

## Praktyczne aspekty pozyskania podstawowych parametrów lokomocji piłkarzy nożnych przy wykorzystaniu systemu Catapult Sports na przykładzie meczu towarzyskiego

Obtaining basic parameters of football players' locomotion with the use of the Catapult Sports system during a friendly match. Practical aspects

TOMASZ SZOT<sup>1</sup> ADE, KRZYSZTOF GARUS<sup>2</sup> BCDF

<sup>1</sup> Wydział Wychowania Fizycznego,  
Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego w Gdańsku

<sup>2</sup> Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 8 w Gdańsku

A – projekt badania; B – zebranie danych; C – analiza statystyczna; D – interpretacja danych; E – przygotowanie maszynopisu; F – przegląd piśmiennictwa;  
G – zapewnienie finansowania

### Streszczenie

Piłka nożna, będąca najpopularniejszą drużynową dyscypliną sportową na świecie, stawia przed zawodnikami bardzo wysokie wymagania pod względem przygotowania fizycznego. Jednym z wielu narzędzi dostarczających informacji o ruchu sportowca są systemy monitorowania lokomocji oparte o odbiorniki sygnałów pochodzących z globalnych systemów nawigacji satelitarnej (GNSS), wspierane dodatkowymi czujnikami, takimi jak akcelerometry czy żyroskopy. Dzięki dedykowanemu oprogramowaniu potrafią one dostarczyć kompleksowej informacji o realizowanym zadaniu ruchowym.

W artykule przedstawiono praktyczne aspekty wykorzystania systemu tego rodzaju – Catapult Sports – do pozyskania podstawowych parametrów lokomocji piłkarzy nożnych. Badanie przeprowadzono podczas meczu kontrolnego pomiędzy KS Gedania Gdańsk i MKS Zatoka Braniewo (IV liga). Przeanalizowano dystans w podziale na formy lokomocji, obszar poruszania się oraz określono aktywność meczową poszczególnych formacji.

**Słowa kluczowe:** piłka nożna, monitorowanie, trening, Catapult, GPS.

### Abstract

Football is known as the most popular team sports discipline in the world and it puts high demand on players' skills and physical fitness. There are many tools available nowadays that provide information about athlete's movement and one of them are Global Navigation Satellite Systems (GNSS) receivers, supported by additional sensors like accelerometers and gyroscopes. Thanks to dedicated software such devices provide comprehensive information about the performed motor task.

The article presents practical aspects of using Catapult Sports to obtain basic parameters of football players' locomotion. The research was carried out during a friendly match between KS Gedania Gdańsk and MKS Zatoka Braniewo (both 5th level of competition in Poland). The distance according to the forms of locomotion, the area of movement and match activity of all formations were analyzed.

**Key words:** football, monitoring, training, Catapult, GPS.

## Wstęp

Piłka nożna jest uznawana za najbardziej popularną dyscyplinę nie tylko w Europie, ale i na świecie. Rywalizacja, którą ograniczają przepisy gry, odbywa się w bezpośrednim kontakcie z przeciwnikiem. Drużyny składające się z 11 zawodników walczą w pierwszej kolejności o posiadanie piłki, co pozwala na zrealizowanie kolejnego celu, którym jest zdobycie punktu, jednocześnie dbając o to, aby tego celu nie mogła zrealizować drużyna przeciwna. Do osiągnięcia zwycięstwa potrzebne są umiejętności gry, których poziom zależy od możliwości technicznych i taktycznych piłkarzy, warunkowanych dyspozycjami umysłowymi, osobowościowymi, motorycznymi jak i konstytucjonalnymi [1, 2].

Podczas meczu zawodnicy pełnią funkcje (bramkarz, obrońca, pomocnik, napastnik), ukierunkowane na realizację celu drużyny. W zależności od indywidualnych możliwości gracza oraz zajmowanej przez niego pozycji przypisywane są mu odpowiednie zadania i wymagania. Trenerzy podczas meczu stosują różnego rodzaju systemy (ustawienie zawodników na boisku), np.: 1-4-4-2 opisuje bramkarza, 4 obrońców, 4 pomocników oraz 2

napastników; 1-4-3-3 – bramkarza, 4 obrońców, 3 pomocników oraz 3 napastników, 1-4-2-3-1 to system z bramkarzem, 4 obrońcami, 2 defensywnymi środkowymi pomocnikami, 3 pomocnikami ofensywnymi i 1 napastnikiem. Po wybraniu ustawienia, trener wyznacza role dla każdego zawodnika zarówno w ataku, jak również w obronie [3]. W piłce nożnej, na tle innych zespołowych gier sportowych, najtrudniej jest przewidzieć końcowy wynik. Wpływa na to wiele przypadkowych i nieprzewidywalnych zdarzeń, które wynikają z reguł gry, używania mniej sprawnych kończyn dolnych, warunków atmosferycznych, które szybko mogą ulec zmianie, czy też sędziowania obciążonego dużym ryzykiem błędu [4].

Gra jest ukierunkowana na widowiskowość i skuteczność, co wiąże się z ciągłym rozwojem zawodników [5]. Wzrastające tempo gry w parze z ilością rozgrywanych spotkań wpływa na wysokie wymagania stawiane zawodnikom pod względem przygotowania fizycznego. Wpływa to bezpośrednio na obciążenia treningowe, których poziom jest coraz wyższy. Przeciętnie podczas zawodów piłkarze wykonują od 18 do 81 sprintów, 30–40 skoków i pojedynków o piłkę, ponad 700 zwrotów, około 30 podań, 10 pojedynków główkowych [6–12] oraz przebiegają 10–12 km, a bramkarze 4–5 km [11]. Pomiar tych wielkości jest istotny dla sztabu trenerskiego, bowiem dopiero określenie „jak jest” stanowi punkt wyjścia do zmian w przygotowaniu motorycznym. Analiza przeprowadzana podczas meczów i treningów ma na celu weryfikację zmęczenia oraz ryzyka wystąpienia kontuzji u zawodników. Sprawdza się także gotowość piłkarzy do gry, zarówno podczas regularnych występów, jak i po absencji spowodowanej kontuzją. W zależności od potrzeb, przed rozpoczęciem badań ustala się wskaźniki aktywności zawodników, jakie będą mierzone. Np. całkowity dystans pokonany podczas meczu, średni dystans pokonany w ciągu minuty, dystans pokonany marszem, truchtem, wolnym biegiem, biegiem o średniej intensywności, szybkim biegiem, sprintem [13], całkowity dystans pokonany przez graczy, dystans pokonany z prędkością poniżej 4 m/s, dystans pokonany z prędkością powyżej 4 m/s, oraz dystans pokonany sprintem (powyżej 7 m/s) [14] lub tylko bieg o wysokiej intensywności [15].

Podstawowym elementem poddawanym analizie w większości prac jest pomiar całkowitego dystansu pokonanego przez zawodników z uwzględnieniem pozycji zajmowanej na boisku. Obszerne zestawienie dotyczące piłkarzy nożnych różnych poziomów i lig przedstawiono w [13], z którego wynika, że największy całkowity dystans pokonują zawodnicy grający w środku pomocy, a najmniejsze odległości – środkowi obrońcy. W badaniu [10] porównywano piłkarzy z ligi włoskiej (wysoki poziom), i duńskiej (umiarkowany poziom). Okazało się, że zawodnicy wyższej klasy nie pokonują dłuższego dystansu w chodzie czy biegu z niską intensywnością, ale w biegu o wysokiej intensywności i sprincie. Z kolei w [16] przeanalizowano grę ponad 300 zawodników w 20 meczach ligi hiszpańskiej i 10 meczach Ligi Mistrzów. Rezultatem badań było spostrzeżenie, że największy dystans, stanowiący ponad 50% całkowitej lokomocji podczas meczu, zawodnicy pokonują w przedziale 0–11 km/h. Ponadto dystans w obu połowach meczu jest bardzo zbliżony, a różnice w lokomocji w poszczególnych przedziałach – niewielkie.

Postęp technologiczny, który miał miejsce pod koniec XX oraz na początku XXI wieku spowodował, że dostępnych stało się wiele nowych narzędzi i technik dostarczających informacji. Jednymi z nich są odbiorniki nawigacji satelitarnej, które do swojego działania wykorzystują fale radiowe wysyłane z satelitów nawigacyjnych. Na tej podstawie określane jest położenie w dowolnym miejscu na Ziemi, a ze zmian tego położenia – odległość, prędkość czy też kierunek poruszania się. W chwili obecnej układy elektroniczne GNSS (Globalnych Systemów Nawigacji Satelitarnej, takich jak amerykański GPS NAVSTAR, rosyjski GLONASS, europejski Galileo, czy chiński Beidou) są implementowane w wielu urządzeniach codziennego użytku, w tym: w tabletach, smartfonach, aparatach fotograficznych, czy też odbiornikach służących do monitorowania lokomocji w obszarze sportu i rekreacji [17, 18]. Rozwój techniki doprowadził do powstania lekkich i autonomicznych urządzeń możliwych do zastosowania również w dyscyplinach bardzo dynamicznych, takich jak piłka nożna. Zaawansowane odbiorniki wykorzystują bowiem dodatkowe czujniki wspomagające, takie jak: magnetometry, akcelerometry czy też żyroskopy, które, wspierane przez dedykowane oprogramowanie, potrafią dostarczyć kompleksowej informacji o realizowanym zadaniu ruchowym. Najpopularniejszym obecnie tego rodzaju systemem na świecie jest

Catapult, którego według producenta używa około 1800 zespołów i organizacji sportowych (za: [catapultsports.com](http://catapultsports.com)), w tym takie drużyny jak Real Madryt czy Bayern Monachium. Podejmowanych jest także wiele badań z jego użyciem [19–23].

Dostępność tego i innych systemów monitorowania lokomocji rośnie także w Polsce, a od kilku lat pojawiają się prace na nich oparte. Jednocześnie zauważalny jest brak wskaźników, które mogłyby pomóc osobom rozpoczynającym pracę z tego rodzaju systemami, bowiem czym innym jest posiadanie lub dostęp do sprzętu i oprogramowania, a czym innym – efektywne jego wykorzystanie. Stąd celem artykułu jest przedstawienie praktycznych aspektów wykorzystania systemu Catapult Sports do pozyskania podstawowych parametrów lokomocji piłkarzy nożnych, który zastosowano podczas meczu towarzyskiego. Postawiono następujące pytania badawcze:

- Jakie są różnice w całkowitym dystansie pokonanym w I i II połowie przez zawodników oraz poszczególne formacje, w podziale na formy lokomocji?
- Czy obszar poruszania się zawodników na boisku różnił się pomiędzy połowami meczu?
- Która z formacji była najbardziej aktywna, przyjmując za wskaźnik dystans pokonany w ciągu minuty gry?

## **Materiał i metody**

Badanie przeprowadzono podczas meczu kontrolnego rozgrywanego 23 lipca 2016 roku, będącego przygotowaniem do rozgrywek IV ligi przed sezonem 2016/2017. Udział wzięło 13 zawodników Klubu Sportowego 1922 Gedania Gdańsk, którzy zostali poinformowani o procedurze i wyrazili na nią pisemną zgodę. Rywalem był Miejski Klub Sportowy Zatoka Braniewo. Zespół K.S. Gedania wystąpił w ustawieniu 1-4-4-2, czyli ustawienie z czterema obrońcami i pomocnikami oraz dwoma napastnikami ustawionymi w jednej linii. Miejscem spotkania był stadion piłkarski w Tolkmicku, o nawierzchni naturalnej, trawiastej. Mecz rozpoczął się o godzinie 17:15, temperatura powietrza wynosiła 22°C, a prędkość wiatru wahała się od 4 do 8 m/s.

Rejestracji dokonano przy wykorzystaniu systemu Catapult, składającego się z 14 odbiorników MinimaxX S4 oraz oprogramowania Sprint (wersja 5.1), pochodzącego z Laboratorium Wysiłku Fizycznego Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku. Odbiorniki zostały uprzednio sprawdzone i naładowane (ładowanie następuje poprzez umieszczenie w gniazdach walizki-bazy), a na około kwadrans przed rozpoczęciem meczu kontrolnego urządzenia włączono, aby umożliwić im określenie swojej pozycji geograficznej. Informacja o spełnieniu tego warunku została odpowiednio zasygnalizowana poprzez LED. W końcowej części przedmeczowej rozgrzewki zawodnikom założono odpowiednie rozmiarowo kamizelki, w których następnie osadzono odbiorniki Catapult (warto zauważyć, że chociaż materiał zastosowany do produkcji kamizelek jest wysoce rozciągliwy, to niewłaściwy dobór rozmiaru może powodować dyskomfort graczy. Stąd należy tak je dopasować, aby z jednej strony nie ograniczały ich ruchów, a z drugiej – możliwie stabilnie przylegały do korpusu. Jest to istotne również ze względu na właściwe wskazania wewnętrznych czujników urządzenia). Zanotowano dokładny czas rozpoczęcia i zakończenia 1 i 2 połowy meczu oraz występujące zmiany w składzie. Po meczu odbiorniki zostały umieszczone w stacji bazowej, którą podłączono do komputera i tym samym zarchiwizowano na nim dane do późniejszej obróbki (pliki z odbiorników program Sprint wczytuje automatycznie do kalendarza w zakładce Organize).

Analiza form lokomocji została przeprowadzona dla wszystkich pozycji na boisku: bramkarza (B), środkowych obrońców (SO), bocznych obrońców (BO), środkowych pomocników (SP), bocznych pomocników (BP), oraz napastników (N), przy czym wykorzystano podział przedstawiony w Tab. 1. [13 za 24, ze zmianą prędkości granicznej sprintu na podst. [25, 26)].

Tabela 1. Podział form lokomocji ze względu na prędkości graniczne

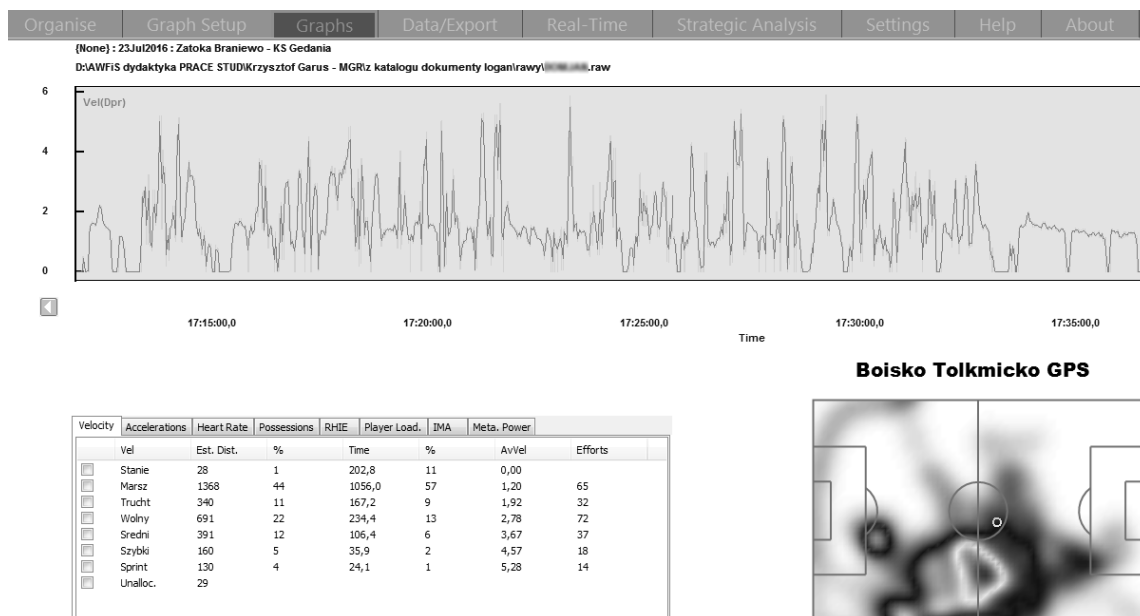
Forma lokomocji	Prędkość	
	[km/h]	[m/s]
Stanie	0	0
Marsz	6	1,67
Trucht	8	2,22
Wolny bieg	12	3,33
Bieg o średniej intensywności	15	4,17
Szybki bieg	18	5
Sprint	25	6,94

Przyjęty podział wprowadzono do programu Catapult w zakładce *Settings > Performance > Zone Tables* (jeżeli zakładka *Settings* nie jest widoczna, należy rozwinąć widok poprzez kliknięcie zakładki *Advanced*). W programie przypisano także odbiorniki do poszczególnych zawodników (*Settings > Miscellaneous > Edit Team*). Aby uzyskać graficzną prezentację obszaru poruszania zawodnika (ang. *hot spot plot* lub *heat map*), utworzono nowe pole gry (*Settings > Utilities > Mapbuilder*). Tworzenie nowego boiska piłkarskiego polega na wprowadzeniu do programu współrzędnych geograficznych kluczowych punktów (środków linii bocznych oraz środków linii bramkowych). Można to uzyskać korzystając z programu Google Earth (odczytując te punkty ze zdjęć satelitarnych) lub wykorzystując do tego odpowiedni odbiornik nawigacji satelitarnej. Pierwsza metoda okazała się niedokładna (ślad zawodnika „nie mieścił się” w wykreślonym obszarze boiska), więc zdecydowano się na drugi sposób. Skorzystano z urządzenia Garmin Dakota 10, umożliwiającego zapis współrzędnych (ang. *waypoint*), dla którego horyzontalna dokładność wyznaczenia pozycji została określona na poziomie 2,55 m ( $p = 0,95$ ; [27]). Uzyskane współrzędne geograficzne punktów w formacie stopnie, minuty, sekundy, przekształcono do formatu wymaganego przez program Catapult Sprint (stopnie, setne), a następnie wprowadzono do zakładki Mapbuilder.

## Wyniki

Dla każdego z zawodników utworzono raporty, w których skład wszedł pokonany dystans oraz obszar poruszania się zawodnika na boisku, wszystko w podziale na I/II połowę meczu. W programie Sprint można je wygenerować z poziomu kalendarza zarejestrowanych aktywności (*Organize > My Data Files > Build Report*) należy jednakże ustawić wcześniej zakres danych w Report Preferences i pożądane okresy czasowe w Periods. Wynikiem jest raport w pliku PDF lub csv. Innym sposobem jest wczytanie zapisanego pliku typu raw (dotyczącego zawodnika) w zakładce Graph Setup. Wówczas raport zostanie wyświetlony bezpośrednio w programie, w zakładce Graphs. Dodatkową funkcjonalnością tej zakładki jest możliwość zaznaczenia wybranego etapu gry (np. rozgrzewki, czy połowy) na wykresie za pomocą myszy (górną część Ryc. 1), co spowoduje automatyczne przeliczenie pożądanych wartości w przedziałach (tabela w lewym dolnym rogu Ryc. 1) oraz dostosowanie obszaru poruszania się (prawy dolny róg Ryc. 1).

Zestawienie takich raportów w podziale na I i II połowę meczu dla jednego ze środkowych obrońców oraz jednego z napastników przedstawiają odpowiednio Tabele 2 i 3 (raporty sporządzono dla wszystkich zawodników, jednak w niniejszym artykule zaprezentowano przykładowe dwa). Zawodnicy brali udział w pełnym czasie gry (2 × 45 min), bez zmian.

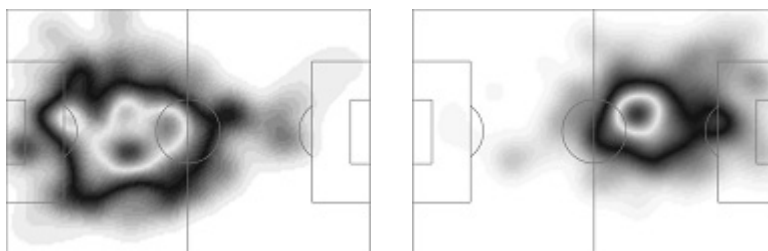


Ryc. 1. Przykład podsumowania aktywności zawodnika w programie Catapult Sprint

Tabela 2. Aktywność meczowa jednego ze środkowych obrońców

	I połowa	II połowa	Razem
	czas gry 45 min	czas gry 45 min	90 min
Stanie	26	36	62
Marsz	1978	1813	3791
Trucht	643	465	1108
Wolny bieg	976	930	1906
Średni bieg	363	389	752
Szybki bieg	243	192	435
Sprint	274	161	435
<b>Razem</b>	<b>4503</b>	<b>3986</b>	<b>8489</b>

Obszar poruszania się



Można zauważyć, że dominującą formą lokomocji u tego bocznego obrońcy był marsz (blisko 3,8 km), następnie wolny bieg (1,9 km) oraz trucht (1,1 km). Łącznie zawodnik pokonał podczas około 8,5 km, przy czym był bardziej aktywny (w sensie dystansu w poszczególnych przedziałach prędkości) w I połowie meczu. Ponadto z mapek obszaru wynika, że w drugiej połowie jego poruszanie się na boisku było bardziej skoncentrowane i umiejscowiło się blisko punktu środkowego pola i linii środkowej, w zasadzie nie przekraczając linii środkowej, podczas gdy w I poł. meczu poruszał się na całej broniowej części boiska.

Tabela 3. Aktywność meczowa jednego z napastników

	I połowa	II połowa	Razem
	czas gry 45 min	czas gry 45 min	90 min
Stanie	11	12	23
Marsz	1817	1884	3701
Trucht	570	475	1045
Wolny bieg	1147	971	2118
Średni bieg	604	482	1086
Szybki bieg	418	259	677
Sprint	175	340	515
<b>Razem</b>	<b>4742</b>	<b>4423</b>	<b>9165</b>

Obszar poruszania się

Z kolei przykładowy napastnik pokonał co prawda zbliżoną do bocznego obrońcy odległość marszem (3,7 km) oraz truchtem (1 km), natomiast zanotował wyraźnie większe dystanse pokonane w każdym szybszym przedziale prędkości (wolny, średni, szybki bieg oraz sprint), łącznie pokonując blisko 9,2 km. U zawodnika tego nie zauważono aż takiej dysproporcji w dystansie pokonanym w I i II poł. meczu (odpowiednio 4,7 oraz 4,4 km), jak u wspomnianego bocznego obrońcy (ponad 0,5 km).

Na podstawie wyników indywidualnych wszystkich zawodników (komplet informacji zawarto w załącznikach [28]) utworzono zestawienie dystansu pokonywanego przez poszczególne formacje (Tabela 4).

Tabela 4. Dystans łączny pokonany przez poszczególne formacje wg. przyjętych przedziałów prędkości

ZESPÓŁ	Dystans łączny [m]					
	B	BO	ŚO	BP	ŚP	N
Stanie	145	95	124	103	132	84
Marsz	2964	7433	7296	7405	6248	7149
Trucht	338	2557	2080	2292	1975	2319
Wolny bieg	822	4666	3943	5152	6693	4604
Średni bieg	249	2180	1661	2695	3161	2226
Szybki bieg	92	1468	1043	1447	1422	1389
Sprint	19	1496	810	1128	542	1171
<b>Razem</b>	<b>4629</b>	<b>19895</b>	<b>16957</b>	<b>20222</b>	<b>20173</b>	<b>18942</b>

Z tabeli powyżej wynika, że największy dystans podczas meczu pokonali boczni pomocnicy oraz środkowi pomocnicy (po około 20,2 km), najmniejszy zaś bramkarz (4,6 km). W szybkim biegu i sprincie najbardziej wyróżnili się boczni obrońcy (po ok. 1,5 km), zarem pokonując największy dystans marszem (7,4 km) oraz truchtem (2,6 km). Natomiast

najwięcej w przedziale wolnego biegu (6,7 km) i średniego biegu (3,2 km) poruszali się środkowi pomocnicy.

Interesujące informacje przynosi również porównanie aktywności zespołu w pierwszej i drugiej połowie meczu, w przyjętych przedziałach prędkości, które przedstawiono w Tabeli 5.

Tabela 5. Dystans pokonany przez cały zespół w I i II połowie wg. przyjętych przedziałów prędkości

Przedział	Dystans [m]			Różnica	
	I połowa	II połowa	Razem	Dystans [m] (2 poł. – 1 poł.)	% (2 poł. * 100/1 poł.)
Stanie	366	317	683	-49	86,61
Marsz	19237	19258	38495	21	100,11
Trucht	6140	5421	11561	-719	88,29
Wolny bieg	13592	12288	25880	-1304	90,41
Średni bieg	6684	5488	12172	-1196	82,11
Szybki bieg	3870	2991	6861	-879	77,29
Sprint	2788	2378	5166	-410	85,29
Razem	52677	48141	100818	-4536	91,39

Cały zespół pokonał odległość blisko 101 km („aktywność meczowa”), a w drugiej połowie był mniej aktywny o 4,5 km. Zawodnicy poruszali się głównie marszem (38,5 km) i wolnym biegiem (25,9 km), co stanowiło 64% całkowitego dystansu pokonanego podczas gry. Najwyższy spadek aktywności w drugiej połowie zanotowano podczas wolnego biegu (1,3 km) i średniego biegu (1,2 km).

Informacja o pokonanym łącznym dystansie dla poszczególnych formacji (Tabela 4.) jest zależna m.in. od liczby zawodników wchodzących w ich skład (w tym meczu K.S. Gędania wystąpił w ustawieniu 1-4-4-2). Natomiast znając czas gry poszczególnych graczy formacji, w których skład wchodził oraz pokonany dystans, można uniezależnić się od tych wartości, ustalając ich aktywność meczową (Tabela 6).

Tabela 6. Różnice w średnim dystansie pokonywanym w ciągu minuty podczas meczu w zależności od pozycji zajmowanej na boisku

Przedział	Dystans łączny [m]					
	B	BO	ŚO	BP	ŚP	N
Dystans razem [m]	4629	19895	16957	20222	20173	18942
Czas gry [min]	90	180	180	180	180	180
Aktywność [m/min]	51,43	110,53	94,21	112,34	112,07	105,23

Z zestawienia wynika, że najbardziej aktywną formacją podczas meczu była linia pomocy: boczni pomocnicy pokonywali 112,34 m na minutę, a środkowi pomocnicy 112,07 m/min. Najmniej aktywni poza bramkarzem (51,43 m/min) byli środkowi obrońcy (94,21 m/min).

## Dyskusja

W artykule podjęto rozważania dotyczące praktycznych aspektów pozyskania podstawowych parametrów lokomocji piłkarzy nożnych za pomocą systemu Catapult Sports. Przedstawiono szereg czynności, których należy dokonać oraz które należy uwzględnić, aby monitorowanie aktywności meczowej, chociażby w tym podstawowym zakresie, mogło zostać podjęte: od działań przygotowawczych (wybór przedziałów prędkości, przygotowanie

sprzętu, konfiguracja oprogramowania itd.) po zapis danych i możliwości ich dalszej obróbki. W przypadku zespołu KS Gedania analizowano tylko jeden mecz (towarzyski, przed sezonem ligowym), bowiem wystarczyło to do zrealizowania celu artykułu. Warto jednakże zwrócić uwagę, że stosowanie tego narzędzia pomiarowego największy sens ma wówczas, gdy jest ono aplikowane w ten sam sposób (za pomocą tego samego protokołu badawczego), regularnie, w określonych odstępach czasu. Wówczas sztab trenerski ma możliwość wyciągnięcia wniosków z pomierzonych wartości i dokonanie zmian w procesie treningowym, które w dalszej kolejności mogą doprowadzić do poprawy i osiągnięcia najwyższych wyników sportowych.

Wielkości lokomocyjne pozyskane w badanym meczu bezpośrednio z programu Catapult Sprint (Ryc. 1, Tabele 1–2) oraz przetworzone i zagregowane w dalszych zestawieniach (Tabele 3–6) pozwoliły na porównanie poziomu tego zespołu z innymi. Np. w pracy [14] podano, że całkowity dystans pokonany przez zawodników podczas meczu eliminacyjnego do rozgrywek Ligi Mistrzów Wisła Kraków – Real Madryt wyniósł w przypadku Polaków – 10431,81 m ( $\pm 577,48$  m), a Hiszpanów – 10932,24 m ( $\pm 799,87$  m), czyli przeciętnie o ponad 1 km więcej aniżeli przeciętnego piłkarza Gedanii. W innym badaniu [16] zauważono, że zawodnicy grający w lidze hiszpańskiej pokonali średnio na jednego piłkarza 5709 m ( $\pm 485$  m) w I oraz 5684 m ( $\pm 663$  m) w II połowie. Dla porównania – u piłkarzy Gedanii wartości te wynosiły odpowiednio 4788,82 m oraz 4376,46 m w przeliczeniu na jednego gracza. Natomiast w odniesieniu do wyników przedstawionych w pracy [13] piłkarze Gedanii w monitorowanym meczu osiągnęli lepsze rezultaty w obydwu połowach spotkania od roczników U-15, U-16, U-17, lecz już rocznik U-19 osiągnął lepszy wynik w drugiej połowie. Na podstawie uzyskanych wielkości lokomocyjnych można również zauważyć, że poziom piłkarzy Gedanii Gdańsk w monitorowanym meczu był zbliżony do zawodników grających w I lidze australijskiej [7], juniorów reprezentacji Polski (U-21), juniorów reprezentacji Norwegii (U21) [21], jak i senierek reprezentacji Australii [30]. Zawodnicy wypadli jednak nieznacznie gorzej (w ujęciu wielkości lokomocyjnych) od seniorów I ligi brazylijskiej [31]. Największe różnice i straty zazwyczaj mają środkowi obrońcy, którzy w niniejszym badaniu osiągnęli niespełna 8500 m, gdzie w innych badaniach zawodnicy tej formacji pokonują średnio powyżej 10000 m.

## Wnioski

Możliwości systemu Catapult sięgają daleko więcej ponad uzyskanie podstawowych parametrów lokomocji, przedstawionych w niniejszej publikacji. Oprogramowanie pozwala m.in. zsynchronizowanie zarejestrowanych pozycji piłkarzy w każdej sekundzie meczu z obrazem video, dołączenie monitora pracy serca, wyznaczenie na podstawie wszystkich czujników wielkości PlayerLoad (autorski wskaźnik wydajności gracza, możliwy do określenia również bez dostępu do sygnałów GPS), przekazywanie w trakcie meczu wszystkich parametrów (dystans, HR, PlayerLoad itp.) do komputera trenera oraz wiele innych.

Rosnąca tendencja pozyskiwania i analizowania coraz większej ilości danych jest obecna niemalże w każdej dyscyplinie sportowej. Piłka nożna, z racji swojej popularności, jest jednym z obszarów, w których ten rozwój jest szczególnie widoczny.

Autorzy żywią nadzieję, że poprzez praktyczne wskazówki artykuł niniejszy zachęci potencjalnie zainteresowanych do wykorzystania tego systemu lub podobnych, bowiem choć nie należą one do tanich, to niewątpliwie dostarczają wielu cennych informacji, tak potrzebnych w dążeniu do najlepszych wyników sportowych.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Bangsbo J. Energy demands in competitive soccer. *J Sport Sci.* 1994;12:5-12.
- [2] Szwarc A. Metoda oceny techniczno-taktycznych działań piłkarzy nożnych. Gdańsk: AWFIS; 2003.
- [3] Dellal A, Wong P, Moalla W, Chamari K. Physical and technical activity of soccer players in the French First League – with special reference to their playing position. *Int Sport Med J.* 2010;11(2):278-290.
- [4] Szwarc A. Modele poznawcze odwzorowujące sprawność działania w grach w piłkę nożną. Gdańsk: AWFIS; 2008.



- [5] Szwarz A. Sprawność działania w wybranych fragmentach zespołowej gry sportowej na przykładzie piłki nożnej. Gdańsk: AWFIS; 2007.
- [6] Bloomfield J, Polman R, O'Donoghue P. Physical demands of different positions in FA Premier League Soccer. *J Sport Sci Med*. 2007;6(1):63-70.
- [7] Burges D, Naughton G, Norton K. Profile of movement demands of national football players in Australia. *J Sci Med Sport* 2006;9(4), 334-341.
- [8] Gabbet T, Mulvey M. Time-motion analysis small-sided training games and competition in elite women soccer players. *J Strength Cond Res*. 2008;22(2):543-552.
- [9] Haugen T, Tønnessen E, Hisdal J, Seiler S. The role and development of printing speed in soccer. *Int J Sport Physiol Perform*. 2014;9(3):432-441.
- [10] Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sport Sci*. 2003;21:519-528.
- [11] Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer an update. *Sport Med*. 2005;35(6):501-36.
- [12] Vigne G, Gaudino C, Rogowski I, Alloatti G, Hautier C. Activity profile in elite Italian soccer team. *Int J Sport Med*. 2010;31(5):304-310.
- [13] Rompa P. Profil lokomocji zawodników w wieku 15-19 lat występujących na różnych pozycjach w grze w piłkę nożną (rozprawa doktorska); Gdańsk; AWFIS; 2015.
- [14] Chmura J, Dargiewicz R, Andrzejewski M. Zdolności wytrzymałościowe i szybkościowe graczy w meczu eliminacyjnym do Ligi Mistrzów w piłce nożnej. W: Bergier J, red. Obserwacja i ocena działań zawodników w zespołowych grach sportowych. Wrocław; Międzynarodowe Towarzystwo Naukowe Gier Sportowych; 2004.
- [15] Clemente F, Couceiro M, Martins F, Ivanova M, Mendes R. Activity Profiles of Soccer Players During the 2010 World Cup. *Journal of Human Kinetics* 2013; 38:201-211.
- [16] DiSalvo V, Baron R, Tschan H, Calderon Montero F, Bachl N, Pigozzi F. Performance Characteristics According to Playing in Elite Soccer. *International Journal of Sports Medicine* 2007; 28:222-227.
- [17] Malone J, Lovell R, Varley M, Coutts A. Unpacking the black box: applications and considerations for using GPS devices in sport. *Int J Sport Physiol Perform*. 2017;12(Suppl2):S2-18-S2-26.
- [18] Specht C, Dabrowski P, Pawelski J, Specht M, Szot T. Comparative analysis of positioning accuracy of GNSS receivers of Samsung Galaxy smartphones in marine dynamic measurements. *Adv Space Res*. (in press); <https://doi.org/10.1016/j.asr.2018.05.019>.
- [19] Jennings D, Cormack S, Coutts A, Boyd L, Aughey R. The validity and reliability of GPS units for measuring distance in team sport specific running patterns. *Int J Sport Physiol Perform*. 2010;5:328-341.
- [20] Castellano J, Casamichana D, Calleja-Gonzalez J, San Roman J, Ostojc S. Reliability and accuracy of 10 Hz GPS devices for short-distance exercise. *J Sport Sci Med*. 2011;10:233-234.
- [21] Varley M, Fairweather I, Aughey R. Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *J Sport Sci*. 2012;30(2):121-127.
- [22] Vickery W, Dascombe B, Baker J, Higham D, Spratford W, Duffield R. Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of sports-specific movement patterns related to cricket, tennis, and field-based team sports. *J Strength Cond Res*. 2014;28(6):1697-1705.
- [23] Jastrzębski Z, Radzimiński Ł. Individual vs general time-motion analysis and physiological response in 4 vs 4 and 5 vs 5 small-sided soccer games. *Int J Perform Anal Sport*. 2015;15:397-410.
- [24] Bangsbo J, Nørregaard L, Thorsøe F. Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*. 1991;16(2): 110-116.
- [25] Krstrup P, Bangsbo J. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: Effect of intense intermittent exercise training. *J Sport Sci*. 2001;19(11):881-891.
- [26] Krstrup P, Mohr M, Bangsbo J. Activity profile and physiological demands of top-class soccer assistant refereeing in relation to training status. *J Sport Sci*. 2002;20(11):861-871.
- [27] Specht C, Szot T, Skonieczny P. Ocena dokładności procedury uśredniania współrzędnych punktu w turystycznych odbiornikach nawigacji satelitarnej Garmin. *Rocz Nauk AWFIS Gdańsk*. 2015;XXV:69-77.
- [28] Garus K. Analiza kinematyczna piłkarzy nożnych Klubu Sportowego „Gedania 1922 Gdańsk” w meczu towarzyskim (praca magisterska); Gdańsk; AWFIS; 2018.
- [29] Dargiewicz R, Jastrzębski Z. Kinematyka lokomocji piłkarzy nożnych na różnych etapach przygotowań. Gdańsk: Wyd. Uczelniane AWFIS; 2012.
- [30] Hewitt A, Withers R, Lyons K. Match analyses of Australian international women soccer players using an athlete tracking device. *J Sport Sci Med*. 2007; 6(Suppl.10):107.
- [31] Barros R, Misuta M, Menezes R, et al. Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *J Sport Sci Med*. 2007;6:233-242.

Autor korespondencyjny:

Dr Tomasz Szot

Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu im. J. Śniadeckiego w Gdańsku, Zakład Biomechaniki i Inżynierii Sportowej  
ul. Kazimierza Górskiego 1, 80-336 Gdańsk

Tel.: (58) 55 47 350, E-mail: [tomasz.szot@awf.gda.pl](mailto:tomasz.szot@awf.gda.pl)