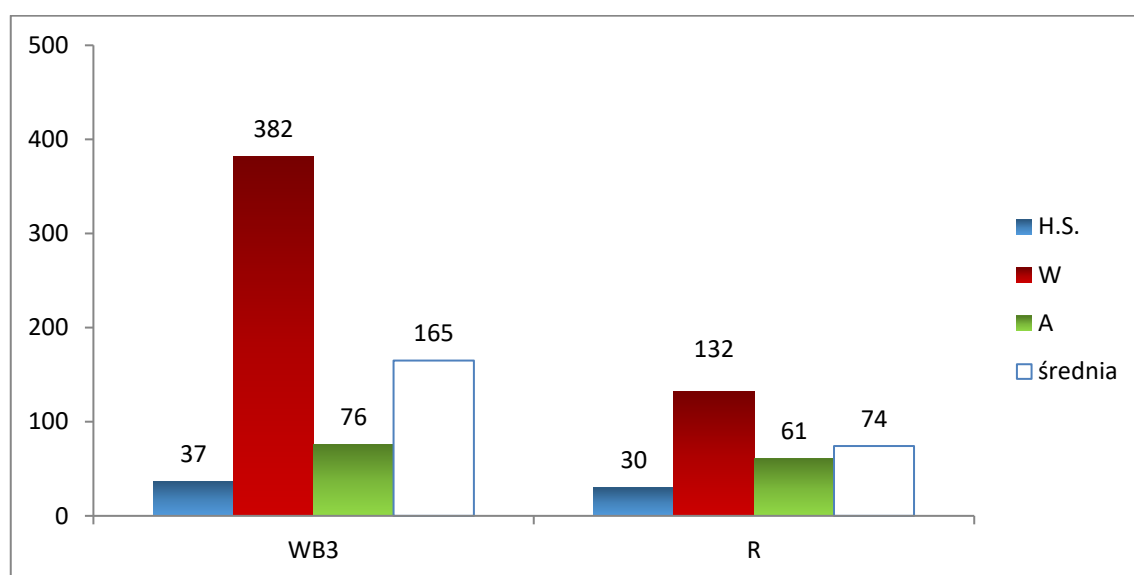
Zgodnie z klasyfikacją zaproponowaną przez Cemplę i Mleczkę (1989) dokonano scalenia w trzy grupy wielkości środków treningowych (km). Biorąc pod uwagę charakter metabolizmu mięśniowego wywołany przez intensywność określonego bodźca treningowego środki podzielono na następujące strefy: tlenowe (OWB₁, OWB₂), tlenowo-beztlenowe (WB₃, R) i beztlenowo-tlenowe (WT, SB, S). Charakterystykę formy ćwiczeń niespecyficznych dla danej konkurencji, określonych jako sprawność (SPR), zaprezentowano na osobnej rycinie (ryc. 5) i wyrażono w minutach (min).

W pierwszej kolejności poddano analizie środki o charakterze tlenowym, a uzyskane wyniki zaprezentowano na rycinie 2.



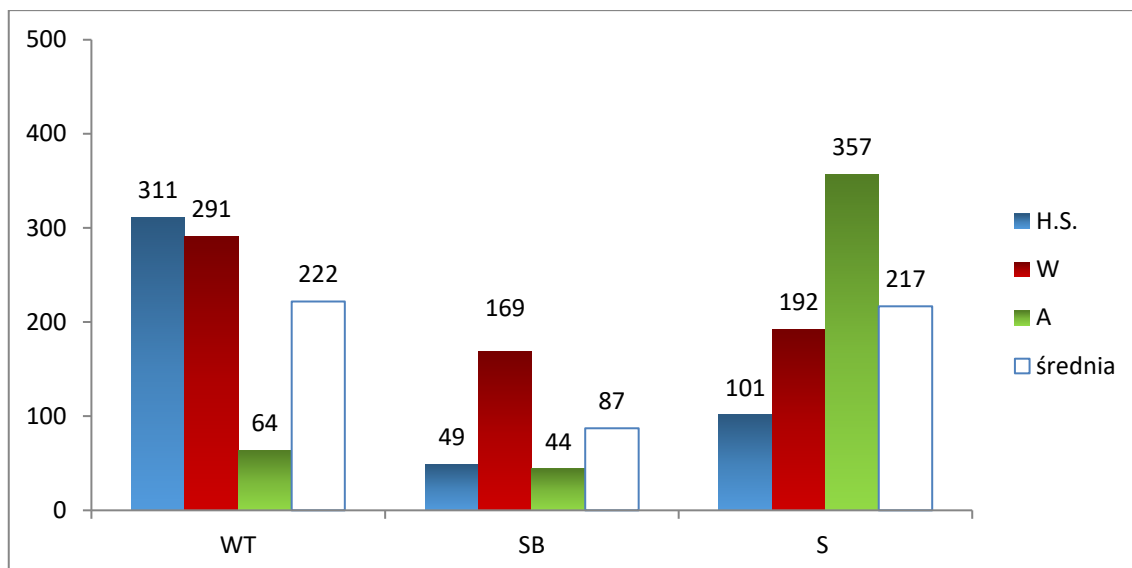
Rycina 1. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (OWB₁ oraz OWB₂) w poszczególnych grupach w analizowanym makrocyklu treningowym na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażano w kilometrach (km)

Ogólna wytrzymałość biegowa w pierwszym zakresie intensywności (OWB₁) była dominującym środkiem treningowym dla wszystkich badanych maratończyków. Największą objętością OWB₁ charakteryzował się rekordzista Polski (4240 km), a nieco niższe wartości prezentowali zawodnicy wyczynowi (3868 km) i zawodnicy amatorscy (2563 km). Ogólna wytrzymałość biegowa w 2 zakresie intensywności (OWB₂) była bardzo rzadko stosowanym środkiem treningowym przez rekordzistę Polski (83 km) w przeciwieństwie do zawodników wyczynowych (778 km) i biegaczy amatorskich (321 km).



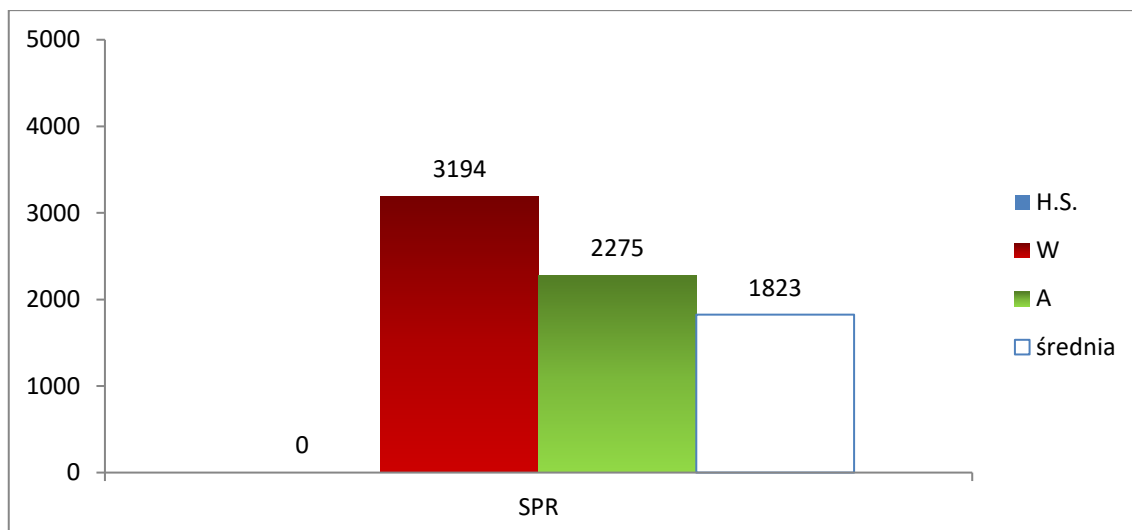
Rycina 2. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (WB₃ oraz R) w poszczególnych grupach w analizowanym makrocyklu treningowym na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażono w kilometrach (km)

W dalszej kolejności dokonano analizy środków treningowych o charakterze tlenowo-beztlenowym (OWB₃ i R). Ogólna wytrzymałość biegowa w 3 zakresie intensywności (OWB₃) była niemal nigdy nie stosowanym środkiem treningowym przez rekordzistę Polski (37 km) w przeciwieństwie do zawodników wyczynowych (382 km). Równie rzadko środek ten występował w treningu biegaczy amatorskich (76 km). Podobną zależność zaobserwowano w przypadku rytmów biegowych (R). Najlepszy polski maratończyk sporadycznie stosował wyżej wspomniany środek w czasie treningu (30 km) w odróżnieniu do zawodników wyczynowych (132 km), jak i biegaczy amatorskich (61 km).



Rycina 3. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (WT, SB oraz S) w poszczególnych grupach w analizowanym makrocyklu treningowym na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażono w kilometrach (km)

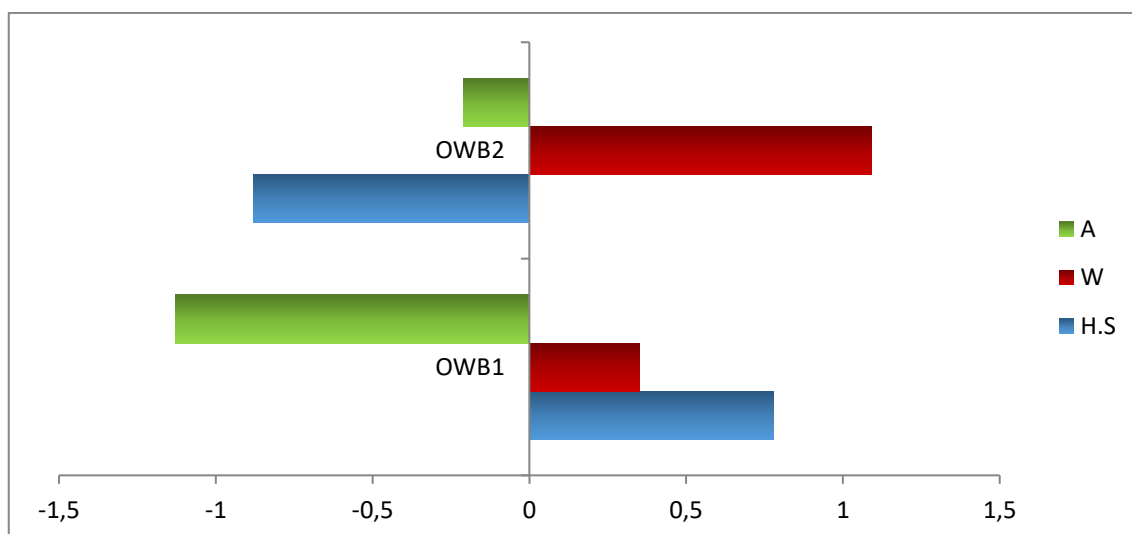
Kolejną analizowaną grupą były środki treningowe o charakterze beztlenowo-tlenowym (WT, SB, S). Wytrzymałość tempowa (WT) była na podobnym poziomie wykorzystywana w treningu zarówno rekordzisty Polski (311 km), jak i zawodników wyczynowych (291 km). Znacznie rzadziej środek ten stosowany był w treningu biegaczy amatorskich (64 km). Rekordzista Polski w nieco mniejszym stopniu uwzględniał siłę biegową (SB) w swoich przygotowaniach (49 km), podobnie jak biegacze amatorscy (44 km). Na tle grup znacznie wyróżniali się zawodnicy wyczynowi, którzy częściej wykonywali trening SB (169 km). Grupą wiodącą w przypadku analizy startów (S) byli amatorscy biegacze (357 km). Znacznie niższą sumą przebiegniętych kilometrów na zawodach charakteryzowali się zawodnicy wyczynowi (192 km). Prawie o połowę niższe wartości uzyskał rekordzista Polski (101 km).



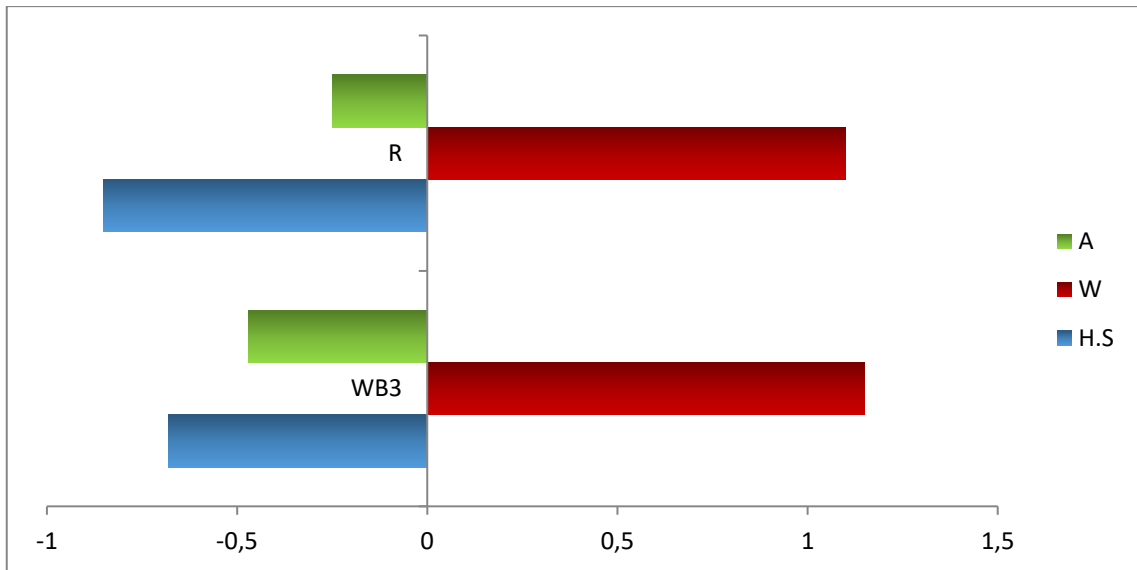
Rycina 4. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (SPR) w poszczególnych grupach w analizowanym makrocyklu treningowym na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażono w minutach (min)

Ostatnim analizowanym elementem były ćwiczenia wzmacniające bazę siłowo-koordynacyjną biegacza określone jako sprawność (SPR). Środek treningowy SPR został określony czasem trwania zajęć. Dane zaprezentowane na rycinie 5 wyraźnie obrazują, iż rekordzista Polski nie stosował środka treningowego SPR (0 min). Najwyższe wartości SPR zanotowano u zawodników wyczynowych (3194 min), natomiast nieco niższe u biegaczy amatorskich (2275 min).

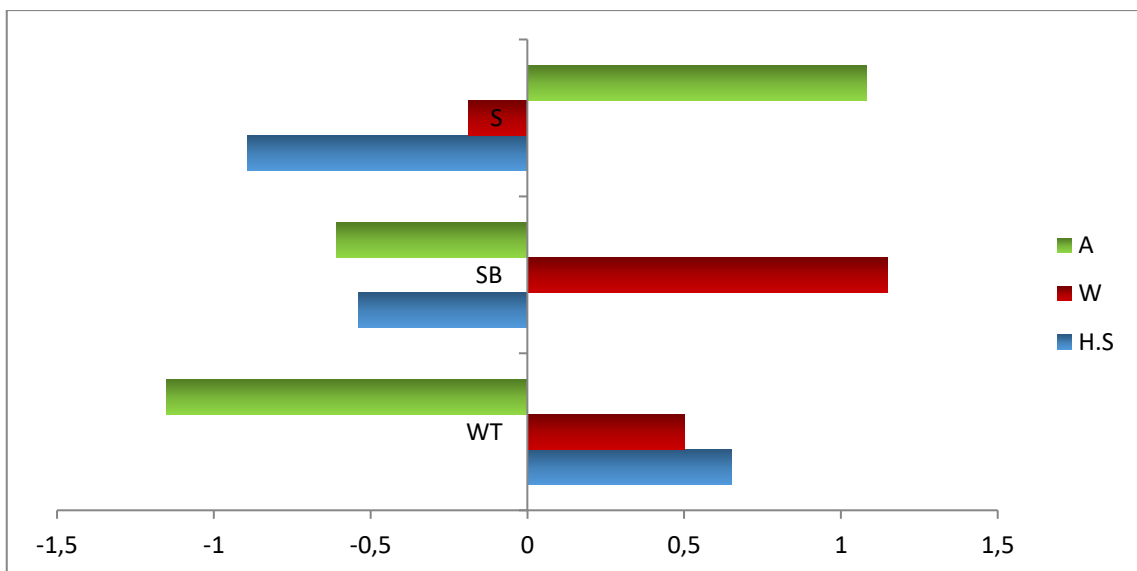
W celu podkreślenia odmienności praktykowanych modeli treningowych na różnym poziomie sportowym zaprezentowano standaryzowane różnice pomiędzy rekordzistą Polski, zawodnikami wyczynowymi i biegaczami amatorami (normowane na średnią i odchylenie standardowe) (ryc. 6-9).



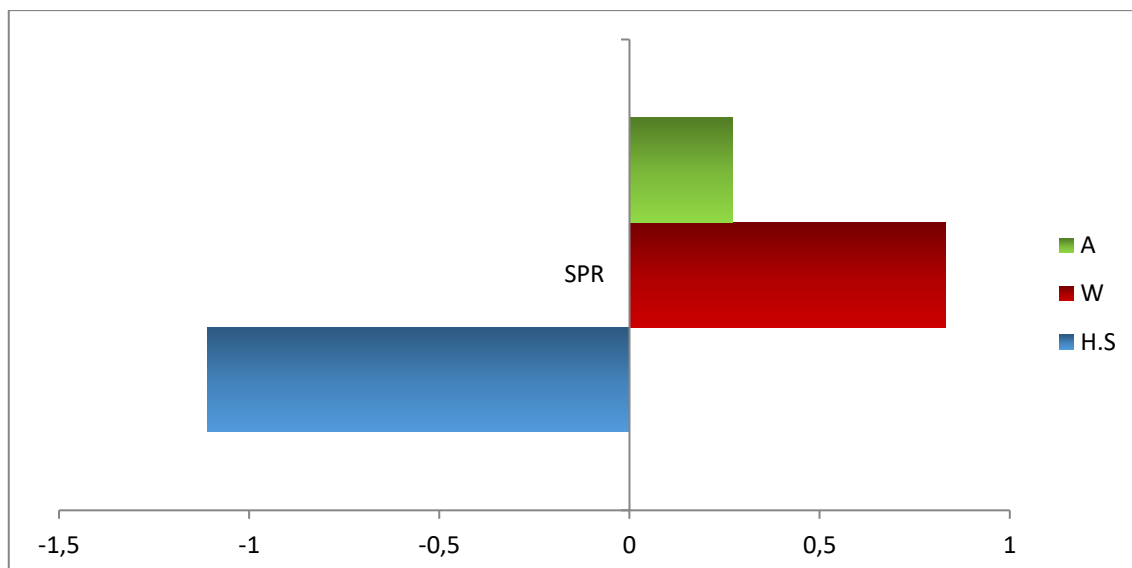
Rycina 5. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie zastosowanych środków OWB₁ oraz OWB₂ w analizowanym makrocyklu treningowym. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD)



Rycina 6. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie zastosowanych środków WB₃ oraz R w analizowanym makrocyklu treningowym. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD)



Rycina 7. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie zastosowanych środków WT, SB oraz S w analizowanym makrocyklu treningowym. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD)



Rycina 8. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie zastosowanych środków SPR w analizowanym makrocyklu treningowym. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD)

Analiza objętości obciążenia treningowego w rocznym cyklu obrazowała pewne różnicowanie między rekordzistą Polski a pozostałymi maratończykami (ryc. 6 - 9). Różnice pomiędzy zawodnikiem H.S. a zawodnikami wyczynowymi były szczególnie widoczne w przypadku środka treningowego OWB₂, WB₃, R i SPR. Wszystkie wyżej wymienione środki treningowe były bardzo rzadko uwzględniane w przygotowaniach do maratonu rekordzisty Polski. Jeżeli chodzi o biegaczy amatorskich największe różnice zauważalne były w obrębie środków treningowych: OWB₁, WT i S. Plany amatorów charakteryzują się niską objętością środka OWB₁ i WT oraz bardzo dużą liczbą startów.

Poniżej zaprezentowano (tab. 34) procentowy rozkład elementów struktury obciążenia treningowego rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i biegaczy amatorskich, z uwzględnieniem podziału na trzy strefy przemian metabolicznych: tlenową, tlenowo-beztlenową i beztlenowo-tlenową.

Tabela 34. Procentowy rozkład elementów struktury obciążenia treningowego rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i biegaczy amatorskich w rocznym makrocyklu, z uwzględnieniem podziału na trzy strefy przemian metabolicznych: tlenową, tlenowo-beztlenową i beztlenowo-tlenową

Grupa	Strefa obciążenia						
	Tlenowa		Tlenowo-Beztlenowa		Beztlenowo-Tlenowa		
	OWB ₁	OWB ₂	WB ₃	R	WT	R	S
H.S.	87%	2%	1%	1%	6%	1%	2%
Suma	89%		1%		10%		
Wyczynowcy	67%	13%	7%	2%	5%	3%	3%
Suma	80%		9%		11%		
Amatorzy	74%	9%	2%	2%	2%	1%	10%
Suma	83%		4%		13%		

Objaśnienia tabeli: ciemny szary- największy procentowy udział poszczególnych stref przemian metabolicznych na tle innych grup, jasny szary- największy procentowy udział poszczególnych środków treningowych na tle innych grup

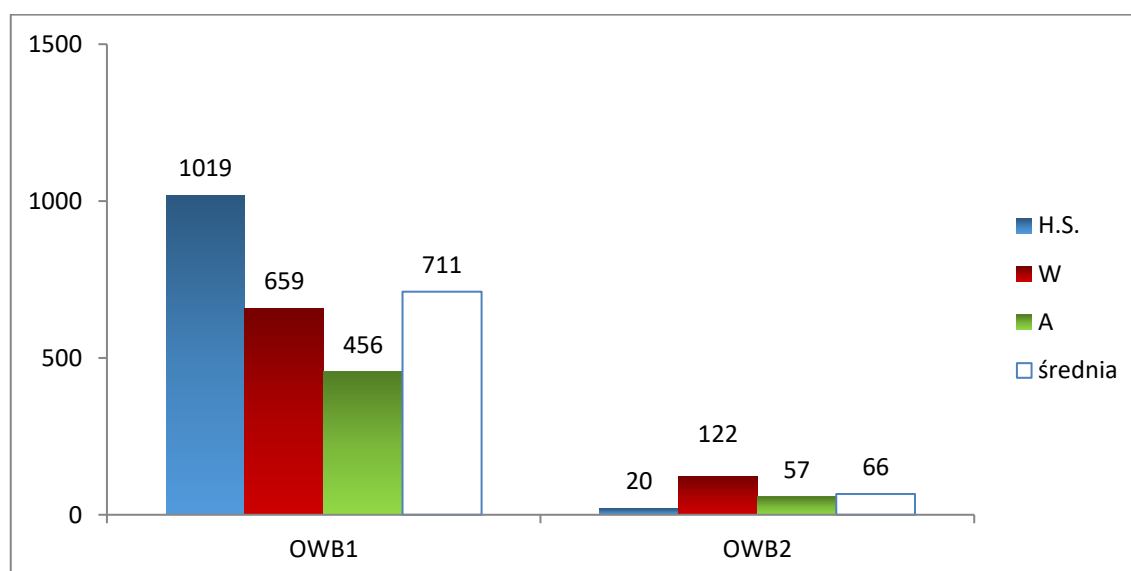
Badania własne wykazały, iż w rocznym cyklu treningowym w każdej z grup dominowała praca treningowa o charakterze tlenowym kolejno dla rekordzisty Polski - 89 %, zawodników wyczynowych - 80% i biegaczy amatorskich - 83%. Najwyższą objętość środka treningowego OWB₁ występowała u maratończyka H.S. (87%), a najniższa u zawodników wyczynowych (67%). Odwrotne zależności zanotowano w przypadku OWB₂, które stanowiły kolejno 13% dla wyczynowców i zaledwie 2% u rekordzisty Polski. Środki treningowe o charakterze tlenowo-beztlenowym były rzadko uwzględniane w przygotowaniach do maratonu rekordzisty Polski i stanowiły zaledwie 1% rocznej objętości. W grupie zawodników wyczynowych trening o takiej intensywności wynosił aż 9% ogółu. W przypadku biegaczy amatorskich przedział ten był równy 4 %. Najwyższą objętością środka treningowego WB₃ charakteryzowała się grupa wyczynowców (7%), a najniższą zawodnik H.S (1%). Procentowy udział R przebiegał na podobnym poziomie u wszystkich badanych zawodników. Środki treningowe o charakterze tlenowo-beztlenowym wynosiły kolejno: dla biegaczy amatorskich – 13%, zawodników wyczynowych 11% i rekordzisty Polski- 10%. Należy jednak wspomnieć, iż WT była dominującym środkiem treningowym w przypadku zawodnika H.S. (6 %). W przeciwieństwie do biegaczy amatorskich, u których obciążenia startowe (S) stanowiły aż 10% rocznej objętości.

4.3 Obciążenia treningowe i startowe rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i amatorskich w okresie bezpośredniego przygotowania startowego w biegu maratońskim

Obciążenia treningowe i startowe dla wszystkich grup zostały poddane szczegółowej analizie. Dla rekordzisty Polski (H.S.) obliczono wartości średnie w okresie bezpośredniego przygotowania do startu w biegu maratońskim (BPS), które miały miejsce w latach 2012-2018. W przypadku pozostałych zawodników wyczynowych (klasa mistrzowska międzynarodowa i mistrzowska) i amatorskich (klasa trzecia i nieklasyfikowani) wykorzystano wartości średnie BPS uzyskane w roku 2018.

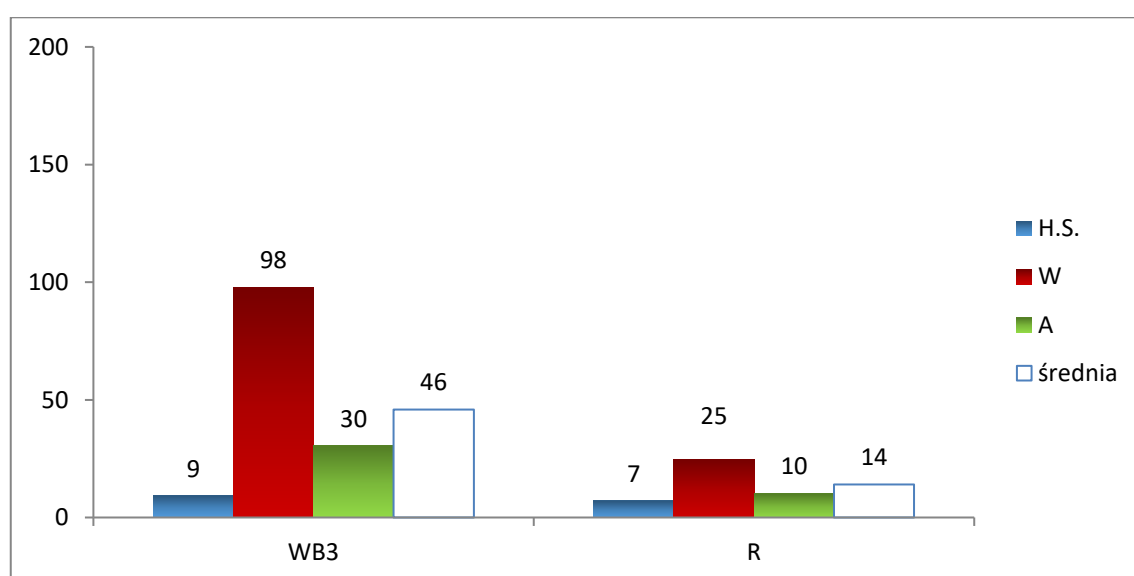
Bezpośredni okres przygotowania do startu trwa w granicach 8 tygodni. Ze względu na specyfikę treningu maratońskiego mezocykl ten ma decydujące znaczenie dla osiąganego wyniku sortowego.

Zgodnie z klasyfikacją zaproponowaną przez Cemplę i Mleczkę (1989) dokonano scalenia w trzy grupy wielkości środków treningowych (km). Biorąc pod uwagę charakter metabolizmu mięśniowego wywołany przez intensywność określonego bodźca treningowego środki podzielono na następujące strefy: tlenowe (OWB₁, OWB₂), tlenowo-beztlenowe (WB₃, R) i beztlenowo-tlenowe (WT, SB, S). Charakterystykę formy ćwiczeń niespecyficznych dla danej konkurencji, określonych jako sprawność (SPR), zaprezentowano na osobnej rycinie (ryc. 5) i wyrażono w minutach (min).



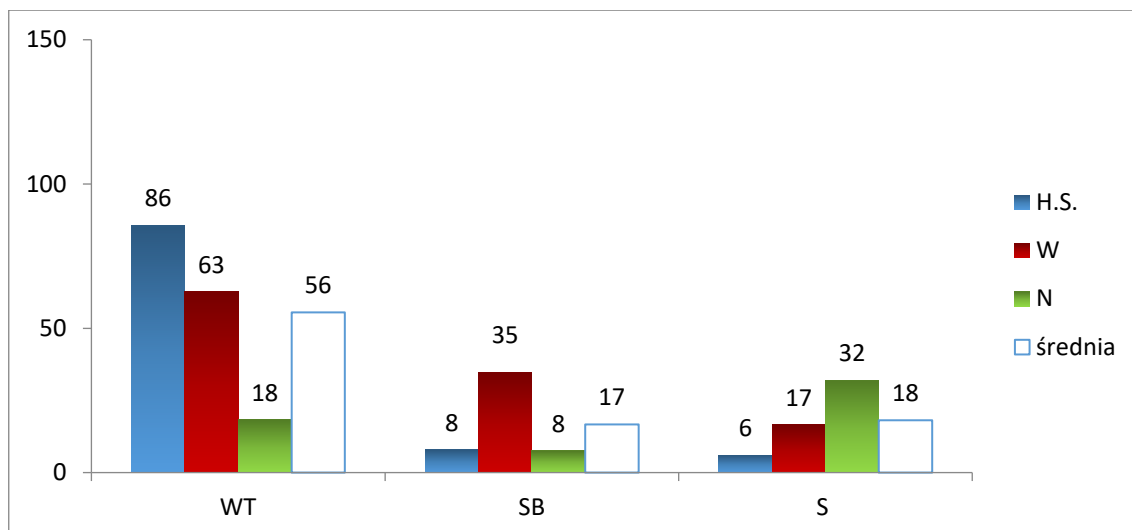
Rycina 10. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (OWB₁ oraz OWB₂) w poszczególnych grupach w okresie bezpośredniego przygotowania startowego na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażono w kilometrach (km)

W pierwszej kolejności badaniom zostały poddane środki treningowe o charakterze tlenowym (OWB₁, OWB₂) (ryc. 10). Dominującym środkiem treningowym rekordzisty Polski była ogólna wytrzymałość biegowa w pierwszym zakresie intensywności (OWB₁) równa aż 1019 km. Zdecydowanie mniejszą objętością OWB₁ charakteryzowali się zawodnicy wyczynowi (659 km) i zawodnicy amatorscy (456 km). Najlepszy polski maratończyk w minimalnym stopniu wykorzystywał środek treningowy OWB₂ (20 km) w BPS w przeciwieństwie do zawodników wyczynowych (122 km). Biegacze amatorscy podobnie jak zawodnik H.S., ale w nieco większym stopniu, uwzględniali w swoich przygotowaniach środek treningowy OWB₂ (57 km).



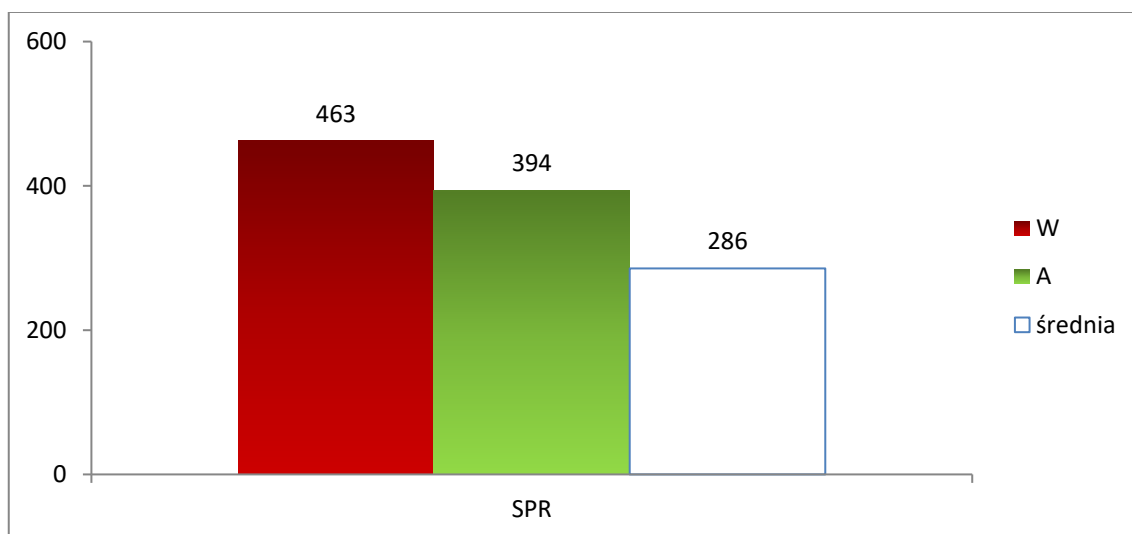
Rycina 11. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (WB₃ oraz R) w poszczególnych grupach w okresie bezpośredniego przygotowania startowego na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażono w kilometrach (km)

Kolejną badaną grupą środków treningowych w BPS o charakterze tlenowo-beztlenowym była ogólna wytrzymałość biegowa w 3 zakresie intensywności (OWB₃) i rytmy (R) (ryc. 11). Analiza wykazała diametralne różnice występujące pomiędzy rekordzystą Polski a zawodnikami wyczynowymi. Najlepszy polski maratończyk prawie całkowicie zrezygnował z środka treningowego OWB₃ (9 km), w przeciwieństwie do wyczynowców, którzy charakteryzowali się bardzo dużą objętością OWB₃ (98 km). Biegacze amatorscy równie rzadko jak zawodnik H.S. stosowali wyżej wspomniany środek w swoich przygotowaniach do maratonu (30 km). Taka sama zależność występuje w przypadku środka treningowego R, który w przypadku rekordzisty Polski oscyluje w granicy 7 km i amatorów 10 km. Na tle wszystkich grup wyróżniali się zawodnicy wyczynowi, których suma rytmów była równa 25 km.



Rycina 12. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (WT, SB oraz S) w poszczególnych grupach w okresie bezpośredniego przygotowania startowego na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażono w kilometrach (km)

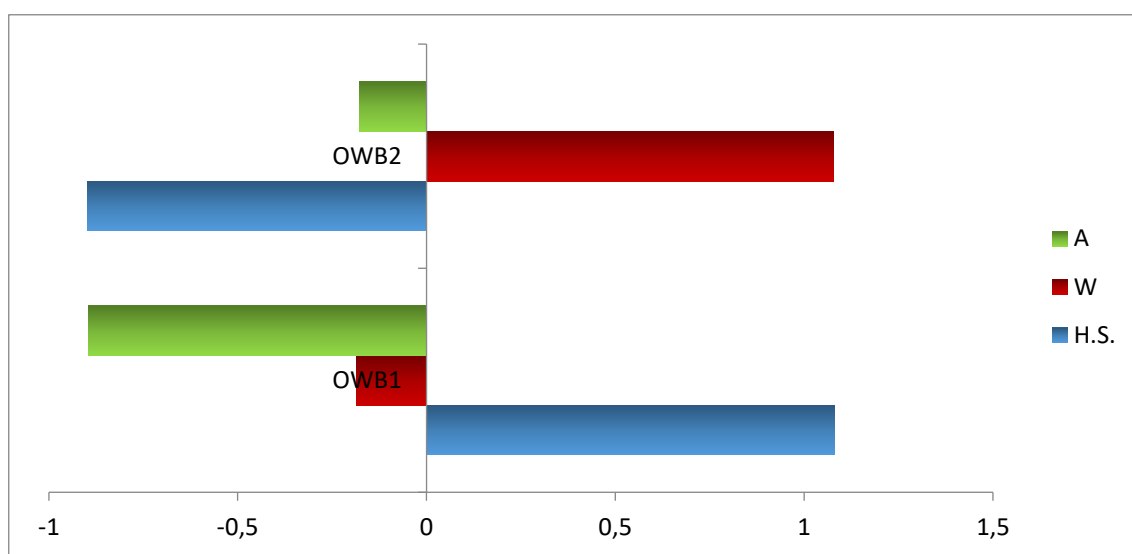
Kolejną analizowaną grupą w BPS były środki treningowe o charakterze beztlenowo-tlenowym (WT, SB, S) (ryc. 12). WT była środkiem często stosowanym w BPS-ie przez najlepszego polskiego maratończyka (86 km), jak i przez zawodników wyczynowych (63 km). Amatorzy w bardzo małym stopniu uwzględniali w swoim BPS-ie wytrzymałość tempową (18 km). Znaczące różnice natomiast zaobserwowano w przypadku objętości siły biegowej zawodnika H.S. (8 km) i zawodników wyczynowych (35 km). Objętość SB w BPS zawodników amatorskich była równa 8 km. W odniesieniu do startów największe zróżnicowanie występowało pomiędzy rekordzistą Polski (6 km) a zawodnikami amatorskimi (32 km). Biegacze wyczynowi (17 km), podobnie jak H.S., charakteryzowali się niższą objętością startów w BPS.



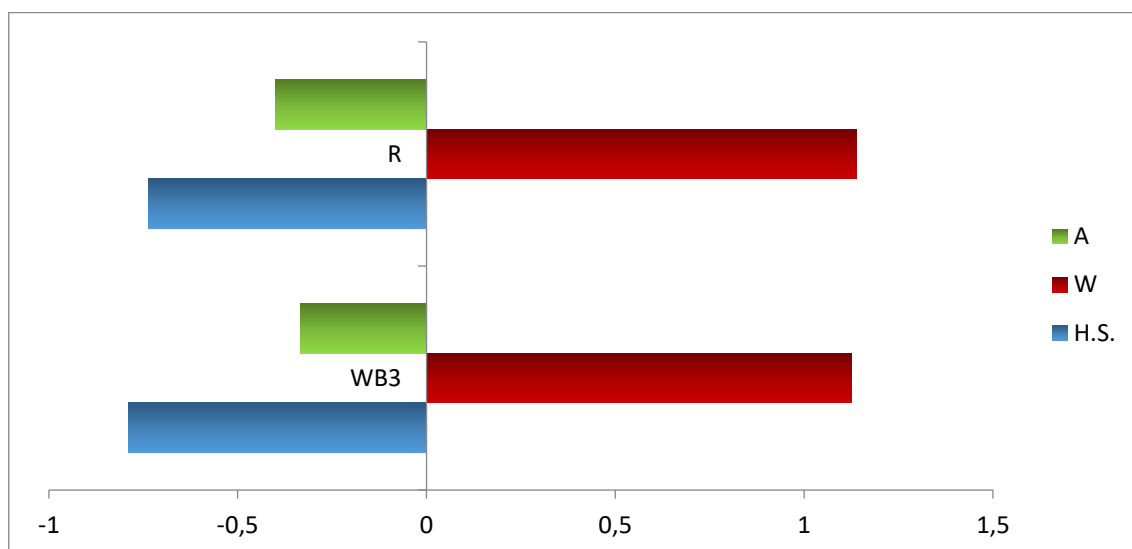
Rycina 13. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (SPR) w poszczególnych grupach w okresie bezpośredniego przygotowania startowego na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażono w minutach (min)

Ostatnim badanym elementem była sprawność (SPR) (ryc. 13). Środek treningowy SPR został określony czasem trwania zajęć. Dane zaprezentowane na rycinie 13 wyraźnie obrazują, że rekordzista Polski nie stosował środka treningowego SPR (0 min). Najwyższe wartości SPR zanotowano u zawodników wyczynowych (463 min), natomiast nieco niższe u biegaczy amatorskich (394 min).

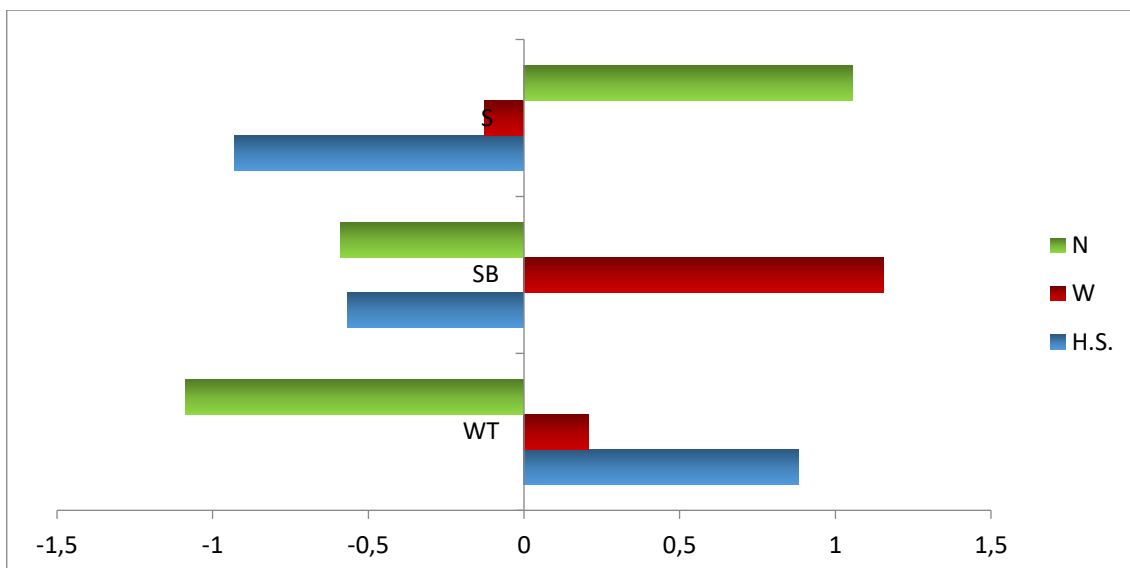
W celu podkreślenia odmienności praktykowanych modeli treningowych na różnym poziomie sportowym zaprezentowano standaryzowane różnice pomiędzy rekordzistą Polski, zawodnikami wyczynowymi i biegaczami amatorami (normowane na średnią i odchylenie standardowe) (ryc. 14-17).



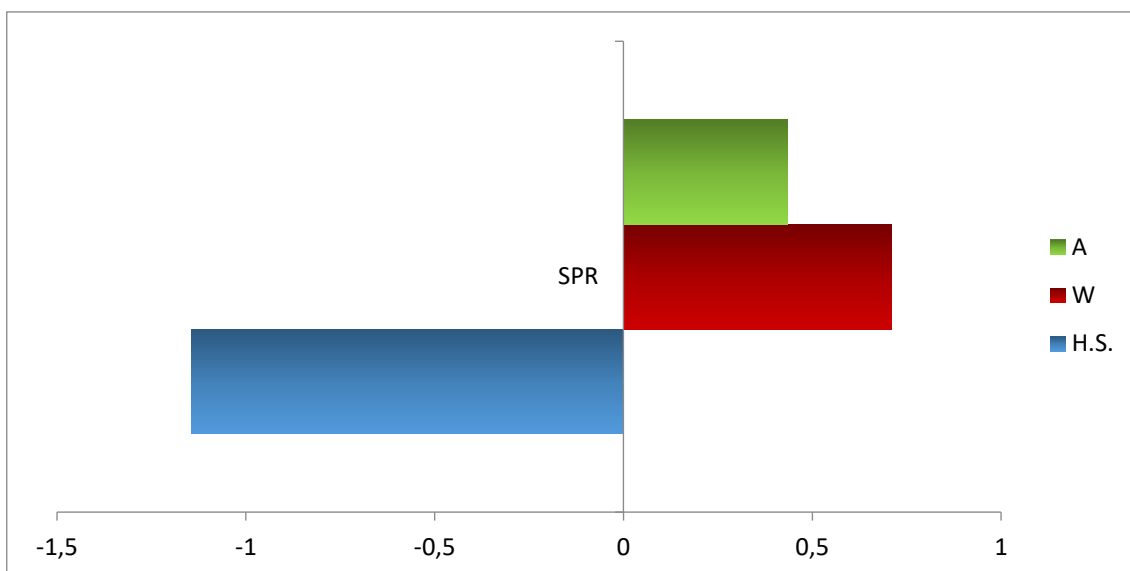
Rycina 14. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie zastosowanych środków OWB₁ oraz OWB₂ w okresie BPS. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD)



Rycina 15. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie zastosowanych środków WB₃ oraz R w okresie BPS. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD)



Rycina 16. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie zastosowanych środków WT, SB oraz S w okresie BPS. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD)



Rycina 17. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie SPR w okresie BPS. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD)

Analiza objętości obciążenia treningowego w bezpośrednim przygotowaniu do startu (BPS) obrazowała pewne zróżnicowanie między rekordzistą Polski a pozostałymi maratończykami (ryc. 14 - 17). Największe różnice pomiędzy maratończykiem H.S. a zawodnikami wyczynowymi były szczególnie widoczne w przypadku środka treningowego: OWB₂, WB₃, R, SB i SPR. Wszystkie wyżej wymienione środki treningowe były w małym stopniu wykorzystywane w BPS-ie rekordzisty Polski. Jeśli chodzi o biegaczy amatorskich największe różnice zauważalne były w objętości

środków treningowych: OWB₁, WT i S. BPS-y amatorów charakteryzowały się niską objętością środka treningowego OWB₁ i WT oraz dużą objętością S.

Procentowy rozkład elementów struktury obciążenia treningowego rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i biegaczy amatorskich, z uwzględnieniem podziału na trzy strefy przemian metabolicznych: tlenową, tlenowo-beztlenową i beztlenowo-tlenową, zaprezentowano w tabeli 35.

Tabela 35. Procentowy rozkład elementów struktury obciążenia treningowego rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i biegaczy amatorskich w BPS, z uwzględnieniem podziału na trzy strefy przemian metabolicznych: tlenową, tlenowo-beztlenową i beztlenowo-tlenową

Grupa	Strefa obciążenia						
	Tlenowa		Tlenowo-beztlenowa		Beztlenowo-Tlenowa		
	OWB ₁	OWB ₂	WB ₃	R	WT	R	S
H.S.	88%	2%	1%	1%	7%	1%	1%
Suma	90%		1%		9%		
Wyczynowcy	65%	12%	10%	2%	6%	3%	2%
Suma	77%		12%		11%		
Amatorzy	75%	9%	5%	2%	3%	1%	5%
Suma	84%		7%		9%		

Objaśnienia tabeli: ciemny szary - najwyższy procentowy udział poszczególnych stref przemian metabolicznych na tle innych grup, jasny szary - najwyższy procentowy udział poszczególnych środków treningowych na tle innych grup

Analiza bezpośredniego przygotowania do startu wykazała, że praca o charakterze tlenowym stanowiła dominujący rodzaj treningu wszystkich maratończyków i wynosiła kolejno: 90% dla rekordzisty Polski, 77% dla zawodników wyczynowych i 84% dla biegaczy amatorskich. Największa objętość środka treningowego OWB₁ występowała u maratończyka H.S. (88%), a najniższa u wyczynowców (77%). Odwrotne zależności zaobserwowano w przypadku OWB₂, które oscylowały w granicy 12% dla zawodników wyczynowych i zaledwie 2% u rekordzisty Polski. Środki treningowe o charakterze tlenowo-beztlenowym rzadko występowały w BPS-ie rekordzisty Polski i stanowiły 1% ogółu. Znacznie większą objętością wyżej wspomnianych obciążeń treningowych charakteryzowały się BPS-y biegaczy zawodników wyczynowych (12%) i amatorskich (7%). Najwyższą objętością WB₃ charakteryzowała się grupa wyczynowców (12%), a najniższą zawodnik H.S (1%). Procentowy udział R przebiegał na podobnym poziomie u wszystkich badanych zawodników. Wartości środków treningowych o charakterze beztlenowo-tlenowym

w analizowanych BPS-ach były często uwzględniane w rocznych cyklach wszystkich maratończyków, a ich wartość oscylowała w granicy 9 % dla rekordzisty Polski, 11% dla zawodników wyczynowych i 9% amatorskich. Należy jednak zaznaczyć, że WT była dominującym środkiem treningowym w przypadku zawodnika H.S. (7%). W przeciwieństwie do biegaczy amatorskich, u których obciążenia startowe (S) stanowiły 5% rocznej objętości.

4.4 Porównanie obciążeń treningowych i startowych rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i amatorskich w makrocyklu rocznym i w okresie bezpośredniego przygotowania do startu w biegu maratońskim

W badaniach własnych postanowiono zwrócić uwagę na różnice występujące pomiędzy obciążeniami treningowymi i startowymi w rocznych makrocyklach treningowych i w BPS-ach dla rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i biegaczy amatorskich (tab. 36).

Tabela 36. Charakterystyka różnic w zakresie rozkładu procentowego obciążenia poszczególnymi środkami treningowymi z uwzględnieniem stref przemian metabolicznych w makrocyklu rocznym oraz w okresie bezpośredniego przygotowania do startu (BPS) pomiędzy rekordzystą Polski a pozostałymi badanymi zawodnikami

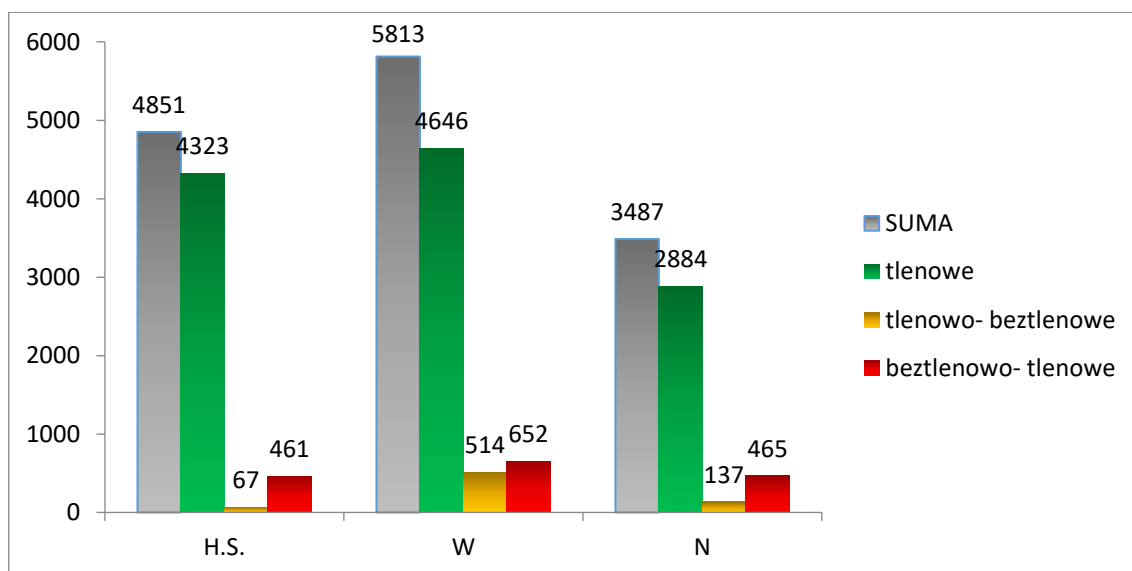
Środki treningowe	MAKROCYKL			BPS		
	H.S.	W	A	H.S.	W	A
OWB ₁	87%	67%	74%	88%	65%	75%
OWB ₂	2%	13%	9%	2%	12%	9%
Strefa tlenowa	89%	80%	83%	90%	77%	84%
WB ₃	1%	7%	2%	1%	10%	5%
R	1%	2%	2%	1%	2%	2%
Strefa tlenowo - beztlenowa	1%	9%	4%	1%	12%	7%
WT	6%	5%	2%	7%	6%	3%
SB	1%	3%	1%	1%	3%	1%
S	2%	3%	10%	1%	2%	5%
Strefa beztlenowo - tlenowa	10%	11%	13%	9%	11%	9%

Z dotychczasowych rozważań oraz z analizy danych zamieszczonych w tabeli 36 wynika, że trening maratoński we wszystkich grupach opierał się przede wszystkim na rozwoju systemów energetycznych wykorzystujących procesy tlenowe. Jednakże

udział komponentów tlenowo-beztlenowych i beztlenowo-tlenowych obrazował pewne różnicowanie między grupami.

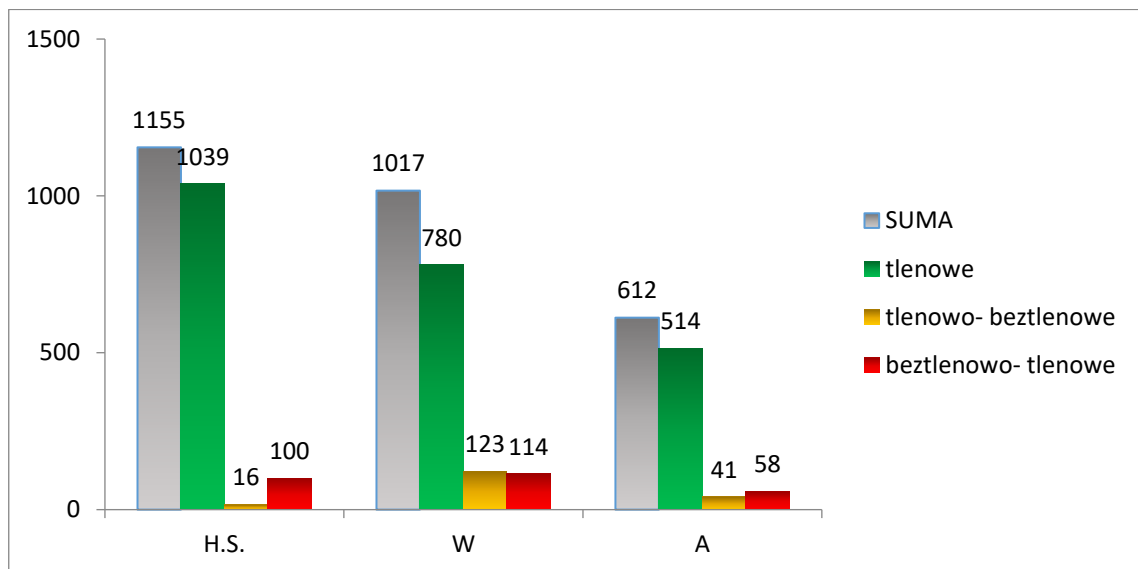
W przypadku rekordzisty Polski analiza obciążeń treningowych wykazała brak znaczących różnic między strefami energetycznymi w rocznych makrocyklach oraz w BPS-ach. Jedyną różnicą był niewielki wzrost środków o charakterze tlenowym (o 1%) i niewielki spadek beztlenowo - tlenowych (o 1%) na rzecz BPS. Dużo większe zmiany notowano w przypadku zawodników wyczynowych, u których występował 3% spadek tlenowych bodźców treningowych w okresie BPS względem makrocyklów rocznych. Różnice występowały również w strefie przemian tlenowo - beztlenowych, gdzie zaobserwowano 3% wzrost na rzecz BPS-ów. W grupie amatorskich biegaczy zmiany były widoczne w każdej strefie energetycznej. Udział komponentów tlenowych był niższy o 1%, a tlenowo - beztlenowych wyższy o 3% w okresie BPS. Zanotowano również 4% spadek środków o charakterze beztlenowo - tlenowym w ostatnich tygodniach poprzedzających start w maratonie.

W celu dokładniejszej analizy różnic pomiędzy badanymi grupami, na rycinie 18 i 19 zaprezentowano średnią sumę środków treningowych podzielonych na trzy strefy przemian metabolicznych: tlenową, tlenowo-beztlenową i beztlenowo-tlenową w makrocyklach rocznych i BPS-ach.



Rycina 18. Charakterystyka objętości całkowitej (suma) oraz objętości zastosowanych środków treningowych podzielonych na trzy strefy przemian metabolicznych: tlenową, tlenowo-beztlenową i beztlenowo-tlenową w makrocyklu rocznym rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i biegaczy amatorskich. Dane wyrażone w kilometrach (km)

Jak wynika z analizy danych przedstawionych na rycinie 18, największa objętość treningowa w rocznych makrocyklach występowała w przypadku zawodników wyczynowych (5813 km). Rekordzista Polski w ciągu roku przebiegał o niemal 1000 km mniej aniżeli wyżej wspomniani maratończycy (4851 km). Najniższą objętością treningową charakteryzowała się grupa amatorów (3487 km).



Rycina 19. Charakterystyka objętości całkowitej (suma) oraz objętości zastosowanych środków treningowych podzielonych na trzy strefy przemian metabolicznych: tlenową, tlenowo-beztlenową i beztlenowo-tlenową w BPS rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i biegaczy amatorskich. Dane wyrażone w kilometrach (km)

Z niniejszych badań wynika, że największa objętość treningowa występowała w BPS-ach rekordzisty Polski (1155 km). Nieco niższe wartości zanotowano w przypadku zawodników wyczynowych (1017 km). Najniższą objętością treningową charakteryzowały się obciążenia biegaczy amatorskich (612 km).

4.5 Obciążenia treningowe i startowe rekordzisty Polski w poszczególnych, rocznych cyklach treningowych w latach 2012 - 2018

W tabeli 37 zamieszczono dane na temat objętości treningowej jaką realizował rekordzista Polski w poszczególnych rocznych cyklach szkoleniowych przypadających na okres największych sukcesów sportowych w latach 2012- 2018.

Tabela 37. Podstawowa charakterystyka statystyczna wyników obciążeń treningowych i startowych rekordzisty Polski w latach 2012-2018

Środki Treningowe	Rok							Odchylenie Standardowe
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
OWB₁ (km)	4967,00	3714,00	4480,00	4509,00	4704,00	4111,00	3196,00	567,83
OWB₂ (km)	111,00	56,00	95,00	88,00	142,00	66,00	22,00	36,20
OWB₃ (km)	0,00	0,00	23,00	57,00	91,00	0,00	80,00	36,76
WT_k (km)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
WT_{Sr} (km)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
WT_{dl} (km)	403,00	283,00	333,00	361,00	340,00	253,00	206,00	62,63
SZ_{max} (km)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SZ_w (km)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R (km)	30,7	21,40	33,6	28,4	33,20	27,70	36,90	4,67
SB (km)	49,80	43,10	43,1	36,7	40,40	41,00	89,60	16,93
SPR (min)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S (km)	141,6	62,2	126,6	84,4	84,4	126,6	84,4	27,49
SUMA (km)	5703,1	4179,7	5134,3	5164,5	5435	4625,3	3714,9	658,78

Zgodnie z przyjętymi celami badań własnych dokonano szczegółowej charakterystyki obciążeń treningowych stosowanych przez rekordzistę Polski w latach 2012 - 2018 i porównano je ze startami z uwzględnieniem najlepszego rezultatu sportowego w danym roku. W tabeli 38 zestawiono wszystkie ważne starty zawodnika H.S. od 5 km do 42,195 km na przestrzeni 7 lat. Podano również informacje dotyczące wyniku i miejsca organizacji zawodów.

Tabela 38. Obciążenia startowe rekordzisty Polski w latach 2012-2018 z uwzględnieniem najlepszego rezultatu sportowego w danym roku

DATA	MIASTO	DYSTANS	WYNIK
ROK 2012			
12.03.2012	Otsu	maraton	2:07,39
12.05.2012	Skawina	10 km	29,13
02.06.2012	Warszawa	5 km	13,59
12.08.2012	Londyn	maraton	2:12,28
02.12.2012	Fukoka	maraton	2:08,42
ROK 2013			
21.04.2013	Warszawa	maraton	DNF*
13.10.2013	Paryż	20 km*	1:00,12
01.12.2013	Fukoka	maraton	2:09,39
ROK 2014			
13.04.2014	Warszawa	maraton	2:08,55
17.08.2014	Zurich	maraton	DNF
12.10.2014	Eindhoven	maraton	2:16,26
07.12.2014	Fukoka	maraton	2:10,02
ROK 2015			
26.04.2015	Warszawa	maraton	2:10,11
08.10.2015	Korea	maraton	2:17,43
ROK 2016			
06.03.2016	Otsu	maraton	DNF
24.04.2016	Warszawa	maraton	2:12,40
21.08.2016	Rio de Janerio	maraton	DNF
04.12.2016	Fukoka	maraton	2:10,53
ROK 2017			
12.03.2012	Ostia	półmaraton	1:04,54
28.05.2017	Ottawa	maraton	2:17,21
20.08.2017	Skarżysko-Kamienna	półmaraton	1:06,14
04.12.2017	Frankfurt	maraton	2:10,09
ROK 2018			
08.04.2018	Hannover	maraton	2:13,37
12.08.2018	Berlin	maraton	2:18,09

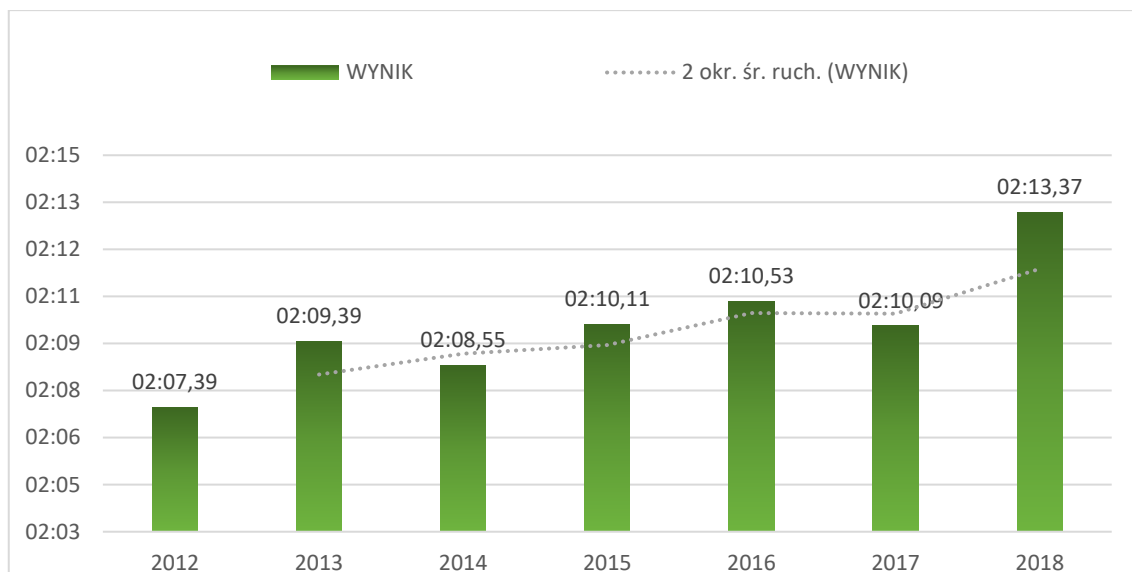
Objaśnienia tabeli:

*DNF- bieg nie ukończony

**Wojskowe Mistrzostwa Świata na dystansie 20 km

strefa szara- najlepszy rezultat sportowy uzyskany w danym roku przez rekordzistę Polski

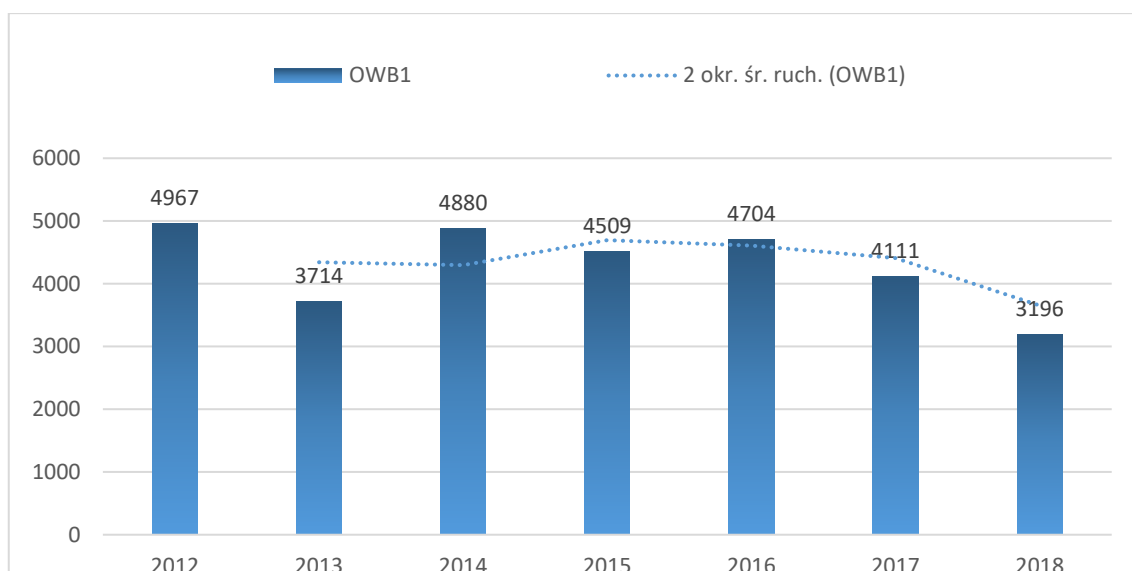
Opierając się na danych przedstawionych w tabeli 37 wszystkie najlepsze wyniki sportowe rekordzisty polski od 2012 do 2018 roku zaprezentowano w formie ryciny 20. Uzyskane wyniki zostały przedstawione wraz z linią trendu (średnią ruchomą z dwóch sąsiednich wyników).



Rycina 20. Najlepsze uzyskane wyniki w poszczególnych makrocyklach treningowych rekordzisty Polski wyrażone w czasie (h) przypadające na lata 2012- 2018 z linią trendu

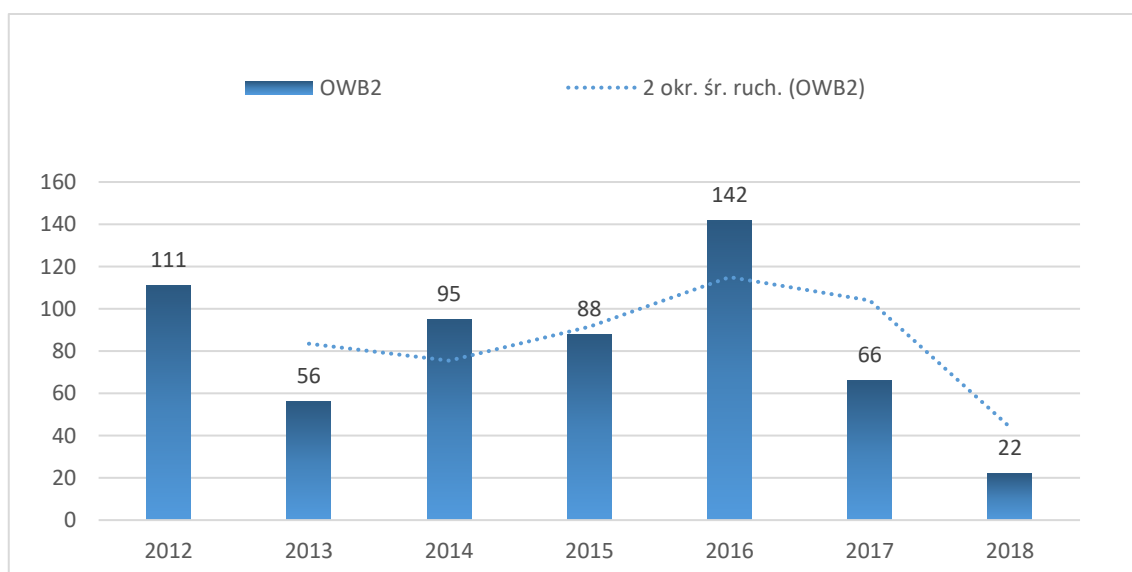
Na rycinie 20 zaprezentowano najlepsze rezultaty sportowe uzyskane w danym makrocyklu treningowym rekordzisty Polski w latach 2012-2018. Linia trendu charakteryzowała się swego rodzaju falowością zmian z tendencją do wzrostu. Jak widać na omawianej rycinie najlepszy rezultat sportowy maratończyk uzyskał w roku 2012 (2:07,19) a najslabszy w 2018 (2:13,37). Wyniki sportowe z upływem lat nieznacznie się obniżały. Należy jednak zwrócić uwagę na falowość zmian. Kiedy maratończyk uzyskiwał bardzo dobre rezultaty sportowe w danym sezonie, kolejny rok zazwyczaj okazywał się pod tym względem słabszy.

W dalszej kolejności (ryc. 21-28) dokonano szczegółowej analizy proporcji obciążeń treningowych zawodnika H.S. w poszczególnych makrocyklach rocznych przypadających na lata 2012- 2018, które w czytelny sposób zobrazowały lokalny trend treningowy.



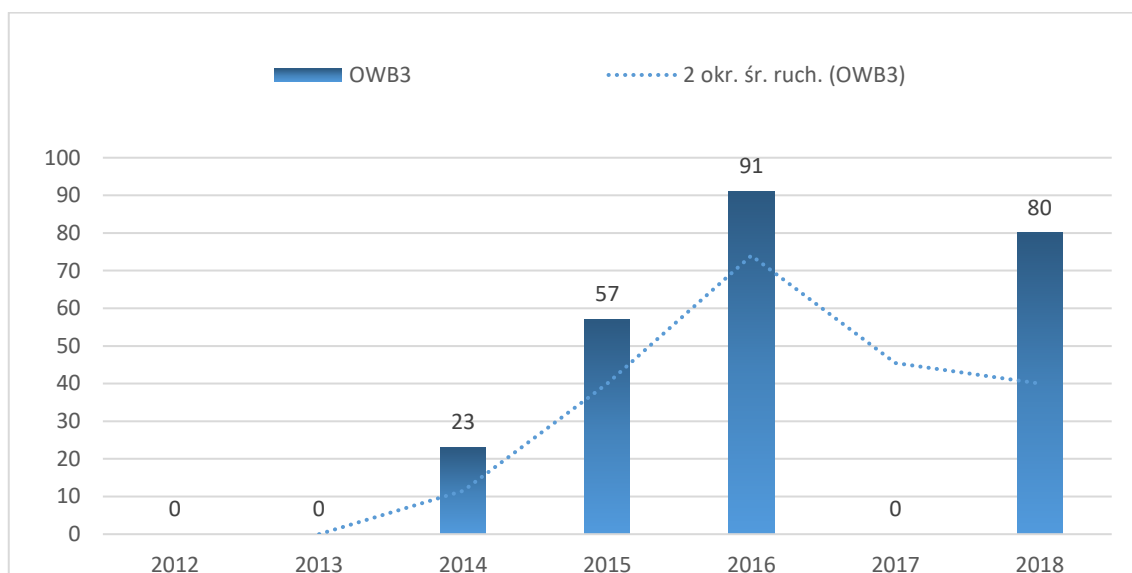
Rycina 21. Obciążenie treningowe OWB₁ rekordzisty Polski wyrażone w km przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu

Z przeprowadzonej analizy wynika (ryc. 21), że rok 2012 dla rekordzisty Polski charakteryzował się największą objętością środka treningowego OWB₁ równą 4967 km. Należy podkreślić, iż z punktu widzenia kariery zawodniczej był to najlepszy i historyczny rok dla zawodnika H.S., gdyż ustanowił rekord Polski (2:07,39) i zdobył 9 miejsce na Igrzyskach Olimpijskich w Londynie. Dalsza analiza wykazała, że średnia ruchoma była na najwyższym poziomie w roku olimpijskim 2016 (Rio de Janeiro). Niestety maratończyk nie ukończył biegu w Brazylii, a najlepszy czas jaki uzyskał w tym roku był równy 2:10:53 (Fukoka).



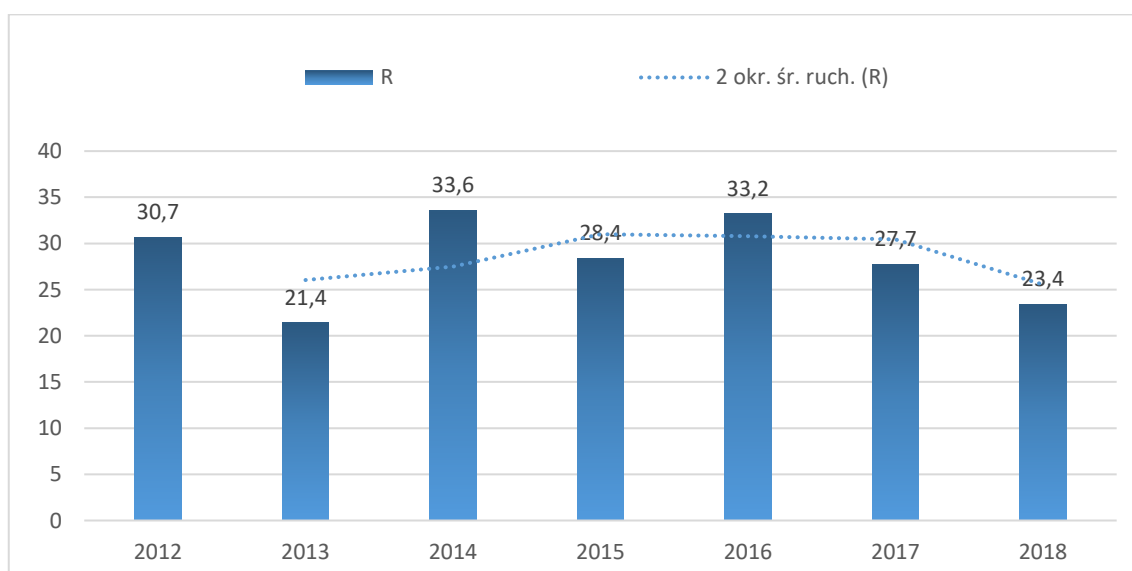
Rycina 22. Obciążenie treningowe OWB₂ rekordzisty Polski wyrażone w km przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu

W dalszej kolejności poddano analizie środek treningowy OWB₂ (ryc. 22), który maksymalne wartości przyjmował w roku olimpijskim 2016 (142 km). Taką samą zależność odnotowano w przypadku średniej ruchomej.



Rycina 23. Obciążenie treningowe OWB₃ rekordzisty Polski wyrażone w km przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu

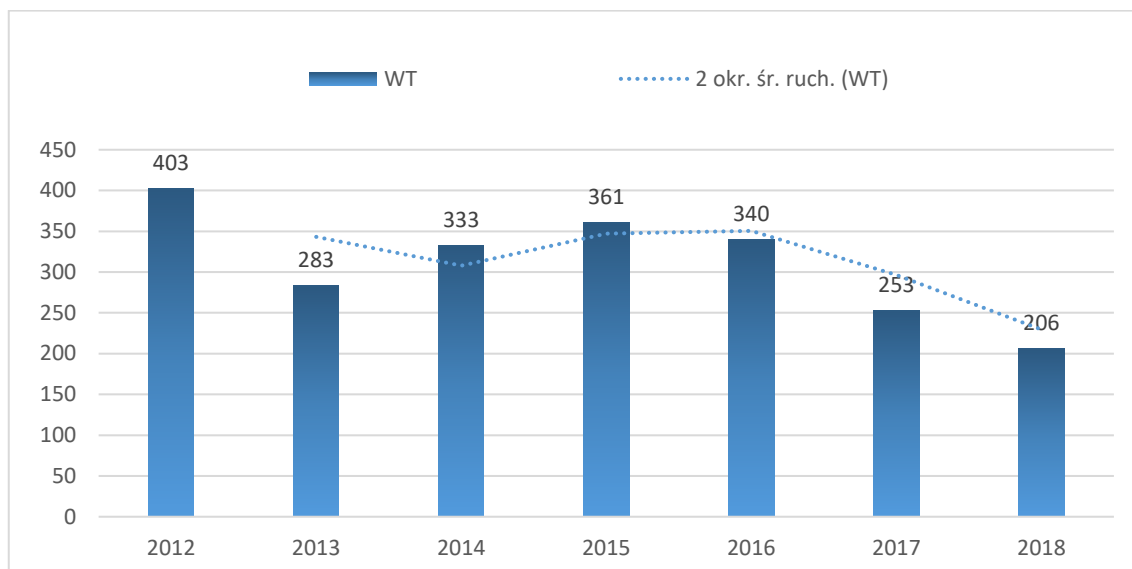
Analiza środka treningowego OWB₃ (ryc. 23) jednoznacznie wykazała, że rok olimpijski 2016 po raz kolejny charakteryzował się jego największą objętością (91 km). Podobnie zależności odnotowano w przypadku średniej ruchomej.



Rycina 24. Obciążenie treningowe R rekordzisty Polski wyrażone w km przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu

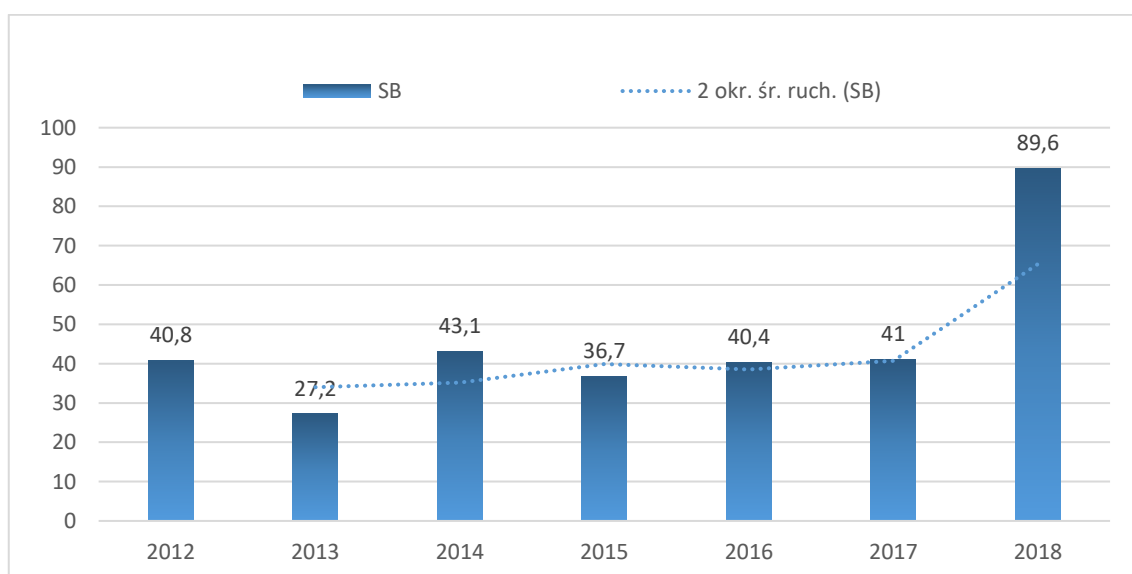
Obciążenie treningowe R (ryc. 24) od roku 2012 do 2018 charakteryzowało się swego rodzaju falowością zmian. Na przemian występujące wysokie i niskie wartości

spowodowały, iż średnia ruchoma nie oddała właściwie obserwowanej zmienności. Nieznaczny spadek i zmianę trendu zaobserwowano jedynie w roku w 2018, kiedy to najlepszy wynik rekordzisty Polski był równy 2:13:37.



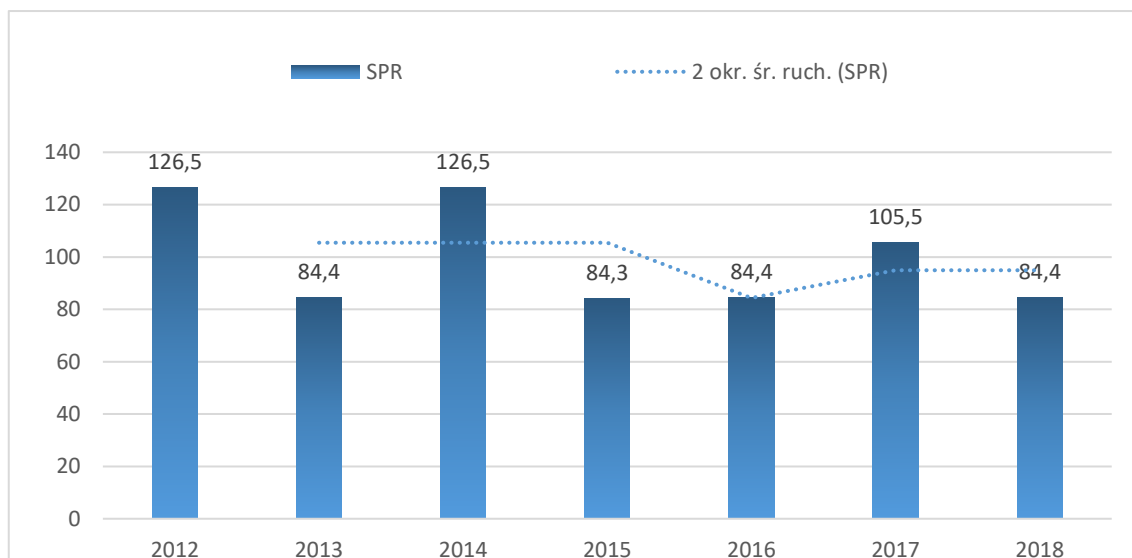
Rycina 25. Obciążenie treningowe WT rekordzisty Polski wyrażone w km przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu

Z danych zaprezentowanych na ryc. 25 wynika, że środek treningowy WT osiągał najwyższe wartości w roku 2012 (403 km). Natomiast maksimum średniej ruchomej przypadła na lata 2015- 2016. Najlepszy uzyskany rezultat sportowy w roku 2015 przez zawodnika H.S. wynosił 2:10,11 (Warszawa), nie wiele gorszy czas uzyskał rok później 2:10,53 (Fukoka).



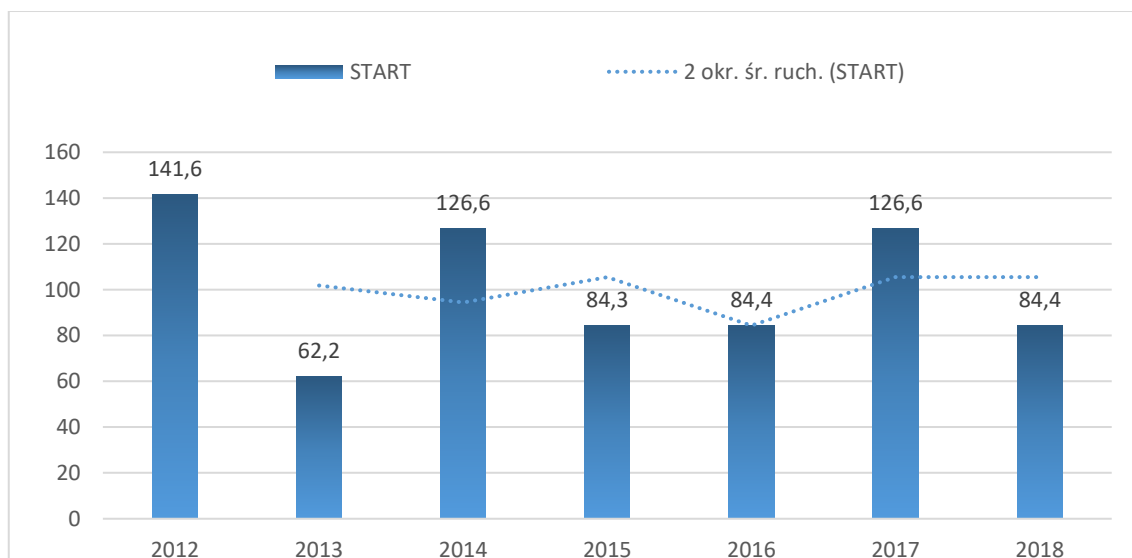
Rycina 26. Obciążenie treningowe SB rekordzisty Polski wyrażone w km przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu

Środek treningowy SB (ryc. 26) był stosunkowo stabilny w latach 2012-2017. Znaczący wzrost dopiero nastąpił w roku 2018 (89,6 km). Podobnie jak w przypadku analizy środka treningowego R znaczna zmiana trendu nastąpiła dopiero w 2018 roku. Należy podkreślić, że najlepszy uzyskany rezultat sportowy w roku 2018 był najslabszym na tle innych makrocyklów treningowych i wynosił 2:13,37 (Hanover).



Rycina 27. Obciążenie treningowe SPR rekordzisty Polski wyrażone w min przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu

Kolejnym analizowanym środkiem treningowym była sprawność (SPR) (ryc. 27) wyrażana w minutach, która podobnie jak rytmy (R) charakteryzowała się początkowo pewną periodycznością (na przemian występujące wysokie i niskie wartości). Dopiero w roku 2016 nastąpiła zmiana tego trendu.



Rycina 28. Obciążenie treningowe S rekordzisty Polski wyrażone w km przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu

Na samym końcu dokonano analizy obciążeń startowych zawodnika H.S. (ryc. 28), których suma przyjmowała najwyższe wartości w roku 2012 (141,6 km). Bardzo interesujący wydaje się fakt, że zmiana trendu podobnie jak przy innych obciążeniach treningowych po raz kolejny pojawiła się w roku 2016.

Badania własne dowiodły, że rok 2016 nie był najlepszym okresem w karierze rekordzisty Polski. W omawianym sezonie nie ukończył dwóch ważnych maratonów (Otsu i Rio de Janerio), a najlepszy uzyskany wynik sportowy (2:10,53) był o ponad 3 minuty słabszy od rekordu życiowego (2:07,39). Zmiany średniej ruchomej zaobserwowane na powyższych rycinach wynikały z jednej bardzo prostej przyczyny. Zawodnik H.S. w roku 2016 podjął współpracę z nowym trenerem, który zmienił rozkład struktury dotychczasowych obciążeń treningowych.

Aby lepiej zrozumieć istotę stosowanego treningu, w tabeli 39 przedstawiono procentowy rozkład elementów struktury rekordzisty Polski w latach 2012-2018 uwzględniając przy tym podział na strefy przemian metabolicznych zaproponowaną przez Cemplę i Mleczkę (1989).

Tabela 39. Procentowy rozkład elementów struktury obciążenia treningowego rekordzisty Polski w latach 2012-2018, z uwzględnieniem podziału na trzy strefy przemian metabolicznych: tlenową, tlenowo-beztlenową i beztlenowo-tlenową

Rok	Strefa obciążenia (%)			Objętość roczna (km)
	Tlenowa	Tlenowo-beztlenowa	Beztlenowo-Tlenowa	
2012	89,0	0,5	10,5	5703,1
2013	90,2	0,5	9,3	4179,7
2014	89,1	1,1	9,8	5134,3
2015	89,0	1,7	9,3	5164,5
2016	89,1	2,3	8,6	5435
2017	90,3	0,6	9,1	4625,3
2018	86,6	3,1	10,3	3714,9

Objaśnienia tabeli: Szara strefa - najwyższy procentowy udział stref przemian metabolicznych w poszczególnych latach

Na podstawie tabeli 39 obrazującej przebieg zmienności stref energetycznych w kolejnych makrocyklach rocznych należy stwierdzić, że w przygotowaniach do maratonu rekordzisty Polski dominowała praca o charakterze tlenowym. Najwyższe wartości przyjmowała w roku 2017 (90,3%) a najniższe w 2018 (86,6%). Środki treningowe o charakterze tlenowo- beztlenowym stosunkowo rzadko były uwzględniane

w planach treningowych zawodnika H.S. i swoje maksimum uzyskały w roku 2018 (3,1%) a minimum w 2012 i 2013 (0,5%). Ostatnia analizowana strefa beztlenowo-tlenowa najwyższe wartości przyjmowała w roku 2012 (10,5%), a najniższe w 2017 (9,1%).

5. Dyskusja

Bieg maratoński, jako jedna z nielicznych konkurencji lekkoatletycznych, zyskał ogromną popularność wśród przedstawicieli sportu kwalifikowanego, jak i sympatyków rekreacyjnego biegania. Bezprecedensowego sukcesu doszukiwać się należy w odejściu od wyłącznie sportowego (wyczynowego) charakteru imprezy. Egalitaryzm, otwartość, różnorodność (wiek, płeć, poziom sportowy, poziom niepełnosprawności) oraz procesy komercjalizacji sprawiły, iż biegi maratońskie upowszechniły się jako ogólnodostępne imprezy sportowo-rekreacyjne (Nowak i Supiński 2014). Zawodnicy amatorscy mogą biec obok największych mistrzów, młodzi biegacze rywalizują z osobami starszymi, kobiety startują razem z mężczyznami, profesjonalne przygotowanie styka się z debiutanckim niedoświadczeniem. Wszystkim jednak przyświeca jeden wspólny cel - ukończyć bieg, pokonać swoje słabości i uzyskać jak najlepszy wynik.

Maraton zdobył wielu zwolenników za sprawą swojej bogatej historii i legend odzwierciedlających heroizm człowieka wobec granic własnych możliwości (Buman i wsp. 2008). Dla wielu przebiegnięcie dystansu 42 km i 195 m jest czynem niewyobrażalnym, który kojarzy się głównie z kuriozalnym wysiłkiem. Dla innych ukończenie maratonu jest marzeniem i pierwszoplanowym celem przyświecającym na początku biegowej kariery. Bez względu na punkt widzenia ekstrema zawsze przyciągały ludzi, rodziły nieznane wcześniej emocje, pobudzały najtrudniejsze do zaspokojenia potrzeby związane z samorealizacją. Z czasem jednak przerodziły się w chęć przekraczania kolejnych granic. Niegdyś amatorscy biegacze stawali na linii startu motywowani głównie indywidualnymi potrzebami. Dzisiaj podporządkowują całe swoje życie treningowi i chcą rywalizować z najlepszymi. Pomimo usilnych prób naśladowania wyczynowych sportowców i traktowania swojej pasji bardzo poważnie zauważalne są duże różnice pomiędzy amatorskimi biegaczami a zawodnikami wysokiego wyczynu. Różnice te stanowią silny instrument motywacyjny do poszukiwania zależności mających wpływ na osiągnięcie rezultaty sportowe. Celem amatorskich biegaczy jest chęć zdobywania rekordów życiowych na poziomie zawodników wyczynowych. Ambicją maratończyków wysokiej klasy jest próba bicia rekordu kraju, zdobywanie medali na imprezach międzynarodowych, czy też dążenie do szeroko pojętego mistrzostwa sportowego.

Próba kreacji modelu mistrza jest zadaniem niezwykle trudnym. Powyższe zagadnienie stanowi przedmiot badań wielu praktyków i teoretyków sportu na całym

świecie. Wynika to z faktu, iż sukces sportowy nie jest wyłącznie sumą działania poszczególnych czynników organizmu sportowca. Jest on bowiem nową jakością powstałą w wyniku integracji wielu czynników współdziałających ze sobą (Naglak 1999). Wiedza o możliwościach osiągania wybitnych wyników sportowych na miarę mistrza jest wciąż fragmentaryczna. Nie zmiennie od czasów Naglaka istnieje otwarty problem, jakie kryteria brać pod uwagę w ocenie tych specyficznych możliwości. Korzystając z najnowszych badań z zakresu medycyny, biochemii, antropologii fizjologii i biomechaniki nadal poszukuje się kryterium i norm za pomocą których można podjąć próbę kreacji „idealnego maratończyka”. Niezwykle trudnym i interesującym zagadnieniem jest prognozowanie cech kreujących model mistrza, jak i jego poziomu wytrenowalności (Sozański 1993, Sozański i wsp. 2015). Należy jednak wspomnieć, iż wytrenowalność jest bardzo złożonym i osobniczym problemem. Warunkuje go szereg poszczególnych czynników. Cztery z nich można uznać za dominujące: wiek, genotyp osobnika, odziedziczalność, siła i jakość bodźca obciążeniowego (Mleczko i wsp. 2006).

Dotychczas w Polsce do rzadkości należały badania, w których próbowano dokonać szczegółowej analizy i oceny budowy somatycznej elity polskich zawodników specjalizujących się w biegach maratońskich. Poza tym nadal jest mało prac naukowych dotyczących optymalizacji wielkości i zakresu obciążeń treningowych oraz stosowanych rozwiązań strukturalnych i czasowych, które mogą mieć wpływ na osiągnięcie wybitnych rezultatów sportowych w maratonie. W ostatnich latach na świecie odnotowuje się coraz większe zainteresowanie bieganiem. Częstokroć pobijane są rekordy frekwencji na najbardziej prestiżowych biegach maratońskich. Ogromny wzrost popularności, jak i dynamizacja wyników sportowych wymusza konieczność zmiany w podejściu do treningu i startów wśród zawodników wyczynowo uprawiających tę konkurencję. Na przestrzeni ostatnich dziesięciu lat rekord świata w maratonie został pobity aż 3 razy (worldathletics.org). Należy jednak podkreślić, że wyżej wspomniane rekordy należą do przedstawicieli krajów afrykańskich. Próbę oceny tak wyjątkowych zdolności czarnoskórych biegaczy podejmowali liczni naukowcy z całego świata (Temfemo 2007, Beis i wsp. 2012, Wilber i Pitsiladis 2012, Eksterowicz i wsp. 2014, Tjelta i wsp. 2014, Mooses i wsp. 2014, Sheel 2015, Larsen 2015, Eksterowicz i wsp. 2016). Nie mniej jednak z punktu widzenia polskich teoretyków i praktyków sportu cenniejsze wydają się badania dotyczące najwybitniejszych zawodników o białym kolorze skóry. Powyższe stwierdzenie można

umotywować tym, że większość polskich lekkoatletów jest przedstawicielami „białej rasy”. Mimo tego, że afrykańscy zawodnicy zdominowali biegi długie na świecie, to nie należy pomijać najwybitniejszych maratończyków pochodzących z innych kontynentów. W pierwszej kolejności należy wspomnieć o Norwegu Sondre Nordstad Moen, który w roku 2017 w Fukuocie ustanowił rekord Europy (2:05:48). Równie wybitnym maratończykiem okazał się brązowy medalista igrzysk olimpijskich z Rio - Amerykanin Galen Rupp (rekord życiowy 2:06:07). Bardzo dużymi osiągnięciami może pochwalić się też polski lekkoatleta - Henryk Szost, który nieprzerwalnie od roku 2012 dzierży w rękach rekord Polski (2:07:39).

Niniejsza praca może stać się cennym źródłem informacji przydatnych w pracy trenerów, jak i zawodników uprawiających biegi maratońskie. W Polsce podobne badania zostały przeprowadzone jedynie przez Ratkowskiego (2006). Większość publikacji na temat maratonu odnosiły się głównie do fizjologicznych i biochemicznych przemian zachodzących w organizmie sportowca. Mając na uwadze, że wiedza dotycząca programowania treningu najlepszych polskich maratończyków jest bardzo fragmentaryczna wykonano szereg badań dotyczących budowy somatycznej, dokonano szczegółowej analizy obciążeń treningowych i poszukano związków między nimi a uzyskiwanymi rezultatami sportowymi. Za unikatowym charakterem pracy przemawia fakt, że pozyskano wartościową dokumentację zrealizowanego obciążenia treningowego i startowego rekordzisty Polski, jak również wykonano na nim szereg pomiarów antropometrycznych. Wyniki porównano z grupą zawodników wysokiego wyczynu (czołowymi zawodnikami kadry Polski) oraz biegaczami amatorskimi.

W pierwszej kolejności realizując założenia pracy scharakteryzowano najważniejsze pomiary antropometryczne i pochodne wskaźniki zawodników najwyższego wyczynu (w tym rekordzisty Polski) i biegaczy amatorskich. Obecnie uważa się, iż uprawiana dyscyplina sportu wymaga specyficznych predyspozycji w zakresie budowy, jak i składu ciała. Czynnikiem selekcji kwalifikującym zawodnika do określonej dziedziny sportu są właściwości somatyczne. Optymalne dostosowanie zawodników do wymagań stawianych przez określoną konkurencję jest wynikiem odpowiedniej budowy ciała oraz zastosowanych obciążeń treningowych, które wpływają modelująco na niektóre jej parametry (Pietraszewska 2002, Cabrić i wsp. 2005, Siewierski i wsp. 2011, Nowacka i wsp. 2018). Przeprowadzone badania potwierdziły istotne różnice w budowie somatycznej zawodników prezentujących różny poziom sportowy. Ze względu na podobieństwa występujące pomiędzy maratończykami wyższych klas (klasa

mistrzowska międzynarodowa i mistrzowska) oraz niższych (klasa III i biegacze nieklasyfikowani) dokonano umownego podziału na zawodników wyczynowych i amatorskich. Charakterystyka morfologiczna maratończyków wysokiego wyczynu potwierdziła, zgodną z wymogami konkurencji, budowę ciała (Legaz i Eston 2005, Ratkowski 2006, Knechtle i wsp. 2010, Vernillo i wsp. 2013, Rosado i wsp. 2020). Niestety powyższe stwierdzenie nie w pełni ustosunkowało się do grupy amatorsko uprawiającej maraton, w której zróżnicowanie morfologiczne było zdecydowanie większe (Tanda i Kenchtle 2013).

Pierwszym analizowanym komponentem była wysokość ciała. Zawodnicy wyczynowi legitymowali się niższą wysokością ciała (klasa mistrzowska międzynarodowa - 179,2 cm; międzynarodowa - 177,5 cm) od średniej pozostałych badanych. Nieco wyższe wartości prezentowali biegacze amatorscy (klasa trzecia - 179,3 cm; nieklasyfikowani - 180,1 cm). Powyższe wyniki mogą sugerować pewną zależność, iż niższa wysokość ciała sprzyja osiągnięciu wybitnych rezultatów sportowych. Niestety niniejsze stwierdzenie nie można traktować jako pewnik statystyczny ze względu na zmienność cechy. Historia zna bowiem wybitnych maratończyków, którzy charakteryzowali się dużą wysokością ciała. W pierwszej kolejności należy wspomnieć, iż wysokość ciała aktualnego rekordzisty Polski jest równa 185 cm. Dużą wysokością ciała legitymuje się również rekordzista Niemiec - Arne Gabius (186 cm) oraz jeden z najwybitniejszych amerykańskich maratończyków Galen Rupp (180 cm) (worldathletics.org).

Nieco bardziej zróżnicowane wartości między grupami występowały w przypadku masy ciała. Zawodnicy wyczynowi legitymowali się niską masą ciała (klasa mistrzowska międzynarodowa 65,48 kg; mistrzowska 66,80 kg) w przeciwieństwie do amatorskich biegaczy, którzy prezentowali znacznie wyższe wartości (klasa trzecia - 72,54 kg; nieklasyfikowani - 73,60 kg). Masa ciała rekordzisty Polski oscylowała w granicy 69,10 kg.

Powyższe komponenty pozwoliły na dokonanie szczegółowych obliczeń wskaźnika wzrostowo-wagowego (BMI), który okazał się istotnie zróżnicowanym w zależności od klasy sportowej zawodników. Niskie wartości BMI były charakterystyczne dla maratończyków wysokiego wyczynu (mistrzowska międzynarodowa - 20,48 kg/m²; mistrzowska - 21,2 kg/m²). Znacznie większe wartości odnotowano w przypadku

biegaczy amatorskich (trzecia - 22,35 kg/m²; niekwalifikowani - 22,92 kg/m²). BMI rekordzisty Polski było równe 20 kg/m².

Dokonując szczegółowych analiz powyższego zagadnienia należy porównać uzyskane wartości polskich zawodników z najlepszymi biegaczami na świecie. W roku 2013 Vernillo i wsp. wykonali szereg pomiarów czołowych biegaczy głównie pochodzących z Afryki. Wyniki badań wykazały, że średnia wartość BMI badanych zawodników oscylowała w granicy 19,8 kg.m⁻² (średnia wysokość ciała - 171,2 cm; średnia masa ciała - 57,7 kg). Według Marc`a i wsp. (2014) BMI dziesięciu najlepszych zawodników w historii światowego maratonu mieściło się w przedziale 17,5 - 20,7 kg.m⁻². Badania Sedeaud i wsp. (2014) wykazały, iż BMI najlepszych lekkoatletów uprawiających biegi długie w latach 1996-2011 (od 10 000 m do dystansu maratońskiego) koncentrowało się wokół przedziału 19-20 kg.m⁻². Równie interesujące wyniki zaprezentowali Eksterowicz i wsp. (2016), którzy dokonali pomiarów kenijskich zawodników startujących w biegach ulicznych na terenie Polski. Wskaźnik BMI czarnoskórych biegaczy był równy 19,55 kg.m². W powyższych publikacjach autorzy głównie analizowali pomiary zawodników pochodzących z Afryki. W kontekście niniejszych rozważań godne uwagi wydają się badania przeprowadzone na najlepszych estońskich biegaczach długodystansowych przez Mooses'a i wsp (2013). BMI wspomnianych zawodników miało zbliżone wartości do polskich maratończyków i wynosiło 21,1 kg.m⁻². Na podstawie badań własnych i wyników analizowanych publikacji można przyjąć, że niski wskaźnik BMI sprzyja w uzyskiwaniu znaczących wyników w maratonie.

Niepodważalnym faktem jest, że wskaźnik BMI znacząco różnicuje grupę zawodników wysokiego wyczynu i biegaczy amatorskich, w przeciwieństwie do pozostałych komponentów. W niniejszej pracy nie stwierdzono różnic pomiędzy grupami w przypadku procentowej zawartości tłuszczu (6,52%), masy tłuszczu (4,74 kg) oraz beztłuszczowej masy ciała (66,60 kg). Podobne zależności zaobserwowano w przypadku masy mięśniowej (63,29 kg) oraz wody całkowitej w organizmie (44,99 kg). Dla celów naukowych pracy postanowiono zaprezentować parametry rekordzisty Polski, które wynosiły kolejno dla: procentowej zawartości tłuszczu - 6,10%, masy tłuszczu - 4,20 kg, beztłuszczowej masy ciała - 64,90 kg, masy mięśni - 61,70 kg i wody całkowitej w organizmie - 42,50 kg.

Dokonując analizy komponentów opisanych w powyższym akapicie można odnieść się do badań Rosado i wsp. (2019) dotyczących analizy składu ciała hiszpańskich biegaczy długodystansowych prezentujących różny poziom sportowy. Procentowa zawartość tkanki tłuszczowej u zawodników wynosiła 13,90%, natomiast masa tłuszczu była równa 10,50 kg. Beztłuszczowa masa ciała biegaczy oscylowała w granicy 62,60 kg. Masa mięśni wynosiła średnio 58,60 kg, a całkowita woda w organizmie aż 45,00 kg. Inne badania przeprowadzone na amatorskich biegaczach w Polsce prezentowały następujące wartości dla: procentowej zawartości tkanki tłuszczowej - 18,75%, masy tłuszczu - 14,47 kg, masy mięśni - 62,35 kg i całkowitej wody w organizmie - 46,06 l (ok. 46 kg) (Szczuko i wsp. 2017). Warto jednak podkreślić, że o ile procentowa zawartość tkanki tłuszczowej jest często analizowanym komponentem, to informacji na temat pozostałych zmiennych dotyczących zawodników wysokiego wyczynu jest bardzo niewiele. W pierwszej kolejności warto jednak odnieść do badań Mooses'a i wsp. (2013) przeprowadzonych na najlepszych estońskich biegaczach. Procentowa zawartość tkanki tłuszczowej wyżej wspomnianych zawodników była równa 7,60 %. Znacznie niższe wartości prezentowali maratończycy z Kenii, którzy stanowili grupę badawczą Kong i Heer (2008). Procentowa zawartość tkanki tłuszczowej afrykańskich biegaczy oscylowała w granicy 5,30%. Podobne wyniki badań zaprezentowali Eksterowicza i wsp. (2016), gdzie wartość pomiaru tkanki tłuszczowej Kenijczyków była równa 5,41%. Należy jednak brać pod uwagę, że poziom tkanki tłuszczowej może zmieniać się w przeciągu rocznego cyklu treningowego. Zdaniem Stellingwerff i wsp. (2011) zmiany nie przekraczające 5% są optymalne i w pełni bezpieczne dla zawodników wysokiego wyczynu. Kwalifikowani maratończycy możliwie najniższe wartości tkanki tłuszczowej osiągają zaledwie kilka dni przed startem. Wiąże się to bowiem z ujemnym jednotygodniowym bilansem energetycznym i zwiększoną podażą białka w diecie. Białko ma na celu utrzymanie prawidłowego poziomu masy mięśniowej przy jednoczesnej redukcji masy ciała, jak i poziomu tkanki tłuszczowej (Mettler, Mitchell, Tipton 2010).

Wyniki badań własnych potwierdzają, że o ile wyżej wspomniane komponenty nie różnicowały istotnie grupy wyczynowych i amatorskich maratończyków, to nieco inaczej sytuacja klarowała się w przypadku procentowej zawartości wody w organizmie. Zawodnicy wyczynowi mieli znacznie wyższą zawartość wody w organizmie (mistrzowska międzynarodowa - 64,8%; mistrzowska - 68,3%) w przeciwieństwie

do amatorskich maratończyków (trzecia - 63,2%; nieklasyfikowani - 61,7%). Rekordzista Polski charakteryzował się wysokim stanem nawodnienia równym 66,1%.

Zagadnienia dotyczące stanu nawodnienia wyczynowych sportowców są wciąż otwartym problemem, które wymagają dalszych badań. Większość publikacji dotyczy zmian zachodzących w organizmie w czasie trwania i po wysiłku fizycznym (Cheuvront i wsp. 2007, King i wsp. 2008, Baker i wsp. 2009, Maughan i Shirreffs 2010, Jéquier i Constant 2010, Shirreffs i Sawka 2011, Stachenfeld 2014, Cheuvront i Montain 2017). Niestety brakuje badań wyjaśniających zdolność kumulowania większej ilości wody w mięśniach najlepszych zawodników, jak i jej transformacji pod wpływem długoletniego procesu treningowego.

Bardzo interesujące badania zaprezentowali Szczuko i wsp. (2017) analizując wpływ parametrów antropometrycznych na wynik biegu maratońskiego zawodników nieprofesjonalnych. Według autorów wzrost masy ciała, wskaźnika BMI i procentowej zawartości tkanki tłuszczowej przyczyniał się do spadku możliwości wytrzymałościowych zawodników. Nieco inaczej sytuacja wyglądała w przypadku proporcji Na⁺/K⁺, zawartości tkanki mięśniowej i wody ogółem, które wpływały istotnie na skrócenie czasu biegu.

W kontekście niniejszych rozważań warto odnieść się do badań przeprowadzonych na wyczynowych wioślarzach (Durkalec-Michalski i wsp. 2019), których procentowa zawartość wody w organizmie była równa 63-65%. Autorzy sugerują, iż skład ciała jest ściśle powiązany z poziomem wydolności tlenowej i beztlenowej, a jego modyfikacja może przyczynić się do polepszenia rezultatów sportowych.

Aby lepiej zrozumieć istotę problemu w pierwszej kolejności należy omówić rolę „wody” w organizmie sportowca. Jako składnik płynów ustrojowych stanowi podstawowy materiał budulcowy komórek. Pełni funkcję rozpuszczalnika, który umożliwia przemieszczanie się składników odżywczych i metabolitów między organellami komórkowymi. Co więcej stanowi kluczowy element w wydalaniu poszczególnych końcowych produktów przemiany materii. Wchodzi w skład substancji wydzielanych przez kaletki maziowe determinując właściwą ruchliwość stawów. Za sprawą dużej pojemności cieplnej i wysokiej temperatury parowania umożliwia efektywną termoregulację (Brzozowska i Gawęcki 2015).

Pod wpływem intensywnego wysiłku fizycznego organizm sportowca wytwarza duże ilości ciepła powodując przy tym wzrost temperatury wewnętrznej organizmu. Mechanizmem nad wyraz istotnym w regulacji homeostazy termicznej jest aktywacja

gruczołów potowych w czasie trwania wysiłku fizycznego, a co za tym idzie odparowanie wody z powierzchni ciała. Podczas biegu maratońskiego obserwuje się przeciętną utratę płynów rzędem 0,5-1,2 dm³/godzinę, jednak przy temperaturach sięgających powyżej 25°C objętość ta wzrasta niemal dwukrotnie (Pawelczyk i wsp. 2011). Badania wykazały, iż utrata płynów ustrojowych w granicy 2% masy ciała może wpłynąć na zaburzenia szeregu funkcji fizjologicznych organizmu człowieka i wtórnie obniżyć o około 10% jego możliwości wysiłkowe. Utrata 15% zasobów wody organizmu człowieka zazwyczaj kończy się śmiercią (Noakes 2007, Zeller i wsp. 2011, Asserraji i wsp. 2014). Bardzo interesujący wydaje się fakt, iż wyczynowi biegacze w czasie trwania maratonu tracą zaledwie 3-4% wody, co sugeruje zdolność adaptacji do takiego stanu (Noakes 2012).

Wielu badaczy podkreśla znaczenie regularnego treningu fizycznego dla zwiększenia tolerancji organizmu na wzrost temperatury wewnętrznej ciała w trakcie wysiłku (Skalik i wsp. 2009; Noakes 2012; Kusy i Zieliński 2020), która ściśle powiązana jest z gospodarką wodną ustroju. Przed Mistrzostwami Świata w Helsinkach w roku 2005 Fudge i wsp. (2008) monitorowali stan nawodnienia 14 elitarnych kenijskich biegaczy długodystansowych przez okres 5 dni. Badania wykazały, iż zawodnicy nie spożywali płynów przed treningiem i bardzo rzadko nawadniali się w czasie wysiłku. Mimo znaczącej utraty masy ciała (ok. 2 %) po sesjach treningowych żaden z zawodników nie doznał powysiłkowego udaru cieplnego. Co więcej, poziom całkowitej wody w organizmie w ciągu dnia utrzymywał się na stałym poziomie.

Powyższe badania mogą sugerować zdolność wyczynowych maratończyków do utrzymywania wysokiego poziomu nawodnienia organizmu. Umiejętność ta koreluje z długoletnim stażem treningowym o czym potwierdzają wyniki badań własnych. Bez wątplenia zawodnicy wyczynowi legitymowali się dłuższym stażem treningowym (klasa mistrzowska międzynarodowa - 17 lat; mistrzowska - 7,5 lat). Nieco niższe lub równe wartości prezentowali biegacze amatorscy (klasa trzecia - 7,5 lat; nieklasyfikowani - 5,5 lat). Staż treningowy rekordzisty Polski wyniósł 15 lat. Uzyskane wyniki wyraźnie pokazują, iż sukces najlepszych polskich maratończyków okupiony jest wieloletnim procesem treningowym. Wątpliwości jednak może budzić krótki staż zawodników posiadających klasę mistrzowską. Należy jednak wspomnieć, że wyżej wspomniani biegacze charakteryzowali się znacznie młodszym wiekiem w stosunku do pozostałych grup i w niedalekiej przeszłości mieli swój pierwszy debiut na dystansie maratońskim. Wspólnym jednak mianownikiem dla zawodników

wysokiego wyczynu było doświadczenie zdobyte na bieżni. Oznacza to bowiem, że procesy adaptacyjne związane z wytrzymałością zostały wykształcone na bardzo wysokim poziomie, dając podstawę dla specjalistycznego treningu maratońskiego.

Przeprowadzona analiza porównawcza skłania do interesujących refleksji na temat osiągnięcia znaczących wyników w maratonie. Jak się okazuje na wybitne rezultaty mają wpływ dwie zmienne: staż zawodniczy oraz procentowa zawartość wody w organizmie. Badania własne dowiodły znaczącej roli stażu zawodniczego w uzyskiwaniu wyższego poziomu sportowego. Systematycznie stosowane bodźce treningowe dają odpowiednie efekty adaptacyjne jakie zachodzą w tym czasie w organizmie maratończyka. Efektem tych zmian jest bardzo dobre uwodnienie ciała zawodnika.

Kolejnymi analizowanymi zmiennymi, które mogą wpływać na osiągnięcie wybitnych wyników w maratonie były pomiary kostne badanych. Jednak niniejsze badania potwierdziły brak różnic istotnych statystycznie dla zmiennych: szerokość barkowa, szerokość biodrowa, szerokość łokcia i szerokość kolana.

Podobne zależności zanotowano w przypadku pomiarów obwodów dla zmiennych: obwód bioder, obwód uda i obwód podudzia. Nieco inaczej sytuacja klaruje się dla zmiennych: obwód ramienia w spoczynku i napięciu oraz obwód pasa. Zawodnicy wyczynowi legitymowali się mniejszym obwodem ramienia w spoczynku (klasa mistrzowska międzynarodowa - 25,6 cm; mistrzowska - 26,5 cm). Znacznie większy obwód prezentowali amatorscy biegacze (klasa trzecia - 28,8 cm; nieklasyfikowani - 29,6 cm). Prawie identyczną zależność wykazały pomiary obwodu ramienia w napięciu. Wyczynowi maratończycy charakteryzowali się mniejszym obwodem ramienia w napięciu (klasa mistrzowska międzynarodowa - 27,7 cm; mistrzowska - 29,1 cm) w odniesieniu do amatorskich zawodników (klasa trzecia - 31,2 cm; nieklasyfikowani - 31,2 cm). Ostatnią analizowaną zmienną był obwód pasa. Najmniejszym obwodem pasa charakteryzowali się biegacze wyczynowi (klasa mistrzowska międzynarodowa - 75,4 cm; mistrzowska - 77,6 cm) w przeciwieństwie do amatorskich maratończyków (klasa trzecia - 79,1 cm; nieklasyfikowani - 80,3 cm). W przypadku rekordzisty Polski wartości poszczególnych pomiarów prezentowały się następująco: obwód ramienia w spoczynku - 26 cm, obwód ramienia w napięciu - 28,5 i obwód pasa - 76,6 cm.

W przeprowadzonych badaniach własnych dokonano szeregu pomiarów fałdów skórno-tłuszczowych i zauważono bardzo interesujące zjawisko. Fałdy skórno-tłuszczowe na podudziu, nad tricepsem i grzebieniem biodrowym nie różnicowały grupy wyczynowych i amatorskich biegaczy w przeciwieństwie do fałdów skórno-

tłuszczowych na brzuchu i pod łopatką. Tak więc fałdy na kończynach należałoby uznać za podobne u wszystkich badanych, a fałdy tułowiowe za częściowo różnicujące. Mniejszy fałd skórno-tłuszczowy na brzuchu był cechą charakterystyczną dla wyczynowych zawodników (klasa mistrzowska międzynarodowa - 6,22 mm; mistrzowska - 6,95 mm). Znacznie większy fałd zanotowano u amatorskich maratończyków (klasa trzecia - 9,67 mm; nieklasyfikowani - 13,6 mm). W przypadku fałdu skórno- tłuszczowego pod łopatką u wyczynowych biegaczy zauważalne były bardzo duże różnice między grupami. Z przeprowadzonej analizy wynika, iż wyczynowi zawodnicy cechowali się mniejszym fałdem (mistrzowska międzynarodowa - 6,62 mm; mistrzowska - 5,69 mm) w przeciwieństwie do amatorskich maratończyków (klasa trzecia - 9,23 mm; nieklasyfikowani - 11,52 mm). Pomiary fałd skórno-tłuszczowych na brzuchu i pod łopatką dla rekordzisty Polski były równe 6,10 mm i 6,90 mm.

Odnosząc się do wszystkich analizowanych pomiarów antropometrycznych można wyszczególnić szereg zmiennych różnicujących grupę wyczynowych oraz amatorskich biegaczy i podjąć próbę kreacji polskiego maratończyka na miarę mistrza. Jak wynika z wcześniejszych rozważań badani zawodnicy wysokiego wyczynu charakteryzowali się niewielką wysokością ciała, mniejszą masą ciała i niskim wskaźnikiem BMI. Co więcej, posiadali mniejszy obwód ramienia i obwód pasa. Wyróżniali się również za sprawą niskich wartości uzyskanych w pomiarach fałdów skórno- tłuszczowych na brzuchu i pod łopatką. Ponadto cechowali się wysoką zawartością wody w organizmie.

Charakterystyka morfologiczna rekordzisty Polski nie odbiegała od budowy ciała pozostałych zawodników wysokiego wyczynu. Jedyne wyjątek stanowiła duża wysokość ciała, która jak się okazuje nie ma wpływu na uzyskiwane rezultaty sportowe. W kontekście powyższych rozważań można odnieść się do badań Eksterowicza i wsp. (2016), który wykonał szereg podobnych pomiarów na afrykańskich biegaczach. Jak się okazało kenijscy zawodnicy charakteryzowali się niewielką masą ciała i zawartością tłuszczu oraz niskim wskaźnikiem BMI. Co więcej posiadali dłuższe kończyny dolne w stosunku do tułowia i mniejszy obwód podudzia. Podobne wyniki zostały opublikowane przez Kong'a i wsp. (2008) i Knechtl'a i wsp. (2009).

Należy jednak brać pod uwagę, że na omawiane wyżej wskaźniki może mieć wpływ długość stażu treningowego. Dzieje się to za sprawą systematycznie stosowanych bodźców treningowych, które wpływają na zmiany adaptacyjne zachodzące w ustroju

sportowca (Rembiasz, Mirek, Mleczek 2009). Długi okres treningu przed uzyskaniem wybitnego wyniku w maratonie jest procesem rozciągniętym w czasie i w większości przypadków wiąże się ze współzawodnictwem na bieżni (Maciantowicz i wsp. 1999). Potwierdzeniem tego faktu są liczni wybitni zawodnicy, którzy przez długi okres swojej kariery sportowej startowali z powodzeniem na krótszych dystansach. Szczegółowej analizy dotyczącej startów na bieżni i stażu treningowego najlepszych maratończyków w historii Polski dokonano w części wstępnej niniejszej pracy (rozdział „Periodyzacja treningu maratońskiego”). W świetle uzyskanych wyników i na podstawie dostępnej literatury można przyjąć, że przygotowania do startów w maratonie należy poprzedzić 10–12-letnim procesem treningowym (Ratkowski 2006).

Za powyższym stwierdzeniem w pełni przemawia fakt, iż długość stażu treningowego poprzedzającego rekord życiowy najlepszych maratończyków w historii Polski wynosił średnio 11,8 lat. Długa kariera zawodnicza wiąże się z bardziej racjonalnym podejściem do treningu i przemyślanym udziałem w imprezach biegowych. Specjalistyczny trening maratoński wymaga bowiem od zawodników wysokiego wyczynu dużo większego zaangażowania często na pograniczu swoich możliwości. Eksploatowanie organizmu licznymi startami może okazać się zatem fatalne w skutkach. Czołowi polscy biegacze długodystansowi startują maksymalnie w 2-3 maratonach w ciągu roku. Zupełnie inne stanowisko prezentują zawodnicy amatorscy, którzy kosztem efektywności procesu treningowego częściej startują w zawodach.

Suma objętości obciążenia treningowego w rocznym cyklu obrazowała duże zróżnicowanie między rekordzystą Polski a biegaczami amatorskimi. Bardzo interesujący wydaje się fakt, iż obciążenia treningowe zawodnika H.S. częściowo były podobne do zawodników wyczynowych i amatorskich, lecz wskazywały na inną strukturę. W rocznym cyklu treningowym w każdej z grup dominowała praca o charakterze tlenowym kolejno dla rekordzisty Polski - 89%, zawodników wyczynowych - 80% i biegaczy amatorskich - 83%. Środki treningowe o charakterze tlenowo-beztlenowym rzadko występowały w planach treningowych rekordzisty Polski i stanowiły zaledwie 1% rocznej objętości. W grupie zawodników wyczynowych trening o takiej intensywności był bardzo często uwzględniany w przygotowaniach do maratonu i wynosił aż 9% rocznej objętości. W przypadku biegaczy amatorskich przedział ten stanowiły 4% rocznej objętości. Środki treningowe o charakterze tlenowo-beztlenowym były często uwzględniane w rocznych cyklach wszystkich

maratończyków, a ich wartość oscylowała w granicy 10 % dla rekordzisty Polski oraz 11% dla zawodników wyczynowych i 13% dla biegaczy amatorskich.

Dokonując analizy zastosowanych obciążeń treningowych w rocznych cyklach treningowych należy odnieść się do publikacji innych autorów. Badania Gigliotti (1991) dotyczące treningu mistrza olimpijskiego Gelindo Bordini (2:08,19) wykazały, że 85% rocznej objętości treningowej stanowiła praca o charakterze tlenowym (poniżej 2 mmol/l), w 10 % o charakterze tlenowo-beztlenowym (w przedziale 2–4 mmol/l) i w 5% o charakterze beztlenowo-tlenowym (powyżej 4 mmol/l). Podobnych obserwacji dokonał Enoksen i wsp. (2011) analizując trening czołowych zawodników pochodzących z Norwegii. Jak się okazało trening norweskich biegaczy składał się w ok. 83.6% z obciążeń treningowych wykonywanych w strefie tlenowej, ok. 12.7% w strefie tlenowo- beztlenowej i ok. 2,5% w strefie beztlenowo- tlenowej. Rok później Stellingwerff (2012) opublikował pracę dotyczącą obciążeń treningowych trzech kanadyjskich maratończyków, których trening w 74% wykonywany był w warunkach równowagi tlenowej, w 11% tlenowo- beztlenowej i w 15% beztlenowo- tlenowej.

W niniejszym opracowaniu dokonano również zsumowania objętości obciążenia treningowego w bezpośrednim przygotowaniu startowym (BPS), które obrazowało duże zróżnicowanie pomiędzy rekordzistą Polski a zawodnikami wyczynowymi i biegaczami amatorskimi. Badania BPS-ów wykazały, iż praca o charakterze tlenowym stanowiła dominujący rodzaj treningu wszystkich maratończyków i wynosiła kolejno: 90% dla rekordzisty Polski, 77% dla zawodników wyczynowych i 84% dla biegaczy amatorskich. Środki treningowe o charakterze tlenowo-beztlenowym rzadko występowały w BPS-ie rekordzisty Polski i stanowiły 1% całości. Znacznie większą objętością wyżej wspomnianych obciążeń charakteryzowały się BPS-y biegaczy zawodników wyczynowych i amatorskich i wynosiły kolejno 12% i 7%. Wartości środków treningowych o charakterze beztlenowo-tlenowym w analizowanych BPS-ach były często uwzględniane w rocznych cyklach wszystkich maratończyków, a ich wartość oscylowała w granicy 9% dla rekordzisty Polski, 11% dla zawodników wyczynowych i 9% amatorskich.

Dokonując wnikliwej analizy obciążeń treningowych badanych maratończyków w pierwszej kolejności należy odnieść się do tygodniowej objętości pracy. Liczba kilometrów przebieganych w ciągu tego okresu wynosiła średnio: 144 km dla rekordzisty Polski, 131 km dla zawodników wyczynowych i 73 km dla biegaczy amatorskich. Badania Billat i wsp. (2001) przeprowadzone na czołowych portugalskich

i francuskich maratończykach wykazały, iż zawodnicy pokonywali średnio 206 km tygodniowo. W roku 2007 Karp dokonał analizy treningu najlepszych amerykańskich długodystansowców, których tygodniowa objętość treningowa była równa 156 km. Inne źródła naukowe wykazały, że najlepsi czarnoskórzy zawodnicy na świecie biegali średnio od 150 do 260 km tygodniowo (Tjelta i Enoksen 2010, Enoksen i wsp. 2011). Duże dysproporcje w tygodniowej objętości treningowej czołowych maratończyków głównie wynikają z różnic praktykowanych systemów treningowych. Zdaniem Ferreiry i Rolima (2006) elitarni maratończycy, którzy osiągnęli bardzo dobre rezultaty na arenie międzynarodowej opierali swój trening na dwóch modelach treningowych HVLI (high volume and low intensity training model) i LVHI (low volume and high intensity training model). Naukowcy twierdzą, że objętość treningowa w modelu HVLI oscylowała w granicy 200-260 km. Należy jednak podkreślić, że 80-85% tego treningu realizowano przy stosunkowo niskiej intensywności (60-75% VO_{2max}). W modelu LVHI tygodniowa objętość treningu wynosiła 150-200 km, lecz wysiłek ten charakteryzował się znacznie większą intensywnością (80-87% VO_{2max}). Oba te modele były z powodzeniem praktykowane przez wielu wyczynowych maratończyków. Badania Tjelta (2016) wykazały, że trenerzy elitarnych biegaczy długodystansowych posługiwali się umownymi określeniami obciążeń treningowych dzieląc je na: łatwe (easy), umiarkowane (moderate) i ciężkie (hard). Biegi ciągle o niskiej intensywności na poziomie 4,10 - 3,45 min/ km uważano jako „easy”, na poziomie 3,50 - 3,30 jako „moderate” i na poziomie 3,15 - 3,00 min/km jako „hard”. W planach treningowych elitarnych maratończyków zaobserwowano pewne interesujące zjawisko. Wszyscy maratończycy biorący udział w badaniu wykonywali bardzo podobny trening (Ferreire i Rolim 2006). Zawodnicy praktykujący system HVLI często biegali odcinki tempowe 15 x 1000 m (2,55 min/km) na przerwie równej 45 s. Maratończycy stosujący system LVHI wyżej wspomniane odcinki pokonywali w szybszym czasie przy mniejszej liczbie powtórzeń i dłuższej przerwie. Powyższe modele treningowe były również praktykowane wśród najlepszych afrykańskich biegaczy długodystansowych. Potwierdzeniem tego faktu są badania Billat i wsp. (2003) prowadzone na elitarnych kenijskich biegaczach.

Odnosząc się do zagadnienia skuteczności i specyficzności obciążenia treningowego elitarnych biegaczy warto odnieść się do badań Jones (2006), który analizował obciążenia treningowe byłej rekordzistki świata Polay Radclif (2,15:25). Maratonka z powodzeniem mieszała oba systemy treningowe. Jej tygodniowa objętość treningowa

oscylowała w granicy 120- 160 mil (193- 257 km). Należy jednak zaznaczyć, iż biegi ciągłe stanowiące dużą część jej treningu wykonywane były w tempie 3,40 - 3,29 min/km. Co więcej, jej tygodniowy plan treningowy uwzględniał dwa akcenty biegowe o bardzo dużej intensywności (95 - 100% VO₂max). Zdaniem autora publikacji sukces Polay Radclif tkwił w ekonomice biegu, która na przełomie lat 1992-2003 poprawiła się aż o 15%.

Trening rekordzisty Polski analizowany w niniejszej pracy opierał się przede wszystkim na rozwoju systemów energetycznych wykorzystujących procesy tlenowe, które stanowiły ponad 89% tygodniowej objętości treningowej. Należy jednak wspomnieć, iż były to głównie biegi ciągłe w pierwszym zakresie intensywności. Zawodnik H.S. w swoich przygotowaniach do maratonu bardzo rzadko wykonywał biegi ciągłe w drugim zakresie intensywności. Podobne zależności można zauważyć w przypadku środków treningowych o charakterze tlenowo-beztlenowym, które stanowiły nie całe 2% tygodniowej objętości treningowej. Obciążenia treningowe w strefie beztlenowo- tlenowej pełniły bardzo ważną rolę w przygotowaniach zawodnika H.S. i obejmowały ok. 9% tygodniowej objętości treningowej. Analiza dzienników treningowych wykazała brak znaczących różnic między strefami energetycznymi w przypadku rocznego cyklu treningowego, jak i bezpośredniego przygotowania do startu. Jediną różnicą jest niewielki wzrost środków o charakterze tlenowym (o 1,2%) i niewielki spadek beztlenowo-tlenowych (o 1,2%) na rzecz BPS. Powyższy rozkład obciążeń treningowych wydaje się być normą stosowaną na tle zawodników światowej czołówki. Jednak wnikliwa analiza pozwala dostrzec pewne podobieństwa z praktykowanym systemem treningowym Polay Radclif, o czym świadczą prędkości i składowe poszczególne obciążenia treningowych. Rekordzista Polski mieszał oba systemy treningowe HVLI i LVHI. Opierał swoje przygotowania do maratonu na spokojnych biegach ciągłych w pierwszym zakresie intensywności oraz na bardzo intensywnych akcentach w formie odcinków tempowych, które wykonywał maksymalnie 1-2 razy w tygodniu. Najłżejszy trening przypadał zawsze w poniedziałki i ograniczał się do spokojnego rozbiegania o bardzo niskiej intensywności (4 min/km). Najmocniejszy trening odbywał się w niedzielę i był to bieg ciągły 30-32 km (3,45-3,40 min/km), który zazwyczaj kończył się tempem o bardzo dużej intensywności (ostatnie 5-3 km średnio po 3,10-3,05 min/km). Często w przygotowaniach do maratonu rekordzisty Polski pojawiały się charakterystyczne treningi tempowe biegane z prędkością zbliżoną do rekordu życiowego w półmaratonie (3,00- 2,50 min/km)

w różnych konfiguracjach (12 x 1 km/ przerwa 400 m; 3 x 4 km/ przerwa 400 m). Jednak najczęściej stosowanym treningiem tempowym był bieg ciągły na odcinku 8-12 km wykonywany z bardzo dużą intensywnością (3,10- 2,55 min/km). Siła biegowa była równie ważną składową treningu maratończyka. Zazwyczaj przyjmowała formę długich podbiegów realizowanych metodą interwałową (12 x 400 m/ przerwa 200 m; 10 x 500 m/ przerwa 200 m). Najważniejszym etapem przygotować zawodnika H.S. był okres BPS. Liczba kilometrów przebiegnięta w tym czasie wynosiła średnio 144 km przy 10-12 jednostkach tygodniowo. Największą objętością treningu charakteryzował się 4 (171,5 km) i 5 tydzień BPS (170 km), natomiast najniższą ostatni tydzień przed zawodami (60,5 km).

W niniejszym opracowaniu postanowiono bliżej przyjrzeć się ostatnim 7 dniom poprzedzającym docelowy start w maratonie. Rekordzista Polski przez cały okres swojej kariery stosował z powodzeniem popularny system „ładowania węglowodanami” zwany superkompensacją glikogenową (Kasprzak 2013). Równy tydzień przed zawodami wykonywał długi bieg ciągły na dystansie 30 km, który zazwyczaj kończył mocnym akcentem tempowym. Po treningu zawodnik H.S. dążył do uszczuplenia zasobów glikogenu w mięśniach poprzez totalną eliminację węglowodanów w diecie. Kolejny dzień zazwyczaj był wolny od treningu. Mocna jednostka treningowa w formie WT przypadała tradycyjnie w piątym dniu przed startem (6 x 1 km/ przerwa-200 m). Dopiero czwartego dnia, po krótkim 5-6 km rozbieganiu, maratończyk rozpoczynał etap „ładowania węglowodanami”. W trzecim dniu zawodnik ponownie wykonywał luźny bieg ciągły kończąc go mocnym kilometrem w tempie maratońskim. Kolejne dni były przeznaczone już na odpoczynek przed startem.

Analizując obciążenia startowe rekordzisty Polski można dojść do interesujących konkluzji. Najbardziej produktywnym sezonem na tle uzyskanych rezultatów sportowych okazał się rok 2012. Właśnie w tym sezonie zawodnik H.S. pobił do dziś aktualny rekord Polski (2:07,19). W czasie trwania igrzysk olimpijskich w Londynie zajął 9 miejsce, co czyniło go najlepszym europejskim maratończykiem. Pod koniec roku w Japonii uzyskał równie imponujący rezultat sportowy (2:08,42), który jest drugim wynikiem w historii polskiego maratonu. Bez wątplenia rok 2012 wyróżniał się na tle pozostałych lat za sprawą największej objętości środka treningowego OBW₁ (4967 km), WT (403 km) i START (141,6 km). SPR również przebiegała jak na maratończyka na wysokim poziomie (126,5 min), chociaż nie była imponująca. Omawiając najlepsze uzyskane rezultaty sportowe należy zwrócić uwagę na falowość

zmian wyników. Kiedy zawodnik H.S. uzyskiwał bardzo dobre wyniki sportowe w danym sezonie, kolejny rok zazwyczaj okazywał się słabszy. Niestety z upływem lat rezultaty nieznacznie się pogarszały. W roku 2013 rekordzista Polski nie ukończył biegu w Warszawie, ponieważ doznał urazu mięśnia brzuchatego łydki. Pod koniec sezonu wystartował w Fukoce i uzyskał wynik 2:09,39. Rok 2014 był dla maratończyka bardzo udany. Orlen Warsaw Marathon ukończył z czasem 2:08,55. Nigdy wcześniej żaden Polak nie pobiegł tak szybko na ziemiach Polskich. Ponadto tradycyjnie pod koniec sezonu wystartował w Fukoce i ukończył bieg z bardzo dobrym rezultatem równym 2:10,02. Rok 2015 charakteryzował się najniższą objętością startów, wynikało to bowiem z lekkiego zmęczenia po bardzo intensywnym sezonie 2014, gdzie zawodnik H.S. wziął udział w 4 maratonach. Bardzo interesujący wydaje się fakt, że w niniejszych badaniach największe zmiany trendów treningowych były notowane w roku 2016. Z punktu widzenia praktyki sportu okres ten nie był najlepszym czasem w karierze maratończyka, ponieważ dwukrotnie nie ukończył maratonu w Otsu i Rio de Janerio. Najlepszy wynik w roku 2016 wynosił zaledwie 2:10,53- ponad 3 minuty wolniej od swojego rekordu życiowego. Zmiany trendu wynikały z jednej bardzo prostej przyczyny. Rekordzista Polski od roku 2012 aż do 2016 współpracował stale z jednym trenerem wywodzącym się z Rosji. Po mało owocnym sezonie i stagnacji wyników (2015) postanowił podjąć współpracę z polskim trenerem, który wprowadził nowe bodźce treningowe. Zwiększył objętość treningową biegów ciągłych w drugim i trzecim zakresie intensywności (OWB₂ i OWB₃). Bardzo często w swoich planach skuteczniał dużą zabawę biegową (DZB). Dokładne różnice między wdrażanymi systemami treningowymi zostały szczegółowo opisane w mojej publikacji (Szost i wsp. 2018). Niestety współpraca z nowym trenerem nie trwała długo i w połowie sezonu 2016 zawodnik H.S. powrócił do byłego szkoleniowca. Rok 2017 charakteryzował się lekką dynamizacją wyników sportowych. Maratończyk w omawianym sezonie wziął udział w dwóch półmaratonach w Ostii i Skarżysko-Kamiennej, co stanowiło dobre „przetarcie” przed maratonem we Fraknfurtie (2:10,09). Pod względem wyniku najsłabszym rokiem dla rekordzisty Polski okazał się sezon 2018, o czym świadczy znaczny spadek wyników (2:13,37 w Hannover i 2:18,09 na ME w Berlinie). Pod względem doboru obciążeń treningowych rok 2018 był zdecydowanie inny. Charakteryzował się dużym spadkiem środka treningowego OWB₁ (3916 km), OWB₂ (22 km) i WT (206). Odwrotna zależność natomiast występowała w przypadku OWB₃ (80 km) i SB (89,6 km), które wyróżniały się znaczącym wzrostem trendu. Takie

zmiany w systemie treningowym były spowodowane poszukiwaniem nowych bodźców treningowych. Zawodnik odczuwał, że jego forma z czasem ulega pogorszeniu. Wiązało się to bowiem z obniżeniem zdolności wysiłkowych w wyniku długoletniego treningu i naturalnych procesów starzenia, o czym wspominał w swojej publikacji Rembiasz i wsp. (2009). Powszechnie wiadomo, iż sprawność funkcji zaopatrzenia tlenowego z czasem stopniowo się zmniejsza (Szopa i Mleczko 2000). Wykonywanie identycznego, pod względem kosztu energetycznego, wysiłku stanowi większe obciążenie fizjologiczne organizmu niż miało to miejsce parę lat wcześniej. Postępujące pogorszenie koordynacji ruchów zwiększa wydatek energetyczny wysiłku w efekcie negatywnie wpływając na ekonomikę ruchu.

Zebrana dokumentacja na temat kariery sportowej rekordzisty Polski dowiodła, że oprócz wieku na osiągnięte wyniki mogła mieć wpływ temperatura i miejsce rozgrywania imprez biegowych. Z relacji maratończyka wynika, że w czasie zawodów w Ostii w marcu 2012 roku temperatura powietrza oscylowała w granicy 15°C, było bezwietrznie i momentami pojawiał się przelotny, lekki deszcz. Zawodnik H.S. w latach 2012-2018 aż 6 razy startował w maratonie w Japonii (najlepszy wynik - 2:07,39; najgorszy wynik - 2:10,53), gdzie panuje łagodny i umiarkowany klimat. Niewątpliwie dużą zaletą japońskich maratonów był prosty profil trasy, bez przewyższeń i mocnych zakrętów, który w perspektywie zawodów mógł przyczynić się do bardzo dobrych rezultatów sportowych. Nie należy jednak negować europejskich maratonów. Zawodnik H.S. w czasie maratonu w Warszawie uzyskał imponujący wynik 2:08,55. Wysoką formę prezentował również na zawodach we Fraknforcie (2:10,09). Wspólnym mianownikiem wyżej wspomnianych maratonów, zarówno w Azji i Europie, była temperatura w jakich odbywały się imprezy biegowe wynoszące poniżej 15°C. Zasygnalizowany problem był przedmiotem badań Montain i wsp. (2007) oraz Ely i wsp. (2008), którzy powiązali wzrost temperatury otoczenia ze spadkiem tempa biegu przez czołowych maratończyków. Badania wykazały, że chłodniejsza pogoda (5–10°C) wiązała się z lepszą zdolnością do utrzymania prędkości biegu w czasie zawodów w porównaniu z cieplejszymi warunkami atmosferycznymi (Marr i Ely 2010). Potwierdzeniem tego faktu są wybitne wyniki sportowe uzyskane przez rekordzistę Polski w czasie maratonów w Japonii, jak i nieudane wystąpienia kończące się zejściem z trasy. Do nienajlepszych zawodów należały Mistrzostwa Europy w Zurichu oraz start na igrzyskach olimpijskich w Rio de Janeiro. W obu przypadkach wysoka temperatura otoczenia (powyżej 25°C) przyczyniła się do nieukończenia maratonu.

Bez względu na uzyskany rezultat sportowy rekordzista Polski potrzebował długiego okresu rekonwalescencji po każdym przebiegniętym maratonie. Kiedy inni wyczynowi zawodnicy wracali do treningu nawet tydzień po zawodach, zawodnik H.S. przedłużał swój odpoczynek do miesiąca czasu. Czas ten pozostawiał na własne przemyślenia, oczyszczanie umysłu i swobodne marsze po górach. Po okresie krótkiego roztrenowania szybko jednak wracał do rutyny treningowej. Start w maratonie zazwyczaj poprzedzał dwoma obozami sportowymi: wdrażającym (na mniejszych przewyższeniach) i docelowym (w warunkach wysokogórskich). Obozy wdrażające zazwyczaj odbywały się w Jakuszycach (886 m n.p.m.) lub w Szklarskiej Porębie (440–886 m n.p.m.) i trwały od 2 do 4 tygodni. Obozy wysokogórskie najczęściej miały miejsce w Albuquerque (1619 m n.p.m.) lub w Sankt Moritz (1822 m n.p.m.) i trwały do 6 tygodni. Trening wykonywany w warunkach hipoksji przyczynia się do wywołania korzystnych zmian adaptacyjnych prowadzących do poprawy możliwości wysiłkowych poprzez: kapilaryzację włókien mięśniowych, poprawę zdolności buforowych tkanki mięśniowej, zwiększenie aktywności enzymów glikolitycznych oraz obniżenie kosztu energetycznego wysiłku (Dufour i wsp. 2006, Zoll i wsp. 2006, Czuba i wsp. 2011, Ambroży, Wieczorek i Mucha 2016). Nic zatem dziwnego, że każdy ważny start rekordzisty Polski poprzedzany był obozami odbywającymi się w warunkach górskich.

Przeprowadzona w niniejszej rozprawie dokładna analiza obciążeń treningowych i startowych rekordzisty Polski może stać się cennym źródłem informacji dla trenerów i zawodników uprawiających biegi maratońskie na różnym poziomie sportowym. Wszelkie spostrzeżenia wynikające z zebranego materiału mogą być przydatne w kierowaniu i tworzeniu nowych procesów treningowych dla dobrze rokujących maratończyków. Dla rozwoju wiedzy o treningu sportowym niezbędne jest bowiem gromadzenie i opracowywanie wszelkich informacji na temat obciążeń treningowych zawodników, którzy wykazali się ponadprzeciętnymi zdolnościami na miarę mistrza. Niewątpliwie zawodnik H.S. takim mistrzem był. Zapewne wynikało to z uwarunkowań genetycznych, twardej psychiki i precyzyjnie dobranego bodźca obciążeniowego. Formalnie rzecz ujmując trening rekordzisty Polski wyróżniał się na tle innych wyczynowych zawodników, który jako jedyny trenował z zagranicznym trenerem. Pozostali maratończycy praktykowali bardzo podobne systemy treningowe tendencyjnie powielane przez polskich szkoleniowców. Należy się zatem zastanowić, czy nie należałoby wprowadzić nowej jakości treningu inspirowanego obciążeniami treningowymi najlepszych zawodników na świecie. Niestety problem stosowanych

rozwiązań strukturalnych i czasowych nie do końca może być rozstrzygnięty. Nie ma pewności czy dany bodziec będzie dobrze oddziaływał na konkretnego sportowca, gdyż człowiek jako jednostka wciąż podlega procesowi zmian. Należy zatem poszukiwać nowych i racjonalnych dróg optymalizacji treningu, poszerzać swoją wiedzę popartą badaniami naukowymi i uczyć się od najlepszych jak zostać prawdziwym mistrzem.

6. Wnioski

1. Wyniki badań własnych wykazały, że wiele ważnych czynników sprzyja osiągnięciu wybitnych rezultatów w maratonie. Grupę zawodników o najwyższym poziomie sportowym wyróżniały, spośród pozostałych badanych, takie zmienne jak: przeważający w treningu udział komponentów tlenowych, niski wskaźnik BMI, staż zawodniczy oraz procentowa zawartość wody w organizmie. Ponadto należy podkreślić, że w oparciu o uzyskane wartości cech somatyczne można zbudować bardzo dobry model regresyjny wyjaśniający uzyskiwanie wysokiego rezultatu sportowego.
2. Różnice w rocznych makrocyklach treningowych pomiędzy rekordzistą Polski a zawodnikami wyczynowymi były szczególnie widoczne w przypadku środków treningowych OWB₂, WB₃, R i SPR. W odniesieniu do pozostałych grup zawodników, H.S. stosował w treningu minimalny zakres środków OWB₂ i WB₃ (odpowiednio 2% i 1%). Największa z kolei objętość środka treningowego OWB₁ występowała u maratończyka H.S. (87%), a najmniejsza u zawodników wyczynowych (67%). WT była dominującym środkiem treningowym w przypadku zawodnika H.S. (6 %), w przeciwieństwie do biegaczy amatorskich, u których obciążenia startowe (S) stanowiły aż 10 % rocznej objętości. Podobne, jak powyżej, zależności pomiędzy rekordzistą Polski a pozostałymi grupami biegaczy maratończyków stwierdzono w przypadku struktury i wielkości środków treningowych w bezpośrednim przygotowaniu startowym.
3. W rocznym cyklu treningowym u wszystkich maratończyków dominowała praca o charakterze tlenowym (rekordzista Polski - 90%; zawodnicy wyczynowi - 80% i biegacze amatorzy - 83%). Duże zróżnicowanie zauważono w obciążeniach treningowych w strefie tlenowo - beztlenowej (rekordzista Polski - 1%; zawodnicy wyczynowi - 9% i biegacze amatorzy - 4%). Zróżnicowanie wystąpiło również w przypadku środków treningowych o charakterze beztlenowo-tlenowym (rekordzista Polski - 10%; zawodnicy wyczynowi - 11% i biegacze amatorzy - 13%). Podobne zróżnicowanie wielkości składowych obciążeń treningowych maratończyków prezentujących różne poziomy sportowe stwierdzono w okresie bezpośredniego przygotowania startowego (odpowiednio środki, tlenowe 90%-77%-84%, tlenowo-beztlenowe – 1%-12%-7%, beztlenowo-tlenowe 9%-11%-9%).

4. Badania obciążeń treningowych w latach 2012-2018 rekordzisty Polski wykazały, że najlepszym sezonem w świetle uzyskanych rezultatów sportowych okazał się rok 2012. Przyjęta struktura oraz wielkość obciążeń treningowych zaowocowały uzyskaniem, do dziś aktualnego, rekordu Polski w biegu maratońskim (2:07,19 h) oraz dziewiątym miejscem podczas Igrzysk Olimpijskich w Londynie. Na tle pozostałych lat, rok 2012, wyróżniał się największą objętością środka treningowego OBW_1 (4967 km), WT (403 km) i 141,6 km startów w zawodach. Należy jednoznacznie stwierdzić, że w każdym sezonie, w przygotowaniach rekordzisty Polski do maratonu dominowała praca o charakterze tlenowym (86,6-90,3%), w dalszej kolejności beztlenowo-tlenowym (8,6-10,5%) a w najmniejszym tlenowo-beztlenowym (0,5-3,1%).
5. W przygotowaniach do maratonu rekordzisty Polski dominowała praca o charakterze tlenowym. Najwyższe wartości przyjmowała w roku 2017 (90%) a najniższe w 2018 (87%). Środki treningowe o charakterze tlenowo-beztlenowym stosunkowo rzadko były uwzględniane w planach treningowych zawodnika H.S. uzyskując maksimum w roku 2018 (3%) a minimum w latach 2012 i 2013 (1%). Strefa beztlenowo-tlenowa najwyższe wartości przyjmowała w roku 2012 (11%), a najniższe w 2017 (9%). Może to oznaczać, że przewaga obciążeń treningowych o charakterze tlenowym i beztlenowo-tlenowym przyczyniła się do osiągnięcia lepszych rezultatów sportowych.

6.1 Sugestie dla praktyki sportowej i dalszych badań

Za unikatowym charakterem pracy przemawia fakt, że pozyskano wartościową dokumentację zrealizowanego obciążenia treningowego i startowego rekordzisty Polski jak i czołowych zawodników kadry Polski w maratonie. Ponadto, u badanych zawodników, wykonano szereg pomiarów antropometrycznych a wszystkie wyniki odniesiono również do biegaczy amatorów.

Współcześnie uważa się, iż ta bardzo trudna konkurencja lekkoatletyczna wymaga specyficznych predyspozycji w zakresie budowy, jak i składu ciała. Natomiast znaczącym czynnikiem selekcji kwalifikującym zawodnika do określonej dziedziny sportu są właściwości somatyczne. Optymalne dostosowanie zawodników do wymagań stawianych przez określoną konkurencję jest wynikiem odpowiedniej budowy ciała oraz zastosowanych obciążeń treningowych, które wpływają modelująco na niektóre jej parametry.

Wyniki badań własnych mogą posłużyć trenerom oraz zawodnikom w maratonie jako wskazanie kierunku postępowania w selekcji i szkoleniu maratończyków na wysokim międzynarodowym poziomie sportowym. W świetle przeprowadzonych analiz badanych parametrów i uzyskanych wyników, należy jednoznacznie wskazać, że:

- w rocznym cyklu treningowym jak i w BPS u maratończyków, w celu podnoszenia poziomu wyników sportowych, warto wykorzystywać szeroką gamę środków treningowych, w których jednak powinna zdecydowanie dominować praca o charakterze tlenowym, w dalszej kolejności w strefie beztlenowo-tlenowej a najmniejszy powinien być udział środków treningowych to charakterze tlenowo-beztlenowym,
- długość stażu treningowego zawodników (ponad 10 lat) istotnie przekłada się na większe możliwości do uzyskiwania wysokich wyników sportowych,
- ważnym czynnikiem selekcyjnym w kierunku uzyskiwania wysokich wyników sportowych w maratonie jest niski poziom wskaźnika BMI, związanego z wysokością i masą ciała, co potwierdzają badania wybitnych kenijskich maratończyków. Niepodważalnym (odnośnie badań własnych) jest również fakt, że wskaźnik BMI znacząco różnicuje grupę zawodników wysokiego wyczynu i biegaczy amatorskich, w przeciwieństwie do pozostałych komponentów związanych z cechami budowy somatycznej,
- opierając się o wartości cech somatycznych zawodników można budować modele regresyjne wyjaśniające, które są powiązane z uzyskiwaniem wysokiego rezultatu sportowego przez maratończyków,
- analizy własnych dociekań wykazały również związek wyników sportowych z właściwym nawodnieniem organizmu zawodnika (procentową zawartością wody w organizmie). Uzyskane wyniki badań mogą sugerować zdolność wyczynowych maratończyków do utrzymywania wysokiego poziomu nawodnienia organizmu co koreluje również z długoletnim stażem treningowym. Niestety, obecnie brakuje na świecie badań jednoznacznie wyjaśniających zdolność kumulowania większej ilości wody w mięśniach najlepszych zawodników, jak i jej transformacji pod wpływem długoletniego procesu treningowego. Zatem może to być w przyszłości ciekawy aspekt badawczy w odniesieniu do biegaczy maratońskich.

Podsumowując zatem, przeprowadzona w niniejszej rozprawie dokładna analiza obciążeń treningowych i startowych rekordzisty Polski może być cennym źródłem informacji dla trenerów i zawodników uprawiających biegi maratońskie na różnym

poziomie sportowym. Wszelkie spostrzeżenia wynikające z zebranego materiału mogą być przydatne w kierowaniu i tworzeniu nowych, coraz ciekawszych struktur i obciążeń w procesie treningowym dla dobrze rokujących na przyszłość maratończyków.

7. Piśmiennictwo

- Ambroży T., Wieczorek T., Mucha D. 2016. Zasady właściwego i bezpiecznego prowadzenia treningu wysokogórskiego jako elementu kształtującego zdolności kondycyjne sportowców. *Kultura Bezpieczeństwa. Nauka – Praktyka – Refleksje* 24(24): 46-73.
- Asserraji M., Benameur I., Maoujoud O. i wsp. 2014. Late care in marathon runs leading to exertional heat stroke with multiple organ failure. *Asian J Sports Med* 5(2): 136-138.
- Baker L.B., Lang J.A., Kenney W.L. 2009. Change in body mass accurately and reliably predicts change in body water after endurance exercise. *Eur J Appl Physiol* 105(6): 959-6
- Beis L.Y., Wright-Whyte M., Fudge B., Noakes T., Pitsiladis Y.P., Drinking behaviors of elite male runners during marathon competition. *Clin J Sport Med* 22(3): 254–261.
- Bentley D.J. 2003. Comparison of W(peak), VO₂(peak) and the ventilation threshold from two different incremental exercise tests: relationship to endurance performance. *J Sci Med. Sport.* 6(4): 422–435.
- Billat V.L., Demarle A., Slawinski J. i wsp. 2001. Physical and training characteristics of top-class marathon runners. *Med Sci Sports Exerc* 33(12): 2089–2097
- Billat, V., Lepretre P.M., Heugas A.M., Laurence M.H., Salim D., Koralsztejn, J.P. 2003. Training and Bioenergetic Characteristics in Elite Male and Female Kenyan Runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 35(2): 297-304.
- Birch K., MacLaren D., George K. 2012. Fizjologia sportu. PWN Warszawa.
- Blecharz J. 2006. Psychologia we współczesnym sporcie – punkt wyjścia i możliwości rozwoju. *Przegląd Psychologiczny* 49(4): 445-462.
- Blecharz J., Pasternak-Basiaga J. 2019. Psychologia sportu w Polsce. *Polski Komitet Olimpijski*: 251-274.
- Bober T., Zawadzki J. 2001. Biomechanika układu ruchu człowieka. Katedra biomechaniki. AWF Wrocław.
- Bolanowski M., Zadrożna-Śliwka B., Zatońska K. 2005. Badanie składu ciała – metody i możliwości zastosowania w zaburzeniach hormonalnych. *Endokr., Otyłość i Zab. Przem. Mat.* 1(1): 20-25.
- Bompa T.O., Carrera M.C. 2005. Periodization Training for Sports. Science - based strength and conditioning plans for 20 sports. *Human Kinetics*. Champaign. USA.
- Bompa T.O., Haff G.G. 2010. Periodyzacja, teoria i metodyka treningu. Biblioteka Trenera. COS Warszawa.
- Boudreau A.L., Giorgi B. 2010. The experience of self-discovery and mental change in female novice athletes in connection to marathon running. *Journal of Phenomenological Psychology* 41(2): 234–267.

- Breen L., Philp A., Witard O.C., Jackman S.R., Selby A., Smith K., Baar K., Tipton K.D. 2011. The influence of carbohydrate-protein co-ingestion following endurance exercise on myofibrillar and mitochondrial protein synthesis. *J Physiol.* 589(16): 4011-4025.
- Brzozowska A., Gawęcki J. 2015. Woda w żywieniu i jej źródła. *Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Poznań.*
- Burke L. Hawley J., Wong S., Jeukendrup A. 2011. Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences* 29 (1): 17-27.
- Cabrić M., Sokołowska E., Krakowiak H. i wsp. 2005. Budowa somatyczna i skład ciała gimnazjalistów klas sportowych i ich nietreningujących rówieśników. *Medycyna Sportowa* 21(2): 123-127.
- Callow M., Morton A., Guppy M. 1989. Marathon fatigue: the role of plasma fatty acids, muscle glycogen and blood glucose. *Eur. J Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 55(6): 654-661.
- Carr G. 2004. Sport Mechanics for Coaches. Second Edition. *Human Kinetics. Champaign. USA.*
- Celichowski J., Krutki P. 2020. Plastyczność układu nerwowo-mięśniowego - adaptacja do zmienionego poziomu aktywności ruchowej. *Kosmos* 69(4): 607-621.
- Cempla J., Mleczo E. 1989: Badania zależności między objętością, strukturą i dynamiką obciążeń treningowych biegaczy, a rozwojem sportowym i reakcjami fizjologicznymi na wysiłek fizyczny o różnej mocy. *Wydawnictwo AWF Kraków.*
- Cheah B. 2012. Is the Marathon likely to kill you? Fraught with danger or fraught with fear? *The Royal Statistical Societ.* 9: 24-26.
- Chevront S.N., Montain S.J., Sawka M.N. 2007. Fluid replacement and performance during the marathon. *Sports Med.* 37(4-5): 353-357.
- Chevront S.N., Montain S.J. 2017. Myths and methodologies: Making sense of exercise mass and water balance. *Exp Physiol* 102 (9): 1047-1053
- Chodinow W. 2015. Zależność wyników sportowych i długości skutecznej kariery od czasu rozpoczęcia specjalistycznych treningów i dynamiki wzrostu obciążenia treningowego. *Wychowanie fizyczne, sport i zdrowie człowieka* 8: 9-18.
- Chrostowski K. 1998. Odległe skutki stosowania środków dopingowych. *Sport Wyczynowy* 11-12: 64-69.
- Chwała W., Mirek W., Klimek A. 2019. Schematy obciążania stóp, kinematyka pracy kończyn dolnych i miednicy podczas biegania w różnych typach obuwia sportowego. *Symposium Biomechaniki Sportu i Rehabilitacji Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie:* 17-19.
- Cięszczyk P., Maciejewska A., Sawczuk M. 2009. Zmienność genetyczna jako jeden z podstawowych parametrów determinujących poziom sprawności fizycznej człowieka. *Zeszyty naukowe. Uniwersytet Szczeciński* 26: 101-109.
- Cooper K. 1968. *Aerobics. Bantam.*
- Cooper K. 2018. The History of Aerobics (50 Years and Still Counting). *Research Quarterly for Exercise and Sport* 89(2): 129-134.

- Czerwiński J., Sozański H. 2009. Współczesny sport olimpijski. *AWFiS Gdańsk*: 133-156.
- Czuba M. 2013. Wpływ hipoksji hipo- i normo-barycznej na wydolność aerobową oraz możliwości wysiłkowe zawodników dyscyplin wytrzymałościowych w normoksji. *AWFiS Katowice*: 175-196.
- Czuba M., Langfort J. 2020. Hipoksja - wykorzystanie w treningu i terapii. *Kosmos* 69(4): 785–792.
- Delaar R.S. 1986. The practical biomechanics of running, *J. Sports Med.* 14(6): 497–500.
- Drozdowski Z. 1998. Antropometria w wychowaniu fizycznym. *AWF Poznań*.
- Drozdowski Z. 1998. Antropometria w wychowaniu fizycznym. *AWF Poznań*.
- Dufour, S.P., Ponsot, E., Zoll, J., Doutreleau, S., Lonsdorfer-Wolf, E., Geny, B., Lampert, E., Flück, M., Hoppeler, H., Billat, V., Mettauer, B., Richard, R., Lonsdorfer, J. 2006. Exercise training in normobaric hypoxia in endurance runners. I. Improvement in aerobic performance capacity. *Journal of Applied Physiology* 100(4): 1238-1248.
- Durkalec-Michalski K., Nowaczyk P.M., Podgórski T. i wsp. 2019. Relationship between body composition and the level of aerobic and anaerobic capacity in highly trained male rowers. *J Sports Med Phys Fitness* 59(9): 1526-1535.
- Dzięgiel A., Lubowiecki-Vikuk A. 2013. Imprezy biegowe jako specyficzny rodzaj wydarzeń sportowych. *Zeszyty Naukowe Turystyki i Rekreacji* 12(2): 119-135.
- Ekblom B., Berglund B. 1991. Effect of erythropoietin administration on maximal aerobic power. *Scand J Med. Sci. Sports* 1(2): 88–93.
- Eksterowicz J., Napierała M., Żukow W. 2014. Body of selected Kenyan marathoners. *Journal of Health Sciences* 4(11): 212-221.
- Eksterowicz J., Napierała M., Żukow W. 2016. How the Kenyan runner's body structure affects sports results. *Human Movement* 17(1): 8-14.
- Ely M.R., Martin D.E., Chevront S.N., Montain S.J. 2008. Effect of ambient temperature on marathon pacing is dependent on runner ability. *Med Sci Sports Exerc* 40(9): 1675-1680.
- Enoksen E., Tjelta A.R., Tjelta L.I. 2011. Distribution of Training Volume and Intensity of Elite Male and Female Track and Marathon Runners. *International Journal of Sports Science and Coaching* 6(2): 273-294.
- Enoksen E., Tjelta A.R., Tjelta L.I. 2011. Distribution of training volume and intensity of elite male and female track and marathon runners. *Int J Sports Sci Coach* 6(2): 273–294.
- Ernst K. 2021. Fizyka sportu. *Wydawnictwo Naukowe PWN*. Warszawa
- Escamilla-Martínez E., Martínez-Nova A., Gómez-Martín B., Sánchez-Rodríguez R., Fernández-Seguín M. 2013. The Effect of Moderate Running on Foot Posture Index and Plantar Pressure Distribution in Male Recreational Runners. *J Am Podiatr Med Assoc* 103(2): 121-125.

- Ferreira R.L., Rolim R. 2006. The evolution of marathon training: A comparative analysis of elite runners' training programmes. *New Stud Athletics* 21(29–37):108–111.
- Firek W. 2016. Filozofia olimpiizmu Pierre'a de Coubertina. *Wydawnictwo FALL*.
- Fudge B.W., Easton C., Kingsmore D., i wsp. 2008. Elite Kenyan endurance runners are hydrated day-to-day with ad libitum fluid intake. *Med Sci Sports Exerc* 40(6): 1171-1179.
- Gallant J.L., Pierrynowski M.R. 2014. A theoretical perspective on running-related injuries. *J Am Podiatr Med Assoc* 102(2): 211-220.
- Giacobbi, P.R.Jr., Weinberg R.S. 2000. An examination of coping in sport: Individual trait anxiety differences and situational consistency. *The Sport Psychologist* 14(1): 42-62.
- Gigliotti L. 1991. Effektivitätskontrolle des Marathontrainings am Biespiel Gelindo Bordin. XVI Kon-gres des Europäischen Leichtatletik – Lehrer – Verbandes. *Leichtatletik* 13: 8-1.
- Goodsell T.L., Harris B.D., Bailey B.W. 2013. Family status and motivations to run: A qualitative study of marathon runners. *Leisure Sciences* 35(4): 337–352.
- Górski J. 2006. Fizjologiczne podstawy wysiłku fizycznego. *PZWL Wydawnictwo Lekarskie*.
- Górski J. 2015. Fizjologia wysiłku i treningu fizycznego. *Wydawnictwo Lekarskie PZWL*. Warszawa.
- Grimshaw P., Lees A., Fosler N., Burden A. 2010. Biomechanika sportu. Krótkie wykłady. *Wydawnictwo Naukowe PWN*.
- Guszkowska M., Maziarczyk T. 2015. Correlates of body image in Polish weight trainers. *Hum Mov* 16(2): 88–94.
- Hohmann E, Reaburn P, Tetsworth K, Imhoff A. 2016. Plantar Pressures during Long Distance Running: An Investigation of 10 Marathon Runners. *J Sports Sci Med* 15(2): 254-262.
- Holloszy J.O, Rennie M.J, Hickson R.C, Conlee R.K, Hagberg J.M. 1977. Physiological consequences of the biochemical adaptations to endurance exercise. *Ann N Y Acad. Sci.* 301: 440–450.
- Holloszy J.O., Coyle E.F. 1984. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *VJ. Appl. Physiol.* 56: 831–838.
- Jancz J., Łuczkiwicz H. 2012. Recepcja idei olimpiizmu w XX wieku. *UAM Poznań*.
- Jankowski M. 2017. Kinematyczna analiza ruchu. [W:] Kusy K., Zieliński J. /red./ 2017. Diagnostyka w sporcie. *Podręcznik nowoczesnego trenera*. AWF w Poznaniu.
- Jarosz M., Bułhak-Jachymczyk B. 2008. Normy żywienia człowieka. *Wydawnictwo Lekarskie PZWL*.
- Jeffery K.A., Butryn T.M. 2012. The motivations of runners in a cause-based marathon-training program. *Journal of Sport Behavior* 35(3): 300–319.

- Jéquier E., Constant F. 2010. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr* 64(2): 115-23.
- Jeukendrup, A. 2004. Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition* 20(7-8): 669-677.
- Jones A. M. 2006. The Physiology of the World Record Holder for the Women's Marathon. *International Journal of Sports Science & Coaching* 1(2): 101-116.
- Kaliszewski P., Pokrywka A., Kwiatkowska D., Szyguła Z., Pachecka J. 2012. Wykrywanie dopingu erytropoetyną i jej analogami. *Farm Pol* 68(3): 171-178.
- Kaluski M., Chmiel J., Fijałowska A. 2018. Wykorzystanie analiz sieciowych przy projektowaniu objazdów imprez masowych na przykładzie biegu Orlen Warsaw Marathon. *Roczniki Geomatyki* 4(83): 347-359.
- Kamińska J., Podgórski T., Pawlak M. 2015. Variability of selected hematological and biochemical markers in marathon runners. *Sport Sciences* 3(22): 125-132.
- Karp J.R. 2007. How they train. *Running Times* 351: 32-33.
- Kasprzak Z., Pilaczyńska-Szcześniak Ł., Czubaszewski Ł. 2013. Strategie żywieniowe w wysiłkach wytrzymałościowych. *AWFiS Poznań* 34(1): 104- 110.
- King R.F., Cooke C., Carroll S., O'Hara J. 2008. Estimating changes in hydration status from changes in body mass: considerations regarding metabolic water and glycogen storage. *J Sports Sci.* 26(12):1361-1363.
- Knechtle B., Duff B., Welzel U. i wsp. 2009. Body mass and circumference of upper arm are associated with race performance in ultraendurance runners in a multistage race – the Isarrun 2006. *Res Q Exerc Sport* 80(2): 262– 268.
- Knechtle B., Kohler G. 2007. Running 338 kilometres within five days has no effect on body mass and body fat but reduces skeletal muscle mass – the Isarrun 2006. *J Sports Sci Med* 6(4): 401-407.
- Kong P.W., Heer H. 2008. Anthropometric, gait and strength characteristics of Kenyan distance runners. *J Sports Sci Med* 7(4): 499-504.
- Kostrzewa L., Misiołek E., Skarbowska A. 2014. Turystyka biegowa w Polsce według opinii uczestników biegów masowych. *Rozprawy Naukowe Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu* 45: 222-231.
- Kowalik K., Bartoszewski J. 2020. Zasada Fair Play jako sprzeciw wobec powszechnej instytucjonalizacji sportu. *AWF Warszawa*: 99-113.
- Krajewski M. 2011. Sztuka jako sport. *Wydawnictwo Naukowe Wydziału Nauk Społecznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*: 35- 49.
- Kusy K., Zieliński J. /red./ 2017. Diagnostyka w sporcie. *Podręcznik nowoczesnego trenera*. AWF w Poznaniu.
- Kyle U.G., Bosaeus I., De Lorenzo A.D., Deurenberg P., Elia M., Gómez J.M. 2004. Bioelectrical impedance analysis - Part I: Review of principles and methods. *Clinical Nutrition*: 23(5): 1226-1243.
- Larse H., Sheel A., 2015. The Kenyan runners. *Scand J Med Sci Sports* 25 (4): 110-118.

- Lazarus, R. S. 2000. How emotions influence performance in competitive sports. *The Sport Psychologist* 14(3): 229-252.
- Lewitt A, Mądro E, Krupienicz A. 2007. Podstawy teoretyczne i zastosowania analizy impedancji bioelektrycznej (BIA). *Endokr, Otyłość i Zab. Przem. Mat.* 3(4): 79-84.
- Lipoński W. 2001. Encyklopedia sportów świata. Oficyna Wydawnicza Atena. Poznań.
- Lipoński W. 2012. Historia sportu. Na tle rozwoju kultury fizycznej. *Wydawnictwo Naukowe PWN*. Warszawa.
- Lipoński W., Sawala K. 2008. Encyklopedia sportów świata. Biblioteka Gazety Wyborczej. *Oficyna Wydawnicza Atena*. Poznań: 1-16.
- Lippi G., Mattiuzzi C. 2017. Doping and anti-doping testing in sports: are we only pointing at the bright side of the moon? *J Lab Precis Med* 2(8): 1-3.
- Little T., Williams A.G. 2005. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond. Res.* 19(1): 76-8.
- Łasiński G. 1988. Prakseologiczno-systemowe podstawy badania i usprawniania treningu sportowego. *Studia i Monografie AWF we Wrocławiu*: 19-20.
- Łaska-Mierzejewska T. 1997. Antropologia w sporcie i wychowaniu fizycznym. *Centralny Ośrodek Sportu. Biblioteka Trenera*. Warszawa.
- Łaska-Mierzejewska T. 1997. Antropologia w sporcie i wychowaniu fizycznym. *Centralny Ośrodek Sportu. Biblioteka Trenera*. Warszawa.
- Łuczyńska A. 2011. Psychologia sportu i aktywności fizycznej. Zagadnienia kliniczne. *Wydawnictwo Naukowe PWN*. Warszawa.
- Maciantowicz J., Kiryk W., Kowalski P. 1999. Analiza i projektowanie procesu treningowego biegu maratońskim kobiet i mężczyzn. *AWF Kraków*. Kraków.
- Macovei S., Marcu D., Dintica G. 2018. Marathon, between history and tradition. *Science, Movement and Health* 18: 319 – 324.
- Marc A., Sedeaud A., Guillaume M., Rizk M., Schipman J. et al. 2014. Marathon progress: demography, morphology and environment. *J Sports Sci* 32(6):524-532.
- Marino F.E., Lambert M.I., Noakes T.D. 2004. Superior performance of African runners in warm humid but not in cool environmental conditions. *J Appl. Physiol.* 96(1):124–130.
- Markovic G., Jaric S. 2004. Movement performance and body size: the relationship for different groups of tests. *Eur. J Appl. Physiol.* 92(1–2): 139–149.
- Marr L.C., Ely M.R. 2010. Effect of air pollution on marathon running performance. *Med Sci Sports Exerc* 42(3): 585-591.
- Martens R. 2009. Jak stać się skutecznym trenerem. *COS Warszawa*.
- Martin, D. E, Gynn, R. 2000. The Olympic Marathon. *Human Kinetics*: 2-13.
- Matwiejew L.P. 1999. Osnowy obszczej teorii sporta i systemy podgotowki sportsmienow. *Olimpijskaja literatura*.
- Maughan R., Gleeson M. 2010. The Biochemical Basis of Sports Performance. *Oxford University Press*.

- Maughan R.J., Shirreffs S.M. 2010. Dehydration and rehydration in competitive sport. *Scand J Med Sci Sports* 20 (3): 40-47.
- Mettler, S., Mitchell, N., Tipton, K. D. 2010. Increased protein intake reduces lean body mass loss during weight loss in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 42(2): 326–337
- Miller D. 2008. Historia igrzysk olimpijskich i MKOL. Od Aten do Pekinu 1896-2008. *Dom Wydawniczy Rebis*.
- Miller D. 2008. Historia igrzysk olimpijskich i MKOL. Od Aten do Pekinu 1896-2008. *Dom Wydawniczy Rebis*. Poznań.
- Milroy A. 1981. The long distance record book. *Road Runners Club*.
- Mirek W., Mleczko E. 2010. Długookresowe tendencje przemian realizacji obciążeń treningowych w makrocyklu rocznym polskich biegaczy na średnich i długich dystansach w kategorii Juniora. *Antropomotoryka* 50: 91-104.
- Mleczko E. 2007. Lekkoatletyka. *AWF Kraków*.
- Mleczko E., Januszewski J., Błyszczuk R. 2006. Struktura obciążenia treningowego a poziom rozwoju funkcjonalnego i motorycznego młodych piłkarzy w trzyletnim cyklu szkolenia. *Antropomotoryka* 16(33): 65-72.
- Montain S.J., Ely M.R., Cheuvront S.N. 2007. Marathon performance in thermally stressing conditions. *Sport Med* 37(4-5): 320-323.
- Mughan R, Burke L. 2000. Nutrition for sport performance. Żywnienie a zdolność do wysiłku. *Medicina Sportiva*. Kraków.
- Musiał K., Lipert A. 2017. Analiza składu ciała dorosłych osób amatorsko trenujących biegi długodystansowe. *Medycyna Sportowa* 2(4): 139-146.
- Naglak Z. 1999. Metodyka trenowania sportowca. *AWF Wrocław*.
- Nigg B.M., Wakeling J.M. 2001. Impact forces and muscle tuning: a new paradigm. *Exerc Sport Sci Rev*. 29(1): 37-41.
- Noakes T. 2007. Hydration in the marathon: using thirst to gauge safe fluid replacement. *Sports Med*. 37(4-5): 463-466.
- Noakes T.D., 2012. Waterlogged: The serious problem of overhydration in endurance sports. *Human Kinetics, Champaign*.
- Nowak P. 2010. Sport rekreacyjny na pograniczu wartości prozdrowotnych. Zdrowie-Kultura- Zdrowotna Edukacja. *AWFiS Gdańsk* 6: 129-134.
- Nowicki, D. 1991. Trening umysłowy. [W:] T. Tyszka (red.). Psychologia i sport. *Wydawnictwo AWF Warszawa*: 153-182.
- O'Connor H., Olds T., Maughan R. J. 2007. Physique and performance for track and field events. *J Sports Sci* 25(1): 49–60.
- Ozimek M. 2007. Determinanty wieloletniego przygotowania zawodników wysokiej klasy w wybranych dyscyplinach sportu. *Studia i Monografie nr 45*. AWF Kraków.
- Ozimek M. Ambroży T. 2016. Periodyzacja przygotowania sportowców: rozwiązania programowe na przykładzie lekkoatletycznego sprintu. *WSBPI Apeiron*: 125-162.

- Pac-Pomarnacki A. 2006. Zasada okresowości- fundament struktury cyklu treningowego. *Sport Wyczynowy* 7-8: 9-21.
- Parzonko A., Szuba M. 2017. Uczestnictwo w imprezach biegowych jako forma rekreacji ruchowej. *Turystyka i Rozwój Regionalny* 7: 61–70.
- Pawełczyk T., Jastrzębski K., Pawełczyk A. i wsp. 2011. Udar cieplny zilustrowany przypadkiem 39-letniego mężczyzny – uczestnika biegu maratońskiego. *Aktualności neurologiczne* 11(4): 274-279.
- Permoda-Białozorczyk A., Wiecheć M., Olszewska-Karaban M., Dąbrowska A., Ridan T., Permoda A. 2016. Delos Postural Proprioceptive System- nowy wymiar oceny i treningu propriocepcji. *Praktyczna Ortopedia i Traumatologia* 2: 4-9.
- Phillips S., Moore D., Tang J. 2007. A critical examination of dietary protein requirements, benefits, and excesses in athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 17: 58-76.
- Piacentini M.F., De Ioannon G., Comotto S., Spedicato A., Vernillo G., La Torre A. 2013. Concurrent strength and endurance training effects on running economy in master endurance runners. *J Strength Cond Res* 27(8): 2295-2303.
- Pietraszewska J. 2002. Budowa somatyczna i skład tkankowy młodych sportowców. Ontogeneza i promocja zdrowia w aspekcie medycznym, antropologicznym i wychowania fizycznego. *Zielona Góra*: 353-358
- Pink M.M. 2010. Running [W:] Perry J (red.). Gait analysis normal and pathological function. *J Sports Sci Med* 9(2): 353.
- Pitsiladis Y.P., Onywera V.P., Geogiades E., O'Connell W., Boit M.K. 2004. The dominance of Kenyans in distance running. *Equine. Compar. Exerc. Physiol.* 1(4): 285–291.
- Płatonow W.N. 2004. Systema podgotowki sportsmienow w olimpijskom sportie. Obszczaja teoria i jeje prakticzeskije priłożenia. *Olimpijskaja Literatura*.
- Popinigis J. 1997. O powinnościach biochemii w stosunku do lekkiej atletyki; w Mroczyński Z (red.): Lekkoatletyka. Biegi. *AWFiS Gdańsk*: 127–150.
- Popinigis J. 2002. O tlenie, mitochondriach i adaptacji do wysiłku wytrzymałościowego, czyli od Holloszy'ego 1967 do Holloszy'ego 2002. *Sport Wyczynowy* 9-10: 7-21.
- Porada Z., 1980. Starożytne i nowożytne igrzyska olimpijskie. *Krajowa Agencja Wydawnicza. Kraków*.
- Prus G., Raczek J. 1993. W poszukiwaniu przesłanek do optymalizacji obciążeń treningowych w biegach lekkoatletycznych. *AWF Katowice*.
- Ratkowski W. 2006. Obciążenia treningowe w przygotowaniu do biegu maratońskiego na różnym poziomie wytrenowania. *AWF Gdańsk*.
- Ratkowski W., Aschenbrenner P., Erdmann W.S. 2003. Technique of pace during the ultramarathon *Medycyna Sportowa* 5(142): 191-195.
- Ratkowski W., Mroczyński Z. 1999. Bezpośrednie przygotowanie startowe – 8 tygodni – w strukturze czasowej rocznego cyklu treningowego. *Trening* 2-3, s. 164–171.

- Regulska-Iłow B., Kosendiak A., Konikowska K., et al. 2014. Athletes' body contents analysis before and after marathon by bioelectrical impedance. *Polish J Sport Med* 2: 93-102.
- Robinson R., Patterson I., Axelsen M. 2013 The Loneliness of the Long-Distance Runner. *No More Marathons and Social Worlds Journal of Leisure Research* 46(4): 375-394.
- Sachnowski K., Iskra J., Ozimek M., Skóra M. 2005. Współczesne aspekty formowania i utrzymania mistrzostwa sportowego. *Zeszyty Metodyczno-Naukowe. AWF Katowice* 19: 21-33.
- Saragiotto B.T., Di Pierro C., Lopes A.D. 2014. Risk factors and injury prevention in elite athletes: a descriptive study of the opinions of physical therapists, doctors and trainers. *Braz J Phys Ther* 18(2): 137-143.
- Scheerder J., Breedveld K., Borgers J. 2015. Who Is Doing a Run with the Running Boom? The Growth and Governance of One of Europe's Most Popular Sport Activities, [w:] J. Scheerder, K. Breedveld (eds.), *Running across Europe. The Rise and Size of one of the Largest Sport Markets. Palgrave Macmillan. London.*
- Schüler J., Brunner S. 2009. The rewarding effect of flow experience on performance in a marathon race. *Psychology of Sport and Exercise* 10: 168–174.
- Sedeaud A, Marc A, Marck A, Dor F, Schipman J, Dorsey M, Haida A, Berthelot G, Toussaint JF. 2014. BMI, a performance parameter for speed improvement. *PLoS One* 9(2): 1-7.
- Shipway, R., & Jones, I. 2007. Running away from home: Understanding visitor experiences and behavior at sport tourism events. *International Journal of Tourism Research* 9: 373-383.
- Shirreffs S.M., Sawka M.N. 2011. Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery. *J Sports Sci* 29 (1): 39-46.
- Siewierski M., Adamczyk J., Grzechnik-Siewierska M. 2011. Dobór i selekcja w polskich klubach. Etapy szkolenia a rodzaje selekcji. *Sport Wyczynowy* 2(358): 33-42.
- Skalik R., Borodulin-Nadzieja L., Woźniak W. i wsp. 2009. Znaczenie termoregulacji dla wydolności fizycznej człowieka – czy zaburzenia regulacji temperatury wewnętrznej i jej percepcji przez korę mózgową mogą mieć wpływ na przebieg przewlekłej niewydolności serca? *Kardiologia Polska* 67(7): 449–454
- Skarżyński J. 2004. Bieg maratoński. *Mega Sport.*
- Skarżyński J. 2010. Biegiem przez życie. *Mega Sport.*
- Sleamaker R. 1993. Serious training for serious athletes. *Human Kinetics.*
- Sozański H, Zaporozhanow W. 1993. Kierowanie jako czynnik optymalizacji treningu. *RCMSzKFiS. Warszawa.*
- Sozański H. 2002. Strategia optymalizacji systemu przygotowań olimpijskich. W: *Trening sportowy na przełomie wieków. Współczesny sport olimpijski i sport dla wszystkich. AWF Warszawa: 9-16.*

- Sozański H., Adamczyk J., Siewierski M. 2012. Etapizacja procesu szkolenia sportowego - teoria i rzeczywistość, [w:] Strzelczyk R., Karpowicz K. (red.), Etapizacja procesu szkolenia sportowego Teoria i rzeczywistość. *AWF Poznań*.
- Sozański H., Czerwiński J., Sadowski J. 2013. Podstawy teorii i technologii treningu sportowego. *AWF Warszawa*: 163-180.
- Sozański H., Sadowski J., Czerwiński J. 2015. Podstawy teorii i technologii treningu sportowego. *AWF Warszawa*.
- Sozański H., Sadowski J., Czerwiński J. 2015. Podstawy teorii i technologii treningu sportowego. *AWF Józefa Piłsudskiego w Warszawie Filia w Białej Podlaskiej*. Warszawa, Biała Podlaska.
- Sozański H., Siewierski M., Adamczyk J. 2010. Indywidualizacja treningu, specyfika treningu indywidualnego. *Rocznik Naukowy, AWF i S Gdańsk* 20: 5-23.
- Sozański H., Śledziwski D. 2000. Obciążenia treningowe, Dokumentowanie i opracowywanie danych. *COS Warszawa*.
- Sozański, H., Zaporożanow W. 1993. Kierowanie jako czynnik optymalizacji treningu. Biblioteka Trenera. *RCMSzKF i S*.
- Stachenfeld N.S. 2014. The interrelationship of research in the laboratory and the field to assess hydration status and determine mechanisms involved in water regulation during physical activity. *Sport Med* 44(1): 97-104.
- Stellingwerff T., Maughan R.J., Burke L.M. 2011. Nutrition for power sports: middle – distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming. *J Sports Sci* 29(1): 79-89.
- Stellingwerff, T. 2012. Studium przypadku: Okresowanie odżywiania i treningu u trzech elitarnych biegaczy maratońskich. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 22 (5): 392-400.
- Stempień J.R. 2015. Polska moda na bieganie w świetle analizy kohort. Perspektywa socjologiczna, [w:] M. Zowisło, J. Kosiewicz (red.), Sport i turystyka w zwierciadle wartości społecznych. *AWF Kraków*.
- Stempień J.R. 2018. Moda na bieganie – doświadczenia Polski i innych krajów analiza porównawcza. *Folia Sociologica* 65: 89- 107.
- Støren, Øy., Helgerud, J., Støa, E. M., Hoff, J. 2008. Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 40(6): 1087–1092.
- Szopa J, Mleczko E, Żak S. 1996. Podstawy antropomotoryki. *PWN*.
- Szopa J, Mleczko E, Żak S. 2000. Podstawy antropomotoryki. *PWN, Warszawa, Kraków*.
- Szost S., Ozimek M., Mirek W., Ciepielowska J. 2018. Obciążenia treningowe w bezpośrednim przygotowaniu startowym do maratonu na przykładzie rekordzisty Polski. *Antropomotoryka. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences* 83(28): 29-36
- Szygła Z. 1999. Doping krwią. *Sport Wyczynowy* 5-6: 49-56.

- Tanda G., Knechtle B. 2013. Marathon performance in relation to body fat percentage and training indices in recreational male runners. *Open Access J Sports Med.* 28(4): 141-149
- Temfemo A., Laparadis C., Bishop D., Merzouk A., Ahmaidi S. 2007. Are there differences in performance, metabolism, and quadriceps muscle activity in black African and Caucasian athletes during brief intermittent and intense exercise? *J Physiol. Sci.* 57(4): 203-210.
- Thompson W.R., Gordon N.F., Pescatello L.S. 2010. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. *American College of Sports Medicine.*
- Tjelta, L.I., Enoksen, E. 2010. Training Characteristics of Male Junior Cross Country and Track Runners on European Top Level. *International Journal of Sports Science and Coaching* 5(2): 193-203.
- Ulatowski T. 1996. Praktyka sportu. *PTNKF.*
- Vernillo G, Schena F, Berardelli C i wsp. 2013. Anthropometric characteristics of top-class Kenyan marathon runners. *J Sports Med Phys Fitness* 53(4):403-408.
- Vitale K., Getzin A. 2019. Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: Review and Recommendations. *Nutrients* 11(6): 1-20.
- Waniowski P., Waniowski T. 2020. Marketingowe aspekty organizacji biegów masowych w Polsce – poszukiwanie nowych możliwości. *E-Wydawnictwo: 273-294.*
- Ważny Z. 1989. Mały leksykon treningu sportowego. *AWF Katowice.*
- Ważny Z. 2000. Rozważania nad trafnością oceny wpływu obciążeń treningowych na osiągnięcia sportowe [w:] *Efektywność systemów szkolenia w różnych dyscyplinach sportu*, H. Sozański (red.). *AWF Warszawa.*
- Ważny Z. 2004. Rozważania na temat metodyki treningu sportowego. *Sport Wyczynowy: 7-8: 475-476.*
- Weston A.R., Mbambo Z., Myburgh K.H. 2000. Running economy of African and Caucasian distance runners. *Med Sci Sports Exerc* 32(6): 1130–1134.
- Wójcik B., Górski J. 2018. Wpływ wysiłku na metabolizm białka w mięśniach szkieletowych. *Medycyna Sportowa* 34(2): 65-74.
- Wroński Z., Noszczyk M., Hadamus A., Białoszewski D. 2018. Wpływ ćwiczeń proprioceptywnych na zamianę obciążeń podczas biegu. *Medycyna Sportowa* 2(4): 81-87.
- Wryk R. 2006. Sport olimpijski w Polsce 1919-1939. *Wydawnictwo Poznańskie.*
- Yamamoto L.M., Lopez R.M., Klau J.F., Casa D.J., Kraemer W.J., Maresch C.M. 2008. The effects of resistance training on endurance distance running performance among highly trained runners: a systematic review. *J Strength Cond. Res.* 22(6): 2036-2044.
- Zatoń M., Jastrzębska A. 2010. Testy fizjologiczne w ocenie wydolności fizycznej. *PWN.*
- Zdebski, J., Blecharz, J. 2004. Looking for an Optimum Model of Athlete's Support. *Biology of Sport* 21(2): 129-137.

- Zeller L., Novack V., Barski L. i wsp. 2011. Exertional heatstroke: clinical characteristics, diagnostic and therapeutic considerations. *Eur. J Intern Med.* 22(3): 296-299.
- Zoll J., Ponsot E., Dufour S., Doutreleau S., Ventura-Clapier r., Vogt M. Hans H., Richard R., Fluck M. 2006. Exercise training in normobaric hypoxia in endurance runners. *J. Appl. Physiol.* 100: 1258-1266.
- Żarów R. 2007. Przewodnik do ćwiczeń z antropologii. Antropometria. *Akademia Wychowania Fizycznego Kraków.*

Źródła internetowe:

- <http://maratondebno.pl> (oficjalna strona internetowa organizatorów maratonu w Dębnie, dostęp na dzień 10.09.2020)
- <http://domtel-sport.pl> (oficjalna strona internetowa ze statystykami z najważniejszych imprez biegowych w Polsce, dostęp na dzień 10.03.2021)
- <https://enduhub.com> (oficjalna strona internetowa z bazą wyników z najważniejszych zawodów w Polsce, dostęp na dzień 08.04.2020)
- <https://www.pzla.pl> (oficjalna strona internetowa Polskiego Związku Lekkiej Atletyki, dostęp na dzień 12.03.2021)
- <https://www.olympic.org> (oficjalna strona internetowa igrzysk olimpijskich, dostęp na dzień 07.05.2021)
- <https://worldathletics.org> (oficjalna strona internetowa międzynarodowej organizacji zrzeszającej narodowe związki lekkoatletyczne, dostęp na dzień 11.05.2021)
- <https://www.wada-ama.org> (oficjalna strona internetowa Światowej Agencji Antydopingowej, dostęp na dzień 12.02.2021)
- <https://www.orlenmarathon.pl/> (oficjalna strona internetowa organizatorów maratonu Orlen Warsaw Marathon, dostęp na dzień 10.11.2020)

8. Aneks

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu

Instytut Nauk o Sporcie

Zakład Lekkiej Atletyki

KWESTIONARIUSZ

Szanowni Państwo niniejszy kwestionariusz dotyczy realizacji pracy doktorskiej pt. „Obciążenia treningowe a wynik sportowy polskich maratończyków”. Bardzo proszę o sumienne odpowiedzi na poniższe pytania.

Data badania:

Nazwisko i imię:

Data urodzenia:

Klasa sportowa:

Klub Sportowy:

Największe osiągnięcia sportowe

1. Jak długo trwa twój staż zawodniczy? Ile lat trenujesz?

2. Ile razy w roku startujesz w zawodach?

3. Na jakich dystansach najczęściej startujesz?

4. W jakiej/-ich konkurencji/-ach się specjalizujesz?

5. Ile razy w tygodniu trenujesz?

Spis tabel

Tabela 1. Struktura rocznego planu treningowego z uwzględnieniem dwóch niepełnych cykli szkoleniowych w maratonie.....	31
Tabela 2. Staż treningowy poprzedzający wynik życiowy w maratonie 10 najlepszych zawodników w historii polskiego maratonu	33
Tabela 3. Przykłady zapisów źródłowych obciążeń treningowych	40
Tabela 4. Charakterystyka statystyczna badanych zawodników [N=32]	47
Tabela 5. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „wysokość ciała” w zależności od klasy sportowej badanego	48
Tabela 6. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „masa ciała” w zależności od klasy sportowej badanego	48
Tabela 7. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „staż treningowy” w zależności od klasy sportowej badanego	48
Tabela 8. Charakterystyka statystyczna badanych zawodników [N=32]	49
Tabela 9. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „procent tłuszczu” w zależności od klasy sportowej badanego	49
Tabela 10. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „masa tłuszczu” w zależności od klasy sportowej badanego	49
Tabela 11. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „beztłuszczowa masa ciała” w zależności od klasy sportowej badanego	50
Tabela 12. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „masa mięśni” w zależności od klasy sportowej badanego	50
Tabela 13. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „woda całkowita w kg” w zależności od klasy sportowej badanego	50
Tabela 14. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „woda całkowita w procentach” w zależności od klasy sportowej badanego	50
Tabela 15. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „masa kostna w kg” w zależności od klasy sportowej badanego	51
Tabela 16. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „szerokość barkowa” w zależności od klasy sportowej badanego	51
Tabela 17. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „szerokość biodrowa” w zależności od klasy sportowej badanego	51
Tabela 18. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „szerokość łokcia” w zależności od klasy sportowej badanego	51
Tabela 19. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „szerokość kolana” w zależności od klasy sportowej badanego	51
Tabela 20. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „obwód ramienia w spoczynku” w zależności od klasy sportowej badanego.....	52
Tabela 21. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „obwód ramienia w napięciu” w zależności od klasy sportowej badanego	52
Tabela 22. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „obwód pasa” w zależności od klasy sportowej badanego.....	53

Tabela 23. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „obwód bioder” w zależności od klasy sportowej badanego	53
Tabela 24. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „obwód uda” w zależności od klasy sportowej badanego	53
Tabela 25. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „obwód podudzia” w zależności od klasy sportowej badanego	53
Tabela 26. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „fałd skórno-tłuszczowy nad triceps” w zależności od klasy sportowej badanego	54
Tabela 27. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „fałd skórno-tłuszczowy nad grzebieniem biodrowym” w zależności od klasy sportowej badanego.....	54
Tabela 28. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „fałd skórno-tłuszczowy na brzuchu” w zależności od klasy sportowej badanego.....	54
Tabela 29. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „fałd skórno-tłuszczowy pod łopatką” w zależności od klasy sportowej badanego.....	54
Tabela 30. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „fałd skórno-tłuszczowy na podudziu” w zależności od klasy sportowej badanego.....	55
Tabela 31. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla zmiennej „BMI” w zależności od klasy sportowej badanego.....	55
Tabela 32. Charakterystyka uzyskanego modelu regresji wielorakiej dla „najlepszego wyniku sportowego”	56
Tabela 33. ANOVA dla uzyskanego modelu regresji wielorakiej	56
Tabela 34. Procentowy rozkład elementów struktury obciążenia treningowego rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i biegaczy amatorskich w rocznym makrocyklu, z uwzględnieniem podziału na trzy strefy przemian metabolicznych: tlenową, tlenowo-beztlenową i beztlenowo-tlenową.....	63
Tabela 35. Procentowy rozkład elementów struktury obciążenia treningowego rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i biegaczy amatorskich w BPS, z uwzględnieniem podziału na trzy strefy przemian metabolicznych: tlenową, tlenowo-beztlenową i beztlenowo-tlenową.....	69
Tabela 36. Charakterystyka różnic w zakresie rozkładu procentowego obciążenia poszczególnymi środkami treningowymi z uwzględnieniem stref przemian metabolicznych w makrocyklu rocznym oraz w okresie bezpośredniego przygotowania do startu (BPS) pomiędzy rekordzistą Polski a pozostałymi badanymi zawodnikami...	70
Tabela 37. Podstawowa charakterystyka statystyczna wyników obciążeń treningowych i startowych rekordzisty Polski w latach 2012-2018	73
Tabela 38. Obciążenia startowe rekordzisty Polski w latach 2012-2018 z uwzględnieniem najlepszego rezultatu sportowego w danym roku.....	74
Tabela 39. Procentowy rozkład elementów struktury obciążenia treningowego rekordzisty Polski w latach 2012-2018, z uwzględnieniem podziału na trzy strefy przemian metabolicznych: tlenową, tlenowo-beztlenową i beztlenowo-tlenową	80

Spis rycin

Rycina 1. Programowanie cyklu treningu.....	29
Rycina 2. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (OWB ₁ oraz OWB ₂) w poszczególnych grupach w analizowanym makrocyklu treningowym na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażano w kilometrach (km).....	57
Rycina 3. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (WB ₃ oraz R) w poszczególnych grupach w analizowanym makrocyklu treningowym na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażono w kilometrach (km) .	58
Rycina 4. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (WT, SB oraz S) w poszczególnych grupach w analizowanym makrocyklu treningowym na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażono w kilometrach (km).....	59
Rycina 5. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (SPR) w poszczególnych grupach w analizowanym makrocyklu treningowym na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażono w minutach (min).....	60
Rycina 6. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie zastosowanych środków OWB ₁ oraz OWB ₂ w analizowanym makrocyklu treningowym. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD)	60
Rycina 7. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie zastosowanych środków WB ₃ oraz R w analizowanym makrocyklu treningowym. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD)	61
Rycina 8. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie zastosowanych środków WT, SB oraz S w analizowanym makrocyklu treningowym. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD)	61
Rycina 9. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie zastosowanych środków SPR w analizowanym makrocyklu treningowym. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD)...	62
Rycina 10. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (OWB ₁ oraz OWB ₂) w poszczególnych grupach w okresie bezpośredniego przygotowania startowego na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażono w kilometrach (km).....	64
Rycina 11. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (WB ₃ oraz R) w poszczególnych grupach w okresie bezpośredniego przygotowania startowego na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażono w kilometrach (km).....	65
Rycina 12. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (WT, SB oraz S) w poszczególnych grupach w okresie bezpośredniego przygotowania startowego na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażono w kilometrach (km).....	66

Rycina 13. Charakterystyka objętości zastosowanych środków treningowych (SPR) w poszczególnych grupach w okresie bezpośredniego przygotowania startowego na tle średniej uwzględniającej dane wszystkich grup. Dane wyrażono w minutach (min)	66
Rycina 14. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie zastosowanych środków OWB ₁ oraz OWB ₂ w okresie BPS. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD).....	67
Rycina 15. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie zastosowanych środków WB ₃ oraz R w okresie BPS. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD)	67
Rycina 16. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie zastosowanych środków WT, SB oraz S w okresie BPS. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD).....	68
Rycina 17. Standaryzowane różnice (WU) pomiędzy zawodnikiem H.S., a pozostałymi grupami badanych biegaczy w zakresie SPR w okresie BPS. Różnice wyrażono w odchyleniach standardowych (SD)	68
Rycina 18. Charakterystyka objętości całkowitej (suma) oraz objętości zastosowanych środków treningowych podzielonych na trzy strefy przemian metabolicznych: tlenową, tlenowo-beztlenową i beztlenowo-tlenową w makrocyklu rocznym rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i biegaczy amatorskich. Dane wyrażone w kilometrach (km).....	71
Rycina 19. Charakterystyka objętości całkowitej (suma) oraz objętości zastosowanych środków treningowych podzielonych na trzy strefy przemian metabolicznych: tlenową, tlenowo-beztlenową i beztlenowo-tlenową w BPS rekordzisty Polski, zawodników wyczynowych i biegaczy amatorskich. Dane wyrażone w kilometrach (km).....	72
Rycina 20. Najlepsze uzyskane wyniki w poszczególnych makrocyklach treningowych rekordzisty Polski wyrażone w czasie (h) przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu	75
Rycina 21. Obciążenie treningowe OWB ₁ rekordzisty Polski wyrażone w km przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu	76
Rycina 22. Obciążenie treningowe OWB ₂ rekordzisty Polski wyrażone w km przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu	76
Rycina 23. Obciążenie treningowe OWB ₃ rekordzisty Polski wyrażone w km przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu	77
Rycina 24. Obciążenie treningowe R rekordzisty Polski wyrażone w km przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu	77
Rycina 25. Obciążenie treningowe WT rekordzisty Polski wyrażone w km przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu	78
Rycina 26. Obciążenie treningowe SB rekordzisty Polski wyrażone w km przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu	78
Rycina 27. Obciążenie treningowe SPR rekordzisty Polski wyrażone w min przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu	79
Rycina 28. Obciążenie treningowe S rekordzisty Polski wyrażone w km przypadające na lata 2012-2018 z linią trendu	79

Streszczenie

Obciążenia treningowe a wynik sportowy polskich maratończyków

Głównym celem pracy było określenie zależności między obciążeniami treningowymi stosowanymi w procesie szkolenia a rezultatami sportowymi maratończyków na różnym poziomie wytrenowania. W pierwszej kolejności określono wpływ budowy somatycznej na osiągnięcie wybitnych rezultatów w maratonie. Dokonano szczegółowej analizy cyklu szkoleniowego rekordzisty Polski w makrocyklach rocznych i w bezpośrednim przygotowaniu do startu, a uzyskane wyniki porównano z obciążeniami treningowymi realizowanymi przez zawodników wyczynowych i amatorskich. Dodatkowym aspektem pracy była charakterystyka poszczególnych makrocykli treningowych rekordzisty Polski w latach 2012-2018, na podstawie których określono zależności pomiędzy składowymi obciążeniami treningowymi a uzyskanym rezultatem sportowym. Materiał badawczy stanowiła dokumentacja treningowa maratończyków. Uzyskano również informację dotyczące przebiegu kariery badanych za pomocą kwestionariusza. Ponadto do realizacji założeń pracy przeprowadzono dodatkowe badania, które obejmowały pomiary cech budowy somatycznej i składu ciała.

Wyniki badań własnych wykazały, że na osiągnięcie wybitnych rezultatów sportowych w maratonie mają wpływ dwie zmienne: staż zawodniczy oraz procentowa zawartość wody w organizmie. Staż zawodniczy ma fundamentalne znaczenie w uzyskiwaniu wyższego poziomu sportowego. Systematycznie stosowane bodźce treningowe dają odpowiednie efekty adaptacyjne jakie zachodzą w tym czasie w organizmie maratończyka. Efektem tych zmian jest bardzo dobre uwodnienie ciała zawodnika. Powyższe badania mogą sugerować zdolność wyczynowych maratończyków do utrzymywania wysokiego poziomu nawodnienia organizmu za sprawą długoletniego procesu treningowego.

Analiza objętości obciążenia treningowego w rocznym cyklu przedstawia zarówno podobieństwa, jak i różnice między badanymi grupami. W rocznym cyklu treningowym u wszystkich maratończyków dominowała praca o charakterze tlenowym (rekordzista Polski - 90%; zawodnicy wyczynowi - 80% i biegacze amatorscy - 83%). Duże zróżnicowanie było widoczne w obciążeniach treningowych w strefie tlenowo-beztlenowej (rekordzista Polski - 1%; zawodnicy wyczynowi - 9% i biegacze amatorscy - 4%). Podobne zależności wystąpiły w przypadku środków treningowych o charakterze

tlenowo-beztlenowym (rekordzista Polski - 10%; zawodnicy wyczynowi - 11% i biegacze amatorscy - 13%).

W niniejszym opracowaniu dokonano również analizy objętości obciążenia treningowego w bezpośrednim przygotowaniu do startu (BPS). Praca w strefie tlenowej stanowiła dominujący rodzaj treningu u wszystkich maratończyków (rekordzista Polski - 90 %; zawodnicy wyczynowi - 77%, biegacze amatorscy - 84%). Środki treningowe o charakterze tlenowo-beztlenowym obrazowały duże zróżnicowanie pomiędzy badanymi maratończykami (rekordzista Polski - 1%; zawodnicy wyczynowi - 12% i biegacze amatorscy - 7%). Wykazano również różnice w wartościach środków treningowych beztlenowo-tlenowych w analizowanych BPS-ach (rekordzista Polski - 9%; zawodnicy wyczynowi - 11% i biegacze amatorscy - 9%).

Trening rekordzisty Polski opierał się przede wszystkim na rozwoju systemów energetycznych wykorzystujących procesy tlenowe, które stanowiły ponad 89% tygodniowej objętości treningowej oraz beztlenowo- tlenowe stanowiące ok. 9% tygodniowej objętości treningowej. Analiza dzienników treningowych wykazała brak znaczących różnic między strefami energetycznymi w przypadku rocznego cyklu treningowego, jak i bezpośredniego przygotowania do startu. Jediną różnicą był niewielki wzrost środków o charakterze tlenowym (o 1,2%) i niewielki spadek beztlenowo- tlenowych (o 1,2%) na rzecz BPS. Rekordzista Polski opierał swoje przygotowania na łączonym systemie treningowym HVLI i LVHI.

Przeprowadzona w niniejszej rozprawie analiza obciążeń treningowych w latach 2012-2018 rekordzisty Polski wykazała, iż najbardziej produktywnym sezonem na tle uzyskanych rezultatów sportowych okazał się rok 2012. Bez wątplenia rok 2012 wyróżniał się na tle pozostałych lat za sprawą największej objętości środka treningowego OBW_1 (4967 km), WT (403 km) i START (141,6 km). Właśnie w tym sezonie zawodnik H.S. pobił do dziś aktualny rekord Polski (2:07,19). Pod względem wynikowym rok 2018 był zdecydowanie najslabszy. Charakteryzował się dużym spadkiem środka treningowego OWB_1 (3916 km), OWB_2 (22 km) i WT (206 km). Odwrotna zależność natomiast występowała w przypadku OWB_3 (80 km) i SB (89,6 km), które wykazywały tendencję wzrostową. Takie zmiany w systemie treningowym były spowodowane obniżeniem zdolności wysiłkowych w wyniku długoletniego treningu i naturalnych procesów starzenia. Wykonywanie identycznego, pod względem kosztu energetycznego, wysiłku stanowi większe obciążenie fizjologiczne organizmu niż miało to miejsce parę lat wcześniej.

Summary

Training load vs sport performance of Polish marathon runners

The main aim of the study was to determine the relationship between training loads used during training process and sports results of marathon runners on various training levels. At first, the influence of somatic construction was determined on achieving superior results in marathon. The detailed analysis was made of the training cycle of Polish record-holder in yearly macrocycles and in immediate preparation for the start, then, achieved findings were compared to training loads pursued by both amateur and professional runners. Additional aspect of the study was the characteristics of individual training macrocycles of Polish record-holder in years 2012 to 2018, according to which the relationship between components of training loads and achieved sports result was determined. Research material comprises training documentation of marathon runners. Information considering career paths of the researched was obtained thanks to questionnaire. Moreover, additional research was conducted to fulfill assumption of the study which involves measurement of features of somatic construction and body composition.

The results of the research showed that in order to achieve superior results in marathon there are two variables: how long you train and percentage of water content in organism. How long you train has fundamental meaning in achieving higher sports level. Systematic use of training stimulus gives appropriate adaptable effects which take place at that time in the body of a marathon runner. In results, there is a perfect hydration of a marathon runner's body. The research may suggest the ability of competitive marathon runners to keep high level of body hydration thanks to long-lasting training process.

The analysis of training loads in a yearly cycle shows both similarities and differences between research groups. In a yearly training cycle, at all marathon runners aerobic work was dominant (the Polish record-holder - 89%; competitive runners – 80% and amateur runners - 83%). High diversity was visible in training loads in aerobic-anaerobic zone (the Polish record-holder - 1%; competitive sportspeople – 9% and amateur runners - 4%). Similar relationship occurred in case of aerobic-anaerobic training means (the Polish record-holder - 10%; professional runners – 11% and amateur runners - 13%).

In the present study the analysis of training loads capacity in 8-week training mesocycles for the start (DSP) was also made. Work in an aerobic zone constituted dominant kind of training of all marathon runners (the Polish record-holder - 90%; professional runners – 77% and amateur runners - 84%). Aerobic-anaerobic training means showed high diversity among researched marathon runners (the Polish record-holder - 1 %; professional runners – 12% and amateur runners - 7%). The differences were also shown in value of aerobic-anaerobic training means in analysed DSP's (the Polish record-holder - 9%; professional runners – 11% and amateur runners - 9%).

Training of the Polish record-holder relied mostly on improving energetic systems using aerobic processes, which constituted over 89% weekly training capacity and aerobic-anaerobic ones constitute about 9% weekly training volume.

The analysis of training diaries showed the lack of significant differences between energetic zones in yearly training cycle, as well as the immediate preparation for the start.

The only difference was a slight increase of aerobic training means (1,2 %) and a slight decrease of aerobic-anaerobic ones (1,2%) in favour of DSP. The Polish record-holder based his preparation on combined training system HVLI and LVHI.

The analysis of training loads pursued in the study on the Polish record-holder from 2012 to 2018 showed that the most productive season according to gathered sports results was year 2012. Undoubtedly, 2012 was the most distinguishing year among other years thanks to the greatest volume of training means RE₁ (4967 km), PE (403 km) and S (141,6 km). Exactly in this particular season athlete H.S. broke still valid Polish record (2:07,39).

Taking into consideration all results from 2018 - it was definitely the weakest year. A great decrease of training means RE₁ (3916 km), RE₂ (22 km) and PE (206 km) was seen. On the other hand, the reverse relationship was seen in RE₃ (80km) and RSP (89,6 km) which showed the increasing tendency. Such differences in training system were created by decline of exertional abilities as a result of long-time training and natural ageing processes. Executing exactly the same effort, in terms of energetic cost, constitutes greater physiological load for organism than it happened a few years earlier.