

**WYŻSZA SZKOŁA
WYCHOWANIA FIZYCZNEGO I TURYSTYKI
W BIAŁYMSTOKU**

KIERUNEK – WYCHOWANIE FIZYCZNE

Tomasz Kułkiewicz

**PRZEGLĄD SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH
MONITORUJĄCYCH DZIAŁALNOŚĆ
PIŁKARZY NOŻNYCH**

PRACA DYPLOMOWA

PROMOTOR:
dr Robert Dargiewicz

BIAŁYSTOK 2017

SPIS TREŚCI

WSTĘP	5
ROZDZIAŁ I. MONITORING DZIAŁALNOŚCI SPORTOWEJ.....	7
<i>I.1. Modelowanie w sporcie.....</i>	<i>7</i>
<i>I.2. Komputerowe wspomaganie nauczania</i>	<i>10</i>
<i>I.3. Systemy eksperckie (doradcze) w sporcie</i>	<i>14</i>
<i>I.4. Metody sterowania treningiem.....</i>	<i>18</i>
ROZDZIAŁ II. ZAGADNIENIA METODOLOGICZNE	20
<i>II.1. Zagadnienia badawcze i cel pracy.....</i>	<i>20</i>
<i>II.2. Metody i narzędzia badawcze</i>	<i>20</i>
<i>II.3. Materiał i przebieg badań.....</i>	<i>21</i>
ROZDZIAŁ III. WYNIKI BADAŃ	22
<i>III.1. Monitoring wielkości fizjologicznych</i>	<i>22</i>
<i>III.2. Monitoring wielkości lokomocyjnych</i>	<i>26</i>
<i>III.3. Systemy opisu taktycznego.....</i>	<i>31</i>
PODSUMOWANIE I WNIOSKI.....	36
BIBLIOGRAFIA	38
<i>Źródła wykorzystane.....</i>	<i>38</i>
<i>Źródła internetowe</i>	<i>38</i>
<i>Źródła uzupełniające</i>	<i>39</i>
ZAŁĄCZNIKI	40
<i>Spis rycin</i>	<i>40</i>
<i>Spis tabel</i>	<i>40</i>
<i>Materiały niepublikowane</i>	<i>41</i>
<i>Oświadczenia.....</i>	<i>47</i>
<i>Streszczenie.....</i>	<i>48</i>

WSTĘP

Obserwując rozwój, jakiemu uległ świat sportu, można łatwo zauważyć, że większość zmian zachodzących w ostatnich kilkunastu latach była konsekwencją rozwoju technologii. Sport rozumiana zabawa, aktywność fizyczna, rywalizacja uległ niejakiemu przededefiniowaniu, rozwijająca się technologia usprawniła przepisy rozgrywek. Nadrzędnym sprawcą tych zmian jest sprzęt sportowy to dzięki niemu wprowadzono konkretne udoskonalenia. Aktualne funkcjonowanie sprzętu w sporcie można podzielić na obszary, jeden z nich będzie obejmował realizację i organizację rozgrywek sportowych zaś ten drugi skupia się bezpośrednio na elementach wykorzystywanych w rywalizacji sportowej. Imprezy sportowe stają się, coraz częściej widowiskiem o określonych wymogach technicznych, ale głównie należałoby zwrócić uwagę na to jak wielkim zmianom uległy same rozgrywki sportowe. Szybki rozwój technologiczny umożliwił zdecydowanie bardziej szczegółowe pomiary odległości, czasu oraz innych danych związanych ze sportem. Celem wprowadzenia techniki do rywalizacji sportowych jest to, aby jak najbardziej zminimalizować możliwość ludzkiej pomyłki. Proces ten ma podwójne konsekwencje, z jednej ze stron niesie za sobą poza ludzki, sposób oceny w niektórych dyscyplinach sportowych zrezygnowano z sędziego na rzecz technologicznych rozwiązań takich jak podczerwień, czy fotokomórka. W dzisiejszych czasach dąży się również do tego, aby sędziów zastępować nowymi rozwiązaniami technologicznymi m.in. właśnie w piłce nożnej, w której toczona jest dyskusja, aby to fotokomórka rozstrzygała o zdobytej bramce i pozycji spalonej. Z drugiej strony jednak to właśnie technologia pozwala zmierzyć i określić wynik osiągnięty przez sportowca z ogromną dokładnością do setnej sekundy czy centymetra, a widzowie siedzący na trybunach czy sędzia będący nieopodal nie jest w stanie ocenić z taką dokładnością zawodów. Mamy do czynienia z czymś nieprawdopodobnym, kiedy to właśnie telewizja powtarza w zwolnionym tempie ruch czy moment gry zawodnika. Otóż to technologia właśnie staje się odpowiedzialna za przejrzystość oraz właściwe rozstrzygnięcie spotkania sportowego [Nosal, 2010]. Można zauważyć od pewnego czasu znaczny rozwój również w piłce nożnej, jednocześnie widać, że wpływa to na sukces sportowy. Inwestycje technologiczne są na ogromną skalę niektóre urządzenia mogą kosztować nawet ok. 4 milionów dolarów, ale w dzisiejszych czasach, kiedy sportowcy są sprawdzani i testowani do granic możliwości to ta kwota nie powinna być zaskoczeniem. Najlepszymi urządzeniami mogą się pochwalić m.in. IMG Academy, w której mieli szanse dorastać legendy tenisa czy najlepsi piłkarze świata, są tam równocześnie przeprowadzane najdokładniejsze badania sportowe na świecie. Urządzenia, które wyglądają

jak z kosmosu, badają każdy aspekt dotyczący zdrowia sportowca oraz próbują znaleźć sposób na poprawę siły, rozciągliwości mięśni, koordynację i inne aspekty. Taka instytucja posiada również specjalną innowacyjną tablicę do testowania szybkości oka, czyli reakcję na wyświetlające się bodźce.

Informatyczne systemy wspierające pracę sztabów szkoleniowych, pozwalając im na właściwą identyfikację osiągniętego wyniku sportowego, są dziś nieodzowne. Systemy te ze względu na swoistą skuteczność i możliwość dostępu do nich, nie są zbyt powszechne. Okazuje się, że określone i wdrożone rozwiązania są standardem w liczących się na świecie klubach sportowych. Informacja płynąca z pomiaru działania zawodnika, jednocześnie nieobciążona subiektywnym czynnikiem, może być zdrową podstawą do dalszych wniosków i związanych z tym bardziej kompetentnych ludzkich decyzji.

ROZDZIAŁ I. MONITORING DZIAŁALNOŚCI SPORTOWEJ

Ważną dziedziną wykorzystywania komputerów w badaniach sportowych jest modelowanie i symulacja. Komputer potrafi symulować działania, które nie były dotychczas wykonywane przez człowieka, podając jednocześnie wymagania, jakie są niezbędne do wykonania złożonego zadania ruchowego.

Często trener zadaje sobie pytania odnoszące się do możliwości dalszego rozwoju zawodnika, np.: co zmienić w procesie szkolenia, aby zawodnik poprawił wynik sportowy? Co się stanie, jeśli pod wpływem treningu zawodnik będzie miał silniejsze nogi, czy stosowany rodzaj treningu poprawi jego rezultat sportowy, czy pogorszy? Co się stanie, jeżeli czołowy tyczkarz zacznie stosować twardszą tyczkę? Jaka jest optymalna wysokość siodełka roweru dla kolarza, aby tracił jak najmniej energii na długim etapie? Takich pytań, związanych z doskonaleniem techniki ruchu, sprzętu sportowego czy z bezpieczeństwem zawodnika, trener każdej dyscypliny może sformułować bardzo dużo. Dotychczas na większość z nich odpowiadała w przybliżeniu intuicja i doświadczenie trenera oraz zawodnika. Wszędzie tam jednak gdzie w grę wchodzi najwyższy wyczyn, gdy o porażce lub sukcesie decydują ułamki lub setne części sekundy, najlepsza intuicja przestaje wystarczać. Wówczas z pomocą pojawia się nauka zajmująca się poznaniem przyczyn i skutków sterowania ciałem człowieka, tj. biocybernetyka.

I.1. MODELOWANIE W SPORCIE

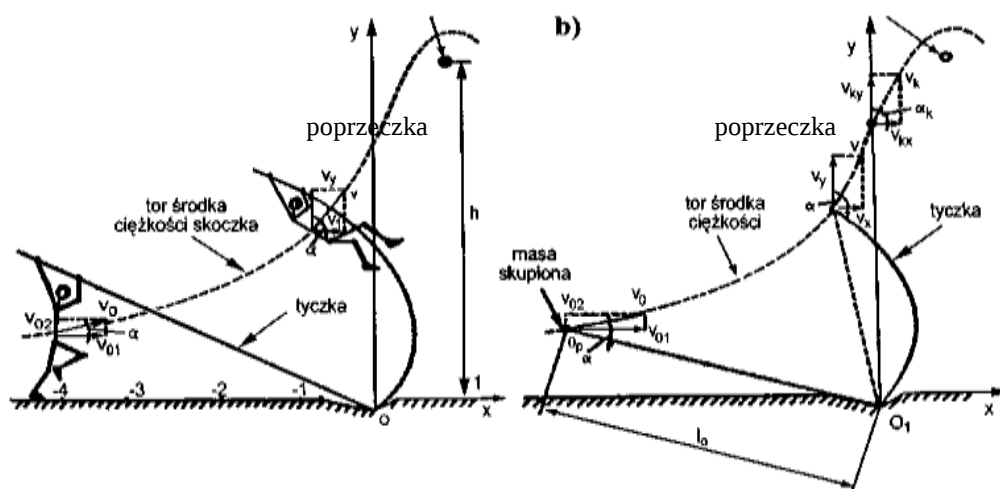
Największym osiągnięciem biocybernetyki jest wprowadzenie modelowania jako metody badawczej. W biocybernetyce pojęcie modelu jest rozumiane abstrakcyjnie, jako rodzaj substytutu pewnego rzeczywistego zjawiska czy obiektu (np. człowieka), substytutu, który „żyje” w komputerze w postaci równań matematycznych. Wówczas zamiast badać trudno dostępne zjawisko lub prowadzić niebezpieczne eksperymenty na człowieku, wykonywane są badania symulacyjne przy wykorzystaniu komputerów.

Jakie zastosowanie ma modelowanie w sporcie, gdy potencjalnym obiektem modelowania jest człowiek, istota tak niezmiernie skomplikowana? Człowiek podlega prawom fizyki, które zastosowane w sporcie pozwalają opisać jego ruchy równaniami mechaniki. Budowany jest zawsze nie model człowieka „w ogólności”, a w konkretnej czynności ruchowej, przez co można zbudować model, który będzie zachowywać się podobnie jak żywy zawodnik. Tu uwidoczni się szereg zalet modelowania i symulacji

komputerowej w sporcie. Można bowiem, za pomocą modelu, badać nowe techniki ruchu, współdziałanie zawodnika z nowymi wersjami sprzętu sportowego, bez narażania go na niebezpieczeństwo kontuzji spowodowanej użyciem niesprawdzonego sprzętu. Użycie komputera to możliwość wykonania symulacji wielu wariantów tej samej techniki skoku czy rzutu w przeciągu kilku godzin. Wreszcie można modelować sam proces treningu sportowego.

Obserwacja efektów określonego programu treningowego to częstokroć konieczność wielomiesięcznego oczekiwania, podczas gdy przy użyciu komputera i odpowiedniej symulacji procesu treningowego przybliżoną odpowiedź możemy już znać po kilku minutach. Należy także zwrócić uwagę na niedoceniane do tej pory edukacyjne zalety modeli i symulacji komputerowej. Modele np. skoku czy skomplikowanej ewolucji gimnastycznej stanowią doskonałą ilustrację zasady pogładowości i doskonałą metodę porozumiewania się (nauczania-uczenia się) między zawodnikiem i jego nauczycielem.

Rycina 1. Przykład modelowania komputerowego skoku o tyczce. [Komor 1982].



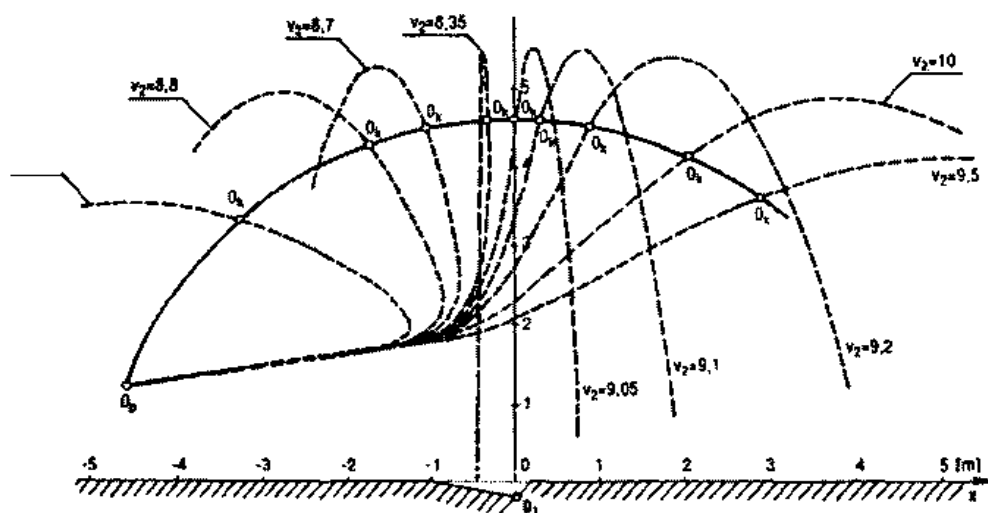
A oto przykład takiej symulacji zastosowanej w skoku o tyczce¹. Zadaniem tyczkarza jest pokonanie maksymalnie dużej wysokości przy wykorzystaniu tyczki. Dlaczego najlepsi zawodnicy w skoku o tyczce oscylują w okolicy 6 m i coraz trudniej jest im tę granicę poprawić? Możliwości skoczka o tyczce są ograniczone szeregiem czynników. Pierwszy z nich – to możliwości maksymalnej prędkości na rozbiegu i nadania sobie odpowiedniej energii kinetycznej, która za pomocą tyczki jest częściowo zamieniana na przyrost energii

¹ Komor, A.: *Zastosowanie modelowania matematycznego w sporcie*. Wydawnictwo Instytutu Sportu, Warszawa, 1982

potencjalnej, czyli na przyrost wysokości położenia środka masy zawodnika. Możliwości siłowe zawodnika ograniczają maksymalną prędkość na rozbiegu do ok. 10-10,5 m/s. Z drugiej strony, tyczka ma określoną długość (5,2-5,6 m), a co ważniejsze charakterystyczną elastyczność. Są tyczki „twardsze” i bardziej „miękkie”. W końcu i poprzeczka znajduje się nie tylko na określonej wysokości, ale i w pewnym, ustalonym miejscu. To określa ograniczony zakres dopuszczalnych trajektorii środka masy ciała zawodnika podczas skoku.

Prezentowany model zawodnika jest rozwiązaniem uproszczonym – jest to jakby punkt materialny przyczepiony do końca tyczki (cała masa zawodnika znajduje się w jednym punkcie, w tym właśnie końcu tyczki). Pozwala to na napisanie równań mechaniki tego skoku i wprowadzenie ich do pamięci komputera.

Rycina 2 Tory środka masy ciała skoczka dla różnych prędkości [Komor 1982].



Sam model skoku to układ równań uwzględniający: różną długość tyczki, współrzędne środka masy ciała tyczkarza, charakterystykę tyczki, masę zawodnika, przyspieszenie ziemskie, przyspieszenia ciała zawodnika, rozwijane prędkości i przyspieszeń skoczka. Co z tego może wynikać? Na przykład możemy zbadać, jak wpływa prędkość na rozbiegu na trajektorię i wysokość skoku (rycina.2).

Niewielka zmiana prędkości rzędu 10 cm/s powoduje istotne zmiany w locie skoczka. W jednym przypadku jest on zbyt stromy i tyczka odrzuca zawodnika do tyłu; oznacza to, że zbyt wolno biegł. Natomiast za duża prędkość na rozbiegu przy elastycznej tyczce to zbyt płaska trajektoria skoku i znów niepowodzenie. Jak widać, istnieje tylko jedna optymalna prędkość na rozbiegu (odbicia) dla danej masy ciała zawodnika i parametrów stosowanej przez niego tyczki. Analogicznie można postąpić uwzględniając zmiany sztywności tyczki. W takim przypadku zawodnik zawsze odbija się z tą samą prędkością V , ale za każdym

razem ma inną tyczkę. I tu także istnieje tylko jedna optymalna tyczka, która pozwoli pokonać maksymalną wysokość.

I tak zmieniając tyczkę, czyniąc naszego zawodnika szybszym lub lżejszym, możemy znaleźć teoretycznie optymalne parametry skoku. Jest to doskonały model i praktyczny, i dydaktyczny, który bardzo przekonująco pokazuje wpływ podstawowych parametrów skoku i ich wzajemną współzależność.

Modele i symulacja komputerowa to nie tylko sam ruch. To także ciekawe modele przemian metabolicznych zachodzących w mięśniach zawodnika pod wpływem wysiłku, to modele nowego sprzętu sportowego czy wreszcie modele procesów decyzyjnych - taktyk sportowych. To ostatnie zagadnienie zostało rozwiązane przez programy komputerowe, które umożliwiają zapis rozgrywania zawodów w różnych dyscyplinach sportu (przykłady znajdujemy w piłce nożnej, pływaniu, tenisie stołowym, zapasach, piłce siatkowej i wielu innych). Generalnym założeniem w takich programach jest reguła: wyszkolony obserwator zapisuje i gromadzi w komputerze wybrane zachowania zawodników „na żywo” lub też zarejestrowane na taśmie video. Informacje te są przechowywane i analizowane w późniejszym okresie pod kątem pakietu pytań przygotowywanych przez trenera.

Przykładowy program wykorzystywany w piłce nożnej, SAGE Game Manager for Soccer, został opracowany do analizy gry w piłkę nożną i jest skonfigurowany z zapisem częstości skurczów serca (Heart Rate - HR). Program składa się z 3 modułów:

- moduł Database - w którym gromadzone są informacje ogólne o turniejach, meczach, drużynach, zawodnikach, trenerach, sędziach oraz boiskach;
- moduł Event Entry - służy do wprowadzania informacji o działaniach realizowanych przez zawodnika na boisku w czasie meczu lub treningu. Moduł ten umożliwia wybór informacji o HR, które jest synchronizowane z czasem działań zawodnika na boisku poprzez zapis na taśmie video;
- moduł Analyser - służy do analizy danych zabranych w dwóch pierwszych modułach.

I.2. KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE NAUCZANIA

Istotą komputerowego wspomaganie analizy działań zawodnika lub zespołu jest informacja oparta na tzw. sprzężeniu zwrotnym (feedback). Zapewnia ona szybkość, dokładność oraz skuteczność przekazu.

Informacja przekazywana zawodnikowi o wykonanej czynności jest jedną z najważniejszych zmiennych wpływających na uczenie się oraz wykonanie ruchu. Wiedza o dokładności, z jaką zawodnik wykonuje działanie, jest podstawą w procesie uczenia się,

a także w sytuacjach niepowodzeń. Prowadzone w tym zakresie badania wykazują, że sposób podania informacji i jej jakość determinują stopień świadomego podejście zawodnika do treningu.

Aby precyzyjnie wykorzystać systemy analizy komputerowej, należy przygotować tzw. trening strukturalny, który będzie uwzględniał stopień trudności zadań na boisku. Na początku należy zdefiniować zachowania, które obserwatorowi są znane, a które mogą być niejasne, subiektywne lub niekompletne. Zachowania zawodników są często trudne do opisanie, ze względu na złożoność wielu faktów, które wpływają na proces obiektywizacji obserwacji. Z metodologicznego punktu widzenia uporządkowanie wg konkretnych kryteriów pozwala lepiej analizować relacje przyczyna-skutek.

Istnieją dwa fundamentalne cele, jakie należy zrealizować na etapie szkolenia: nauczyć przyszłego obserwatora zbierania danych (informacji) i ich zapisywania wg różnorodnych technik i metod, w których pracuje dana maszyna, oraz, co wydaje się być trudniejszym zadaniem, nauczyć obserwatora definiowania kategorii zachowań (kodowania działań występujących na boisku). Dobrze wyszkolony obserwator powinien mieć wiedzę na temat podstawowych zachowań, powinien je rozumieć oraz umieć dostosować i analizować działania na boisku do konkretnych sytuacji.

Program takiego treningu powinien uczyć i doskonalić proces obserwacji, czyli gdzie patrzeć, jak patrzeć i czego szukać? Prawidłowo prowadzony trening pomoże zredukować tendencje do zwracania uwagi na drugorzędne (niepotrzebne) elementy. Powinien również sprzyjać samokształceniu obserwatora tak, aby coraz łatwiej rozumiał on zdefiniowane działania i był wyposażony w szeroki wachlarz praktycznych doświadczeń.

Dlatego też kompleks komputer-video okazał się bardzo efektywną metodą w nauczaniu, powtarzaniu i zapamiętywaniu efektów nauki. Taśma z zarejestrowanym treningiem zawierała kilka nagranych części. Po wyświetleniu każdej części taśmy program komputerowy, interaktywnie, aktywizował ćwiczących, zadając pytania dotyczące oglądanego fragmentu. Odpowiedzi były podstawą wyboru przez komputer następnego fragmentu taśmy. W przypadku nieprawidłowej odpowiedzi komputer uruchamiał ponownie poprzedni fragment taśmy. Poprawne odpowiedzi wywoływały przesunięcie taśmy do nowego fragmentu.

Celem interaktywnej współpracy obserwatora z komputerem i video jest przede wszystkim:

- interakcja poprzez komputer;
- wskazanie punktów krytycznych w działaniach i czynnościach oraz selekcja obrazów i ich automatyczne wyświetlanie (poprzez video);
- porównanie zarejestrowanych danych z oczekiwanymi (video i komputer).

Profesjonalne wykorzystywanie komputera w środowisku sportowym jest względnie nowe i z pewnością jeszcze nie powszechne. Video jako środek pomocniczy jest szeroko akceptowane, jako źródło informacji zwrotnej (feedback) zarówno dla pojedynczego zawodnika, jak i całych drużyn.

W praktyce z wykorzystaniem video wiążą się dwa główne problemy. Pierwszy to wskazywanie „punktów krytycznych” (błędnych) w działaniu zawodnika. Po ich zdefiniowaniu pojawia się problem technologiczny. Czy można tak rozwinąć program, aby zapewnił szybką i efektywną stymulację zawodnika w kierunku poprawy zarejestrowanych błędów. Zaletą taśmy video jest możliwość selekcji obrazów i automatycznego ich wyświetlania.

Wykorzystanie komputera połączonego z video w analizie jest szczególnie rozbudowane w procesie szkolenia zawodników w grach zespołowych. Podczas gdy obserwator wprowadza pewną sekwencję kodów dotyczących gry, system VCR (video) zapisuje obraz działań w czasie zawodów. Porównując dane zaobserwowane i oczekiwane, trener może wskazać zawodnikom zasadnicze błędy popełnione w czasie realizacji zadań. Problemy te mogą być automatycznie wydrukowane lub wyemitowane z taśmy i udostępnione do wglądu zawodnikowi lub drużynie. Po przedyskutowaniu odpowiednich fragmentów gry (sekwencji) zawodnicy uczestniczą w zajęciach praktycznych korygujących błędy. Poprzez cykliczną obserwację i analizę ćwiczeń zawodnik bardziej świadomie podchodzi do treningu.

Poniżej opisano przykład opracowania z zakresu piłki siatkowej.

Wideodysk w piłce siatkowej oparty został na książce Boba Brattona i Brada Kilba pt: *400 Volleyball Drills and Ideas* i zaprojektowany jako interaktywny poradnik dla trenerów. Dysk zawiera opis oraz obrazy 400 działań siatkarza począwszy od podstawowych umiejętności odbijania piłki i zagrywki do kompleksowych działań czołowych zespołów profesjonalnych. W wielu przypadkach, gdy obserwowane są trudności w opanowaniu danego elementu techniki, istnieje możliwość zobaczenia sekwencji ruchowej w zwolnionym tempie,

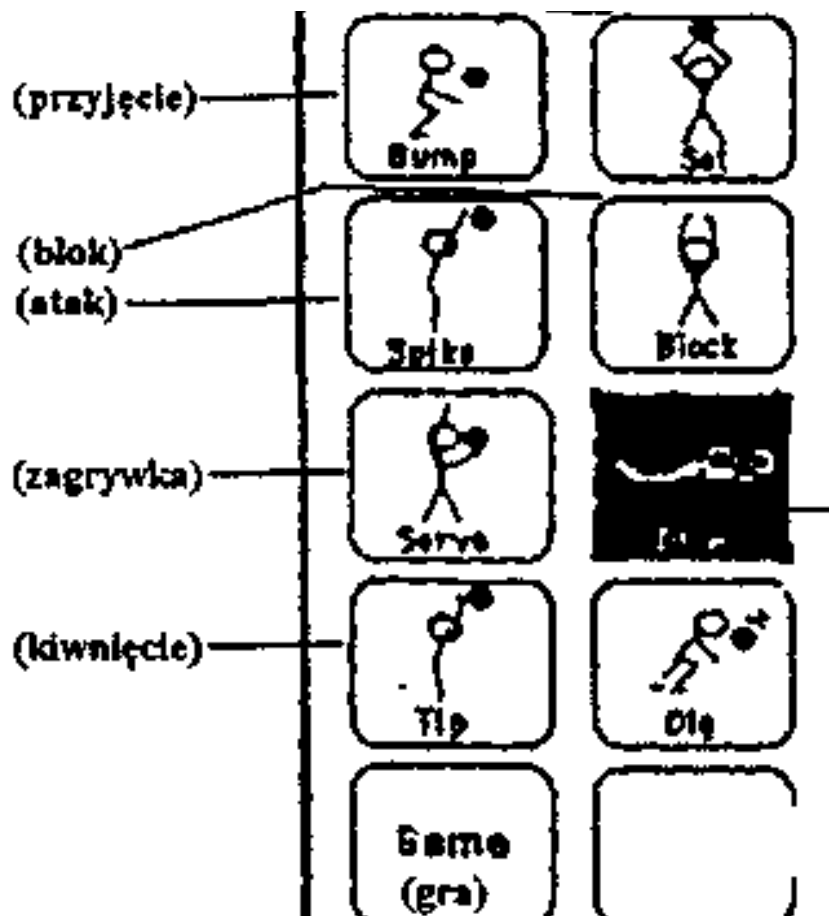
a nawet zatrzymania go oraz przesuwania do przodu i tyłu. Baza ta zawiera praktyczne rady i propozycje rozwiązań – jest bardzo przydatna dla szkolenia kandydatów na trenerów.

Do programu wprowadzono także dział dotyczący budowy urządzeń oraz pomocy trenerskich. Aby zaplanować zajęcia praktyczne, trener wykorzystuje kartę planowania (na ekranie) wyposażoną w ikony i przyciski umożliwiające wybór:

- działań (czynności), które mają być doskonalone;
- poziomu umiejętności graczy;
- liczby graczy biorących udział w ćwiczeniach, itp.

System wyszukuje właściwą czynność i wyświetla na ekranie kartę dla każdej takiej czynności (rycina 3). Karta zawiera wszystkie potrzebne informacje, takie jak: nazwa ćwiczenia oraz jego opis, potrzebny sprzęt. Trener ma możliwość oglądania danej czynności w konkretnym działaniu naciskając odpowiedni przycisk. Dla graczy i studentów specjalizacji trenerskich system może prezentować doskonały pokaz w wykonaniu czołowych graczy świata.

Rycina 3 Przykład programu „Volleyball” na CD-ROM [Soucie, Katz 1992].

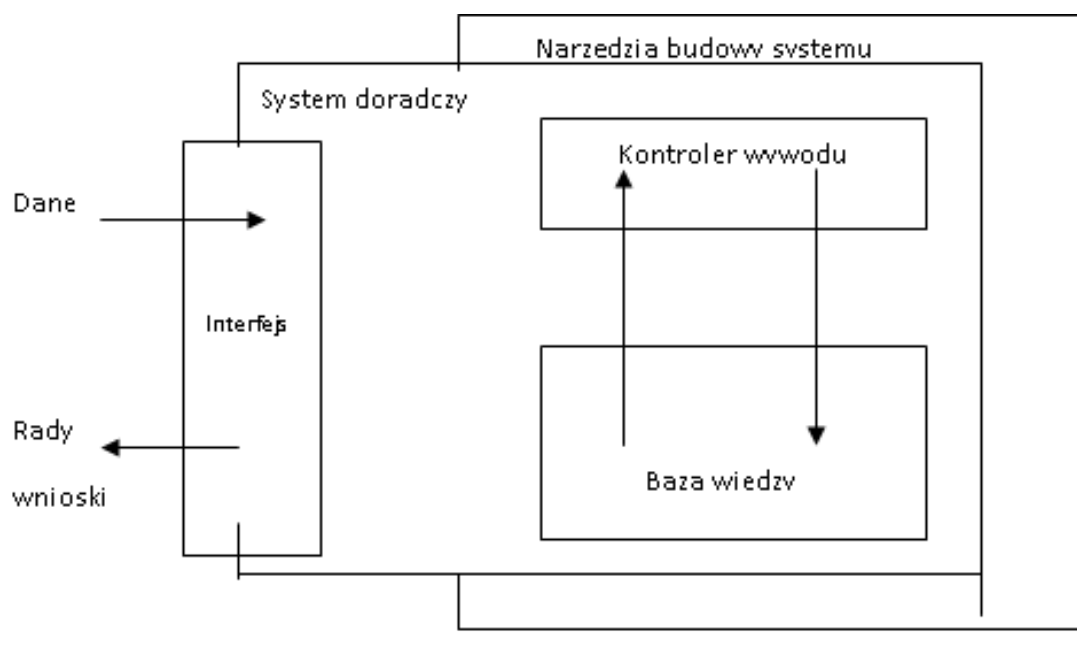


I.3. SYSTEMY EKSPERCKIE (DORADCZE) W SPORCIE

Ambicje ludzkie dążą do stworzenia maszyn, które robiłyby to samo co ludzie, tj. umożliwiały rozumienie, rozumowanie, działanie - a to jest dążenie w kierunku sztucznej inteligencji. Sztuczna inteligencja jest nauką mającą za zadanie nauczyć maszyny zachowania podobnego do ludzkiego². Dziedzinami sztucznej inteligencji są m.in. systemy eksperckie (SE) oraz sztuczne sieci neuronowe.

System ekspercki (doradczy) to program komputerowy, składający się z trzech niezależnych fizycznie, współpracujących ze sobą części (baza wiedzy, kontroler wyводу, interfejs), który ma na celu zastąpienie pracy eksperta w danej dziedzinie. Jako rezultaty badań nad sztuczną inteligencją systemy te są programami komputerowymi zawierającymi wiedzę oraz umiejętności podejmowania decyzji w obszarze pracy danego specjalisty. Potrafią podejmować takie same decyzje jak eksperci, pod warunkiem wprowadzenia tych samych informacji.

Rycina 4 Budowa systemu eksperckiego [Chromiec, Strzemieczna 1994]



² Chromiec J., Strzemieczna E.: *Sztuczna inteligencja. Metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich*. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ. Warszawa. 1994

Jakie zadania mogą być rozwijane przez komputerowe systemy eksperckie? Głównie powinny one umożliwiać interpretację, przewidywanie, diagnozowanie, projektowanie, planowanie, monitorowanie, naprawianie, instruowanie i kontrolę.

Podstawową funkcją w treningu sportowym jest modelowanie, dostarczanie odpowiedzi na różne pytania i zadania, testowanie różnych opcji poprzednich strategii, innych kluczowych informacji, które mogą być wykorzystane do dalszych badań, analiz oraz modyfikowania treningu.

Systemy takie składają się z trzech komponentów³ (rycina4):

- baza wiedzy — część systemu zawierającą wiedzę o dziedzinie i o podejmowaniu decyzji przez eksperta;
- kontroler wyводу⁴ — część systemu kierująca rozwiązaniem problemu. Jest odpowiedzialna za poprawne zastosowanie meta-wiedzy⁵ i wiedzy, obsługę ewentualnych sytuacji wyjątkowych, sposób wnioskowania, zasady pracy, które muszą być przestrzegane w rozwiązywaniu problemów (system ekspercki pozbawiony kontrolera wyvodu nie jest w stanie zastosować posiadanej wiedzy, po prostu nie działa; w systemie zredukowanym do minimum, kontroler wyvodu przyjmuje postać: „wybierz pierwszą możliwą do zastosowania regułę i zastosuj ją”);
- interfejs — część systemu zajmująca się komunikacją ze światem zewnętrznym (w szczególności z użytkownikiem), odpowiedzialna zarówno za wprowadzanie danych do systemu, jak i za wyprowadzanie na zewnątrz wniosków systemu (zasady interpretowania danych na podstawie posiadanej wiedzy). Interfejs to moduł komunikacji z użytkownikiem podzielony umownie na wejście i wyjście. Zadaniem „wejścia” jest dostosowanie i przekształcenie informacji na tyle, aby stała się zrozumiała dla maszyny. Zadanie „wyjścia” jest odwrotne - ma ono przekształcić, dopasować informację komputerową do postaci zrozumiałej dla człowieka. Interfejs poprzez wprowadzanie i wyprowadzanie informacji umożliwia dialog człowieka z komputerem.

³ Chromiec J., Strzemieczna E.: *Sztuczna inteligencja. Metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich*. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ. Warszawa. 1994

⁴ Spotykane jest też określenie **reguły wnioskowania** (rule base)

⁵ Metawiedza – jeśli wiedza jest rozległa, może być podzielona na poziomy, wówczas zawartość wyższych poziomów to metawiedza, czyli „wiedza o wiedzy”, niemożliwe jest istnienie systemu eksperckiego bez wiedzy.

Opracowanie SE wymaga współpracy tzw. inżyniera wiedzy – specjalisty od programowania, z ekspertem z danej dziedziny. Ten pierwszy stara się różnymi metodami wydobyć wiedzę i sposób jej stosowania do rozwiązania danego problemu. Jeżeli np. w piłce nożnej rozwijamy SE do nauki taktyki gry, programista musi wiedzieć, jakie zachodzą procesy i jakimi regułami kieruje się trener przy podejmowaniu decyzji w konkretnych sytuacjach.

Przykładowe rozwiązanie systemu eksperckiego w koszykówce (tabela.1) opracowali naukowcy z Izraela. System BASKETBALL jest doradczym systemem eksperckim dla trenerów koszykówki na temat doboru zawodników do drużyny, a także wyboru strategii walki z konkretnym przeciwnikiem. Deterministycznie ustalono zasady działania systemu (tj. zachowania zawodników na boisku podlegają dającym się opisać prawidłowością) i dostosowano je do różnych poziomów kontroli.

Program powstał w celu doradzania trenerowi koszykówki w zakresie:

- konfiguracji pierwszej piątki graczy;
- strategii dopasowanej do meczu z drużyną przeciwną opartej na słabych i mocnych punktach obu zespołów;
- ogólnych informacji na temat ligi i miejsca w lidze.

Sesje w programie BASKETBALL zaczynają się od gromadzenia danych, zwłaszcza dotyczących różnych zawodników obu zespołów. Może brakować informacji na temat niektórych zawodników (zazwyczaj należących do drużyny przeciwnej). Program może poradzić sobie z informacjami cząstkowymi. Informacje dotyczące poszczególnych zawodników zawierają następujące pozycje (porównaj z oznakowaniem w tabeli 1):

- A - numer zawodnika,
- B - wysokość ciała,
- C - procent celności rzutów,
- D - szybkość zawodnika,
- E -uwarunkowania zdrowotne,
- F - główna rola zawodnika w ataku,
- G - drugoplanowa rola zawodnika w ataku,
- H - sprawność zawodnika w obronie,
- I - staż zawodniczy,
- J - procent obecności w pierwszej piątce,
- K - średnia zbiórek w meczu,
- L - agresywność w grze.

Przykład rozwiązania wraz z zaleceniami przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1 Wyniki końcowe w SE BASKETBALL [Nissan, Simhon, Zigdon 1992]

INPUT DATA (wprowadzone dane)											
drużyna gospodarzy:											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L M
						10					
10	180	15	5	10	2	3	90	3	100	12	5
15	220	18	5	10	1	1	100	3	100	30	5
12	180	17	4	95	2	0	100	3	100	20	5
17	210	12	5	95	1	0	90	3	70	30	2
14	175	12	5	10	2	0	90	3	60	20	5
U	191	15	5	10	1	2	90	1	90.	22	2
9	182	15	5	10	2	3	90	3	90	20	4
16	170	U	1	10	2	0	80	2	40	20	2
18	190	17	2	50	2	1	80	1	90	20	2
19	172	18	3	70	2	0	80	2	90	20	2
drużyna gości:											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L M
						11					
12	175	61	2	99	3	0	80	2	70	10	3
13	215	46	5	95	1	1	100	3	100	10	5
9	180	56	5	10	2	0	100	3	100	10	5
32	209	40	3	10	1	0	80	2	90	30	5
10	170	11	1	50	2	0	80	2	90	10	5
11	190	17	1	50	2	1	80	1	90	12	3
14	172	18	1	40	2	0	80	2	90	13	2
22	175	62	3	10	2	0	80	2	90	15	5
16	210	10	1	40	1	0	40	1	30	5	1
18	190	17	2	30	2	1	10	1	30	5	1
19	202	10	3	20	1	0	20	1	30	5	1
globalnie:						drużyna gospodarzy:			drużyna gości		
	N	O			P	Q			P	Q	
	1	10			5	3			4	3	

OUTPUT OF SESSION 2 (dane wyjściowe)

Przewidywany skład zespołu przeciwnika:

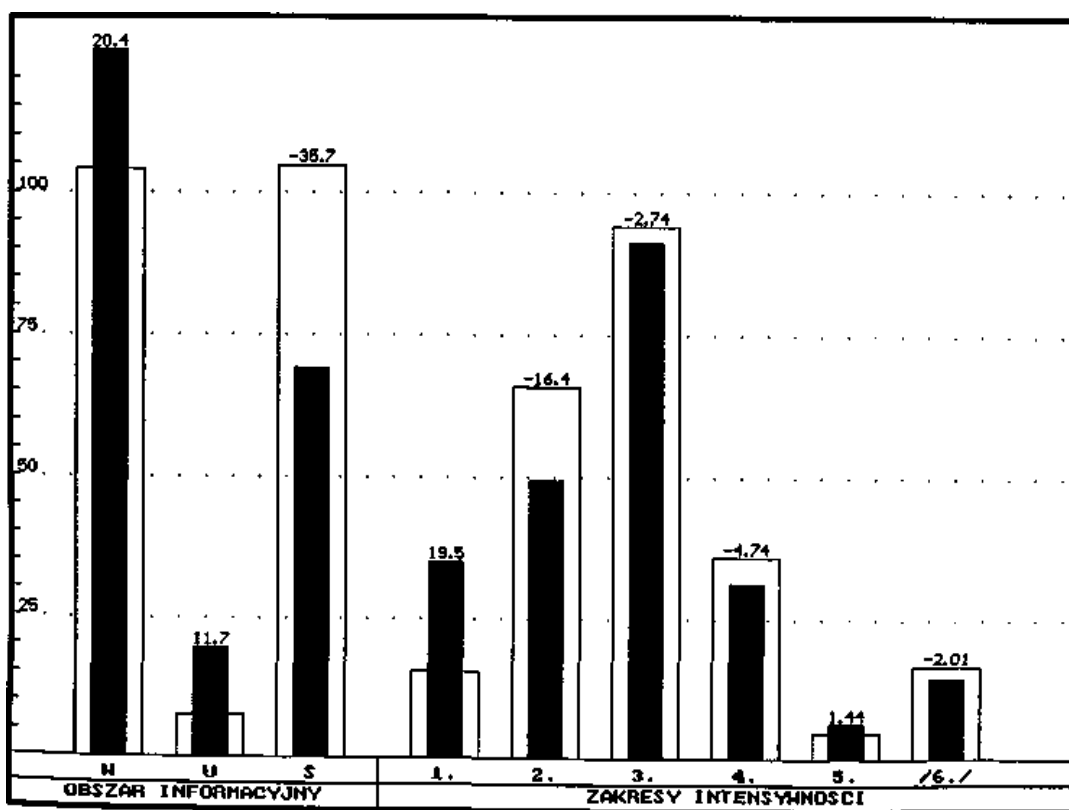
Przewidywany skład zespołu gospodarzy:

Nr zaw.	Pozycja	Wysokość ciała (cm)	Nr zaw.	Pozycja	Wysokość ciała (cm)
12	point-guard	175	12	point-guard	182
22	shooting-guard	175	22	shooting-guard	175
9	shooting-guard	180	9	shooting-guard	180
13	center	215	13	center	210
32	center	209	32	center	220

I.4. METODY STEROWANIA TRENINGIEM

Matematyczno-informatyczne modelowanie obciążeń wysiłkowych oparte jest na założeniu, iż kompleksowo rozumiane obciążenia treningowe najlepiej charakteryzują proces treningu, a to uzasadnia przyjęcie hipotezy, iż technologia rozwiązań treningowych (w zakresie sprawności ogólnej i specjalnej, technicznej, taktycznej, psychologicznej itd.) warunkuje kierunek i siłę procesów adaptacyjnych. Poznanie tych zależności wymaga poszukiwania rozwiązań optymalizacyjnych opartych na racjonalnych sposobach rejestracji danych i przetwarzania informacji o treningu i jego wpływie na organizm. Na takich założeniach opracowany został w Zakładzie Teorii Sportu AWF w Warszawie program komputerowy TreOb, pozwalający rejestrować zrealizowaną pracę treningową, a następnie tak zebrane informacje przetwarzać i analizować ze względu na strukturę obciążeń i ich przebieg w funkcji czasu. Efekty tego typu analiz zaprezentowano na rycinie 6.⁶

Rycina 5 Przykład porównania struktury obciążeń treningowych dwóch 4-letnich cykli w zapasach.



⁶ Kosmol A.: *Systemy informatyczne sterowania obciążeniami wysiłkowymi w wybranych dyscyplinach sportu*. Monografie i Podręczniki, AWF, Warszawa, 1999.

Częste trudności w jednoznacznym określeniu wzajemnych zależności między różnymi zmiennymi modelowania procesu przygotowania zawodników do najważniejszych zawodów powoduje, że naukowcy poszukują efektywniejszych innych metod. Trening jest niezwykle złożonym procesem zarówno z uwagi na dużą liczbę czynników (zmiennych niezależnych), jak i trudności w sformułowaniu analitycznego modelu matematycznego (nie są bliżej rozpoznane powiązania w zjawiskach fizyko-chemiczno-biologiczno-psychologicznych, wpływające bezpośrednio na wynik sportowy). Dlatego należy poszukiwać modeli matematycznych przybliżonych, jakimi mogą być m.in. modele statystyczne z sieciami neuronowymi. Dlatego w obszarze opisu i modelowania wszelkich zjawisk zastosowanie znajdują obecnie tzw. sieci neuronowe. Uzasadnia się to tym, że zastosowanie sieci neuronowej do opisu danego zjawiska nie wymaga szczegółowej wiedzy o mechanizmach nim rządzących. Pozwala to, w wielu wypadkach, na uzyskanie modelu zjawiska bez znajomości samego zjawiska. Opisywany proces jest więc traktowany jako „czarna skrzynka”, którego wejścia i wyjścia są zdefiniowane, a obliczenia powtarza się tak długo, aż uzyskany błąd nie przekroczy wartości uznanej za dopuszczalną, co kończy etap uczenia sieci.⁷

Działanie takiego modelu może w praktyce wyglądać następująco:

- mamy dane eksperymentalne (treningowe) z miesiąca lub dwóch, które są ilustracją treningu zawodnika;
- uczymy sieć tak, aby potrafiła dane te zaprezentować, tzn. na wyjściu da taki wynik, jakie dane zostały wprowadzone;
- od tego momentu można już próbować zmieniać dane wejściowe np. obciążenia i oczekiwać wyniku wyliczonego przez sieć;
- w kolejnym miesiącu wprowadzone zostają do sieci następne dane o obciążeniach - obserwujemy jaki wynik został osiągnięty przez sieć i porównujemy z wynikami eksperymentalnymi;
- jeżeli są różnice, to w kolejnym kroku uczymy sieć, uwzględniając zarejestrowaną różnicę, przez co sieć staje się dokładniejsza, itd.,
- sprawdzamy w powyższy sposób (model) i coraz bardziej go udoskonalamy.

Cykl uczenia jest tym trudniejszy, im struktura sieci jest bardziej rozbudowana. Z drugiej strony, rozbudowana struktura sprzyja większej dokładności.

⁷ Rutkowska S., M. Piliński, L. Rutkowski: *Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte*. PWN, Warszawa, 1997.

ROZDZIAŁ II. ZAGADNIENIA METODOLOGICZNE

II.1. ZAGADNIENIA BADAWCZE I CEL PRACY

Inspiracją do napisania pracy o tematyce dotyczącej systemów informatycznych monitorujących działalność piłkarzy nożnych było to, iż od kilkunastu lat jestem osobiście związany z piłką nożną. Kilka lat temu jeszcze, jako piłkarz, a dziś już jako trener, nurtują mnie pytania dotyczące tego w jaki sposób jesteśmy w stanie zmierzyć i zbadać wielkości wydolnościowo-motoryczne piłkarzy. Dotyczy to także opisu gry całego zespołu w świetle techniczno-taktycznym. Wiąże się z tym m.in. postęp technologiczny i rozwój wielu systemów metrycznych, które są obecnie dostępne na rynku sportu wyczynowego. W Polsce, również funkcjonują narzędzia tego typu, jednakże, które warto, lub które bylibyśmy w stanie wprowadzić w naszych warunkach ekonomiczno-poznawczych jest sprawą problemową.

Celem pracy jest przegląd dostępnych na rynku systemów informatycznych umożliwiających monitorowanie działalności treningowo-meczowej zawodników grających w piłkę nożną. Dlatego zadano sobie następujące pytania:

1. Czy istnieją powszechnie standardy systemów informatycznych dedykowane dla branży sportowej umożliwiające rejestrację i analizę:
 - wielkości fizjologicznych,
 - wielkości lokomocyjnych,
 - wielkości opisu taktycznego?
2. Które z tego typu systemów można zastosować w polskich warunkach szkolenia piłkarzy nożnych?

II.2. METODY I NARZĘDZIA BADAWCZE

W realizacji celu pracy wykorzystano metodę analizy i syntezy polegającą na ekspertyzie działania wybranych programów pod kątem możliwości wykorzystania do wspomagania procesu treningowego i podejmowania decyzji szkoleniowych przez zespoły kontrolno-koordynacyjne piłki nożnej.

Jako narzędzia badawcze wykorzystano dobór celowy dokumentacji technicznej i opinie środowiska naukowo-sportowego studiowanych systemów mieszczących się w zakresie pytań badawczych. Wykorzystano zestawienia rankingowe dotyczące ceny zakupu systemu, ceny w przeliczeniu na zawodnika, dostępności na rynku, zakresu mierzonych

wielkości i ilości monitorowanych parametrów, precyzji pomiaru, metod pomiaru, ergonomii i popularności rynkowej. Do wykonania porządkowania i analizy danych skorzystano z arkusza kalkulacyjnego. W celu zestawienia syntezy wyników do dalszych porównań wykorzystano zestawienia tabelaryczne.

II.3. MATERIAŁ I PRZEBIEG BADAŃ

Materiał badań stanowiły systemy i programy komputerowe powszechnie wykorzystywane do monitoringu działalności sportowej podczas treningów i meczy piłkarskich. Było to 9 następujących produktów:

1. Polar Team Pro
2. Opaska Vivofit
3. Adidas Micoach
4. Catapult
5. Prozone
6. GPS Sports
7. Amisco
8. Castrol Performance Index
9. InStat

Na początku przestudiowano opracowania monograficzne dotyczące monitorowania działalności sportowej. Następnie odniesiono zdobyte informacje do opinii na ich temat na fachowych forach poświęconych statystycznym aspektom gry w piłkę nożną. Rozważono wybrane systemy pod kątem pracy trenerskiej do zbierania danych, na podstawie których istnieje możliwość doboru, selekcji i korekcji treningu sportowego piłkarzy nożnych. Przekonsultowano z Promotorem pracy braki informacji na temat cen, sposobów i metod pomiaru oraz aspekty związane z precyzyjnością pomiarów badanych systemów monitorowania sportowca. Wykorzystano również nie publikowane informacje uzyskane od Promotora pracy (patrz załącznik). Zebrane materiały posegregowano w kategoriach mierzonych wielkości, tj.: fizjologicznych, lokomocyjnych i opisu taktycznego. Następnie w arkuszu kalkulacyjnym zestawiono 9 arkuszy szczegółowych, które umożliwiły według przyjętej kategoryzacji zestawienie kolejnych zestawień porównawczych.

ROZDZIAŁ III. WYNIKI BADAŃ

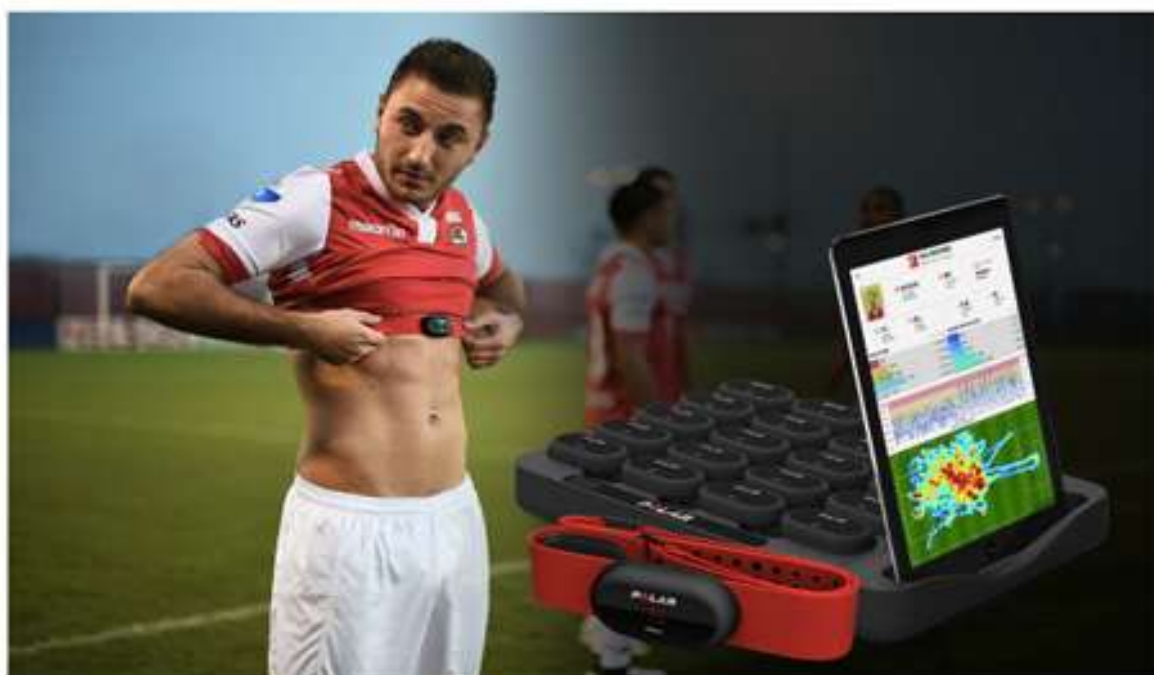
III.1. MONITORING WIELKOŚCI FIZJOLOGICZNYCH

Polar Team Pro jest to system monitorowania zawodników z GPS, łączy on w sobie technologie GPS z akcelerometrem i pomiarem pracy serca. Tworzy to idealne połączenie do monitorowania piłkarzy. Polar Team Pro daje możliwość łączenia sesji z treningu grupowego z tym przeprowadzanym indywidualnie dzięki temu można uzyskać pełen obraz kondycji fizycznej każdego zawodnika oraz monitorować codzienną aktywność, stan regeneracji oraz sen, co umożliwia odnalezienie odpowiedniej równowagi między aktywnością fizyczną a odpoczynkiem. Dzięki takiej technologii można monitorować obciążenia i wyniki drużyny dostosowując poziom intensywności do każdej sesji treningowej, a dodatkowo również umożliwia bardzo łatwe porównanie obciążeń wszystkich treningów i przedstawia, który trening jest wydajniejszy, długi i mało intensywny, czy krótki ale bardzo intensywny, funkcja ta również pozwala określić przykładowy czas regeneracji.⁸ Technologia pozwala określić intensywność treningu dzięki danym dotyczącym prędkości i tempa, a dodatkowo posiada system monitorujący liczbę sprintów każdego z zawodników. Opaska ta posiada w sobie funkcje gromadzenia danych z treningów i przesyłanie ich na Ipada, w tym pokazuje tętno zawodników oraz to jak się poruszają po boisku. Największa ilość, jaką da się monitorować w jednym czasie to 60 graczy.⁹

⁸ <http://kibicpoznanski.pl/lech-poznan/wydarzenia/2143-po-co-komu-amisco-nowoczesnosc-nie-dla-lecha.html>
dostęp: 22.05.2017

⁹ http://legionisci.com/news/39639_Amisco_-_przydatny_system_do_analizy_ktory_nie_zastapi_trenera.html
dostęp : 22.05.2017

Rycina 6. Zawodnik w opasce Polar Team Pro



ŹRÓDŁO: [HTTP://TRAINING-CONDITIONING.COM/CONTENT/POLAR-TEAM-PRO](http://training-conditioning.com/content/polar-team-pro)

Opaska Vivofit jest to najnowocześniejsza smart opaska, która posiada nie tylko czujniki rejestrujące szczegółowe dane dotyczące treningu, ilości zrobionych kroków, czy pokonane piętra, ale dodatkowo przedstawia dokładne informację o przebytych dystansie, utrzymanym tempie oraz daje możliwość prześledzenia pokonanej trasy na mapie. Jest to pierwsza fitness opaska, która na samym wstępie wyświetla założone codzienne cele, śledzi postępy i przypomina o ruchu. Ta nowoczesna opaska poznaje aktualny poziom aktywności człowieka a następnie wyznacza kolejny cel, przy realizacji wyznaczonego planu dostosowuje w taki sposób, aby stopniowo kierować użytkownika ku większej aktywności. Posiada ona wbudowany wysokościomierz barometryczny, a intensywność ćwiczeń dostosowywana jest na podstawie tętna, opaska wytrzymuje bez ładowania 5 dni i poziom wodoodporności to 50m, więc bez obaw można się w niej kąpać. Dysponuje ona również funkcją, która informuje właściciela o tym, że zbyt długi czas przebywa bez ruchu, przedstawia dzienną aktywność fizyczną i ustala spersonalizowane cele kroków do wykonania w danym dniu, w ten sposób motywuje do systematycznej aktywności fizycznej. Osoba użytkująca może samodzielnie ustawić sobie założony cel w postaci intensywności ćwiczeń lub pokonania liczby pięter, a podczas snu będzie monitorowała regenerację i odpoczynek. Opaska ta posiada również funkcje powiadamiania wibracją o połączeniach lub smsach przychodzących na smartfona,

oraz przypomina o zdarzeniach zawartych w kalendarzu. Dzięki opasce można zlokalizować swój zagubiony telefon, odtwarzać muzykę czy sterować kamerką, a wszystko to dzięki aplikacji, którą należy mieć zainstalowaną w telefonie.¹⁰

Rycina 7. Opaska Vivofit



ŹRÓDŁO: [HTTP://WWW.TECHWORKS.PL/ARTYKUL,478,26,1,TEST_GARMIN_VIVOFIT.HTML](http://www.techworks.pl/artykul,478,26,1,TEST_GARMIN_VIVOFIT.HTML)

Adidas micoach elite team system - to sprzęt wyprodukowany przez niemiecką firmę, który zadebiutował w 2013 roku. Jest to mały czujnik, mniejszy i cieńszy niż telefon komórkowy, można go łatwo zmieścić między łopatkami gracza w specjalnej koszulce. Micoach jest stosowany przez wszystkie drużyny MLS, system ten jest jednym z niewielu systemów monitorujących, które posiadają funkcję monitorowania i gromadzenia danych dla całego zespołu. Posiada sześć programów treningowych przygotowanych przez profesjonalistów, pod takie dyscypliny jak piłka nożna, tenis, koszykówka, bieganie. Aplikacja micoach automatycznie aktualizuje się ze stroną micoach.com gdzie plany szkoleniowe są spersonalizowane dla każdego ćwiczącego dzięki temu można monitorować analizować i sprawdzić progres zawodnika. Dzięki systemowi Android smartfon staje się prywatnym trenerem, który posiada funkcje głosowe, podpowiada, kiedy przyspieszyć a kiedy zwolnić, posiada wbudowany kalendarz przypominający o ćwiczeniach. System ten posiada możliwość analizowania postępów z treningu wraz z wykresami i mapami, daje możliwość dzielenia się wynikami z innymi użytkownikami, moc, dystans, prędkość oraz tętno

¹⁰ <https://buy.garmin.com/pl-PL/PL/p/143405> dostęp : 23.05.2017

zawodnika, dzięki czemu kluby piłkarskie są w stanie osiągnąć i utrzymać maksymalną wydolność fizyczną. Elite team system jest wykorzystywany przez klub piłkarski AC Milan, inne reprezentację, które korzystają z tego systemu to Meksyk, Argentyna, Japonia, Kolumbia. Micoach różni się w szczególności tym od swojej konkurencji, że do analizy trenera nie jest potrzebne specjalne oprogramowanie a wystarczy aplikacja na smartfonie a wyniki są przesyłane od razu. Jednym ze sposobów na wykorzystanie danych jest zapobieganie urazom i przetrenowaniu jednak na obecną chwilę wykorzystywany tylko w treningu, ponieważ FIFA nie wydała zgody na pomiary w trakcie rozgrywek obawiając się, że jeden z zespołów mógłby mieć nieuczciwą przewagę nad rywalem.¹¹

Rycina 8. System Adidas micoach elite team



ŹRÓDŁO: [HTTP://WWW.SPIDERSWEB.PL/2014/04/NOWE-TECHNOLOGIE-W-PILCE-NOZNEJ.HTML](http://www.spidersweb.pl/2014/04/nowe-technologie-w-pilce-noznej.html)

W tabeli 3 zestawiono porównanie wyżej scharakteryzowanych systemów monitorujących wielkości fizjologiczne. Najbardziej popularnym w Polsce jest produkt firmy Polar. Być może w przyszłości rozwiązanie firmy Adidas przy silnym wsparciu PZPN i FIFA zdominuje w tym względzie rynek polskiej piłki nożnej.

¹¹ <https://www.sporttechie.com/breaking-down-the-top-3-player-performance-tracking-systems/>
dostęp: 27.05.2017

Tabela 2. Systemy monitorujące wielkości fizjologiczne

Systemy monitorujące Parametry Fizjologiczne			
	Polar Team Pro	Opaska Vivofit	Adidas Micoach
Cena	Zestaw 46500zł	199zł	100/200zł
Cena na 1 zawodnika	Nadajnik 1320zł	199zł	150zł
Dostępność	Finlandia	USA	Niemcy
Mierzone wielkości	-Tętno -Monitoruje obciążenie i intensywność treningu -Sprawdza codzienną aktywność oraz czas regeneracji	-Liczba kroków -Pokonany dystans i tempo -Liczba pokonanych pięter	-Monitorowanie tętna, pokonanego dystansu, prędkości -Moc działania -Indywidualne postępy zawodnika
Popularność	Poziom Reprezentacyjny	Poziom Amatorski	Poziom Reprezentacyjny
Precyzja	3	2	4
Metoda pomiaru	Bezpośrednia	Bezpośrednia	Bezpośrednia
Ergonomia	4	4	4

W tabeli znajdują się skala precyzji i ergonomii od 1 do 5. 1-niska 5- wysoka

Za systemem Adidas Micoach przemawia wszechstronność mierzonych wielkości oraz względnie przystępna cena. System jest najbardziej precyzyjny i dodatkowo uwzględnia lokomocyjne czynności zawodnika względem reakcji układu fizjologicznego. Trener na bieżąco w podglądzie na ekranie komputera - tabletu może dokonywać korekty obciążeń treningowych oraz w trakcie trwania meczu towarzyskiego (w regulaminowych meczach rozgrywkowych zakazane jest stosowanie jakiegokolwiek sprzętu bezpośrednio monitorującego aktywność piłkarza nożnego) wprowadzać precyzyjniej zmiany zawodnicze i tym samym wpływać na taktykę gry. System Adidas Micoach ze względu na rejestrowanie wielkości kinematycznych może również być brany pod uwagę w kolejnej analizowanej kategorii - monitorowanie wielkości lokomocyjnych.

III.2. MONITORING WIELKOŚCI LOKOMOCYJNYCH

Catapult to system monitorowania elitarnych sportowców, za pomocą tej technologii można ocenić wydajność sportowca i ewentualną gotowość powrotu do gry, wprowadzony został w 2006 roku przez firmę z Australii obecnie system jest ten używany przez 35 krajów w 35 różnych dyscyplinach sportowych. Platforma, która jest połączona z tym systemem daje możliwość analizy gry zawodnika na bieżąco, bardzo precyzyjnie pokazuje prędkość oraz przyspieszenie zawodnika. Posiada trzy osie do pomiaru liniowego ruchu, wpływ siły

przyśpieszenia i opóźnienia, oraz trzy osie skonfigurowane 200-2000 stopni na sekundę żyroskopy do pomiaru kątownego ruchu i obrót dający możliwość określenia dokładnego ruchu. System ten jest stworzony z wysokiej, jakości tworzywa, która nie ma wpływu na wynik bez względu na warunki atmosferyczne. Catapult daje również możliwość na przeprowadzenie biomechanicznej analizy: siły uderzenia, ułożenie stopy oraz orientację i wychylenie do przodu, tyłu lub na boki, jak również umożliwia jeszcze analizę taktyczną: synchronizuje nagranie GPS, powtórka w trakcie meczu lub już po spotkaniu, w jakości 2D do komunikowania strategii taktycznych zawodnikom lub trenerom. System umożliwia analizę po meczu dzięki niej można sprawdzić czas przyśpieszenia, uzyskać informację na mapie cieplnej pozycję gracza i odległości między zawodnikami, mapowanie pozycji gracza strzałkami, aby pokazać lokalizację sprintów i przyśpieszeń. Co ważne można ustawić indywidualnie dla każdego zawodnika alarm wydajności, który informuje trenera, jeśli zawodnik nie jest wydajny w takim stopniu jak powinien, przedstawia długość pokonanej trasy, liczbę sprintów, i tętno w to wszystko w czasie rzeczywistym, posiada 200 m zasięgu bezprzewodowego.¹²

Rycina 9. System Catapult



ŹRÓDŁO: [HTTP://TABLICZNI.PL/GADZETY/BLOG-W-KONCU-FIFA-ZAUWAZA-MOZLIWOSCI-UBIERALNYCH-TECHNOLOGII/](http://TABLICZNI.PL/GADZETY/BLOG-W-KONCU-FIFA-ZAUWAZA-MOZLIWOSCI-UBIERALNYCH-TECHNOLOGII/)

¹² <http://performbetter.co.uk/product/catapult-optimeye-x4-athlete-monitoring-system/> dostęp: 23.05.2017

Dzięki współpracy Brytyjskiej firmy „Prozone” z Ekstraklasą najlepsze polskie kluby otrzymują specjalne raporty wygenerowane przez system Matchviewer. Dzięki temu systemowi da się w pełni przeanalizować technicznie i taktycznie całe spotkanie przy użyciu jednej kamery lub sygnału telewizyjnego. Daje on możliwość na bieżąco analizować każdy moment i element meczu, możliwe jest prowadzenie analizy po meczu, rozpracowanie drużyny przeciwnej jak i ocena własnego zawodnika. Bez względu, który element gry chciałby zobaczyć sztab szkoleniowy, całe opracowanie znajduje się w meczowym raporcie analitycznym w języku angielskim. Każde opracowanie rozpoczyna się już po ostatniej minucie spotkania, każdorazowe przyjęcie piłki, zdarzenie, podanie, ruch i strzał zawodnika są zapisywane i ukazane w formie graficznej, statystycznej oraz wideo. Każdorazowe spotkanie to ok 3000 zdarzeń na boisku, które zostają zarejestrowane i przydzielone odpowiednim piłkarzom i sektorom boiska. W sezonie 2013/2014 Prozone Sports dostarczy dane dla następujących klubów Ekstraklasy, które zdecydowały się przystąpić do umowy: Górnik Zabrze, Jagiellonia, Korona Kielce, Lech Poznań, Legia Warszawa, Pogoń Szczecin, Ruch Chorzów, Widzew Łódź, Wisła Kraków, Zagłębie Lubin. Zespół, który posiada dany system jest w stanie zapewnić sobie przewagę na boisku, dodatkowe technologie rozwijające się pomagają w ulepszeniu gry i dorównanie do światowego poziomu w piłce nożnej.¹³

Rycina 10. System Prozone



ŹRÓDŁO: [HTTP://WWW.ARKA.GDYNIA.PL/NEWS,4575-ELEKTRONICZNY-SYSTEM-ANALIZY-MECZOW-WE-WSZYSTKICH-KLUBACH-EKSTRAKLASY.HTML](http://www.arka.gdynia.pl/news,4575-ELEKTRONICZNY-SYSTEM-ANALIZY-MECZOW-WE-WSZYSTKICH-KLUBACH-EKSTRAKLASY.HTML)

¹³ <http://www.ekstraklasa.org/ekstraklasa-i-prozone-sports> dostęp : 23.05.2017

System GPS Sports jest to Australijski system, dzięki któremu można uzyskać kompletny obraz dotyczący kompletnych wymagań fizycznych i fizjologicznych każdego piłkarza. System polega na noszeniu małych kamizelek z czujnikiem GPS podczas treningu. Kamizelki te dadzą możliwość kadrze trenerskiej na optymalizację pracy z piłkarzami poprzez bardzo szczegółową kontrolę obciążeń treningowych, a również ocenę poziomu wysiłku fizycznego i intensywności pracy każdego zawodnika z osobna oraz jego gotowości do meczu czy treningu. Ta technologia umożliwi dokładniej poznać potrzeby fizyczne poszczególnych zawodników i dzięki temu stosować większą indywidualizację przy dobieraniu obciążeń treningowych. Działania te oczywiście powinny przekładać się na lepszą formę fizyczną jak również mniejsze ryzyko kontuzji mięśniowych podczas sezonu.¹⁴

Rycina 11. Leo Messi zawodnik FC Barcelona w kamizelce GPS



ŹRÓDŁO: [HTTPS://TWITTER.COM/ESTVECALZADA/STATUS/583937989606301696](https://twitter.com/ESTVECALZADA/STATUS/583937989606301696)

¹⁴<http://statsports.com/football/>_dostęp 10.05.2017

W tabeli 4 zestawiono porównywane systemy monitorujące wielkości lokomocyjne. Na uwagę zasługuje system Prozone, ze względu na wykorzystanie metod analizy zmian w rejestrowanym obrazie, czyli wykorzystuje sposoby pośredniego pomiaru. Analizowane tym systemem drużyny nie są obciążone aparaturą pomiarową i zgodnie z przepisami gry w piłkę nożną ten system można wykorzystywać do oceny regulaminowych spotkań piłkarskich. Studiując materiały niepublikowane okazuje się, że koszty wykorzystania tej metody są uzależnione od kontraktu z firmą Prozone. Opierając się na opinii Promotora pracy, który współpracował z fizjologiem kadry narodowej w piłce nożnej prof. Zbigniewem Jastrzębskim, klub Manchester United za analizę swoich spotkań ligowych w rundzie jesiennej sezonu rozgrywkowego 2007/2008 ligi angielskiej zapłacił ponad 30 tys. funtów angielskich. System Prozone jest wykorzystywany także i w Polsce na poziomie ekstraklasy a koszty analiz pokrywa PZPN wraz z beneficjentem na transmisje meczowe. (nie dotyczy to meczy kadry narodowej). Systemy Catapult i GPS Sport są bliźniaczymi rozwiązaniami stosującymi pomiar bezpośredni. Znany jest jedynie koszt zakupu systemu Catapult (zakupiła go AWFIS w Gdańsku w 2011 roku za cenę 240 tys. zł za walizkę z 14 markerami GPS). Najprawdopodobniej cenowo podobnie kształtuje się oferta GPS Sport za najwyższy model w swojej ofercie.

Tabela 3. Systemy monitorujące wielkości Lokomocyjne

Systemy monitorujące Parametry Lokomocyjne			
	Catapult	Prozone	GPS Sports
Cena	240 000 zł	Brak danych	Brak danych
Cena na 1 zawodnika	17 142 zł	Brak danych	Brak danych
Dostępność	Australia	Wielka Brytania	USA
Mierzone wielkości	-Pomiar liniowy, kątowy i obrotowy ruchu -Analiza m.in. siły uderzenia, ułożenie stopy, wychylenie zawodnika w przód i tył oraz na boki	- Pomiar i analiza przyjęcia piłki, podania, ruchu zawodnika, oraz oddania strzału -Analiza w trakcie meczu	-Kontrola obciążeń treningowych -Ocena poziomu wysiłku fizycznego i intensywności pracy zawodnika na meczu i treningu
Popularność	Poziom naukowy	Poziom reprezentacyjny	Poziom reprezentacyjny
Precyzja	5	4	4
Metoda pomiaru	Bezpośrednia	Pośrednia	Bezpośrednia
Ergonomia	4	4	4

W tabeli znajdują się skala precyzji i ergonomii od 1 do 5. 1-niska 5- wysoka

Systemy Catapult i GPS Sport mają możliwość współpracy z holterem firmy Polar. Monitorowany zawodnik w tym przypadku musi być dodatkowo obciążony paskiem piersiowym wysyłającym sygnały pulsu do markera na plecach umieszczonego w kieszonce specjalnej koszulki. Uzyskane wyniki są bardzo precyzyjne i mogą być wzorcowe dla innych systemów monitorowania lokomocji. System Catapult powszechnie jest używany przez sztab szkoleniowy polskiej kadry narodowej w piłce nożnej oraz przez bogatsze kluby naszej ekstraklasy. Podsumowując jedynie system Prozone, choć najmniej dokładny, to jako jedyny z tych trzech może być wykorzystywany również do opisu taktycznego gry piłkarzy nożnych.

III.3. SYSTEMY OPISU TAKTYCZNEGO

Castrol performance index jest to system stworzony przez firmę Castrol dla piłkarzy nożnych, bazuje on głównie na formułach matematycznych, które potrafią ocenić każdy ruch gracza, strzały oraz wpływ zawodnika na wynik i grę. Analitycy, którzy zajmują się oceną spotkania wystawiają punkty np. za każde skuteczne zagranie, za to, w której strefie znajduje się zawodnik, poruszanie się na boisku, przyjęcia i zablokowane strzały. System ten przedstawia ranking, który mierzy wydajność każdego piłkarza w całej Europie z pięciu najlepszych lig, przedstawiane jest to na podstawie 12 miesięcy, jednak ranking jest publikowany, co miesiąc. Aby uzyskać Castrol Ranking Index na początku obliczana jest Castrol Index Score dla każdego piłkarza w każdej lidze i meczu ligowym. Punkty są sumowane z każdego meczu w okresie 12-miesięcznym. Castrol wyłania, co miesiąc tytuł "EDGE Performance of the Month" dla gracza, który zdobywa najwięcej punktów w meczu w ciągu miesiąca. Ponadto, po skończonym każdym sezonie zostaje ogłoszony najlepszy gracz.¹⁵

¹⁵ http://www.wikiwand.com/en/Castrol_Performance_Index<https://www.sporttechie.com/castrol-performance-index-provides-data-driven-world-cup-player-ranking/> dostęp : 15.05.2017

Rycina 12. System Castrol Performance Index



ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.RESEARCHGATE.NET/FIGURE/228279816_FIG1_FIGURE-2-CASTROL-PERFORMANCE-INDEX-SOURCE](https://www.researchgate.net/figure/228279816_FIG1_FIGURE-2-CASTROL-PERFORMANCE-INDEX-SOURCE)

Amisco jest to Hiszpański program ośmiu kamer, który jest zamontowany na stadionie. System inteligentnych sensorów służących do pełnej analizy gry zawodników podczas meczu. To system video i statystyk prezentowany w technologii 2D Jego głównym zadaniem jest rejestrowanie obrazu z meczu a następnie później jest przesyłany za pomocą Internetu do centrali gdzie przebywa sztab analityków, i już w ciągu 48h można otrzymać całą analizę meczu. Cały mecz i wszyscy zawodnicy są bardzo wnikliwie przeanalizowani, dzięki temu systemowi można uzyskać informację, ile zawodnik przebiegł z piłką i bez piłki, z jaką prędkością się przemieszczał, ile wykonał sprintów w trakcie spotkania oraz jak daleko był od piłki. Zwykle ludzkie oko nie jest w stanie zmierzyć takich odległości jak np. pary stoperów, czy pary pomocników w danej konfiguracji. Analityk zna, jakie były założenia meczu i już po chwili jest w stanie ocenić wszystkie niedoskonałości z dokładnością, co do centymetra czy do sekundy. Informacje te można połączyć z podaniami do przodu lub do tyłu. System ten w bardzo dużym stopniu ułatwia pracę trenerom, niesamowity efekt daje oglądanie w tym samym momencie transmisji z meczu na monitorze a obok w okienku poruszających się po prostokacie boiska numerków oddających numery piłkarzy. Jest to system, na który mogą sobie pozwolić takie kluby jak Real Madryt i inne kluby Primera Division. Jeszcze kilka lat temu korzystała z tego Legia Warszawa czy Lech Poznań, jednak Poznański klub musiał

zrezygnować z tego systemu, ponieważ koszt analizy meczu obecnie wynosi ok.3 tysiące euro.¹⁶

Rycina 13. System Amisco



ŹRÓDŁO: [HTTP://WWW.TODAYONLINE.COM/SPORTS/FOOTBALL/FOOTBALL-HIGH-TECH-WAY](http://www.todayonline.com/sports/football/football-high-tech-way)

InStat jest to system, który przedstawia dokładną analizę tego jak biegają zawodnicy, z jaką intensywnością, i jak często powtarzają sprinty i normalny bieg oraz dystans i szybkość pokonaną w trakcie spotkania a dodatkowo w piłce nożnej można zbadać wybiegnięcie w linię podania kończące posiadanie piłki przez przeciwnika i dające szanse na dokonanie szybkiego ataku. System ten jest wykorzystywany w takich dyscyplinach jak piłka nożna, hokej, futsal, koszykówka. Jest to możliwe dzięki dwóm kamerom zamocowanym na stadionie a później przekształcane w 2D jest to praca, którą wykonuje człowiek, który musi sam wszystko skalibrować. Analityk jest w stanie obliczyć oraz otagować jedno spotkanie już w ciągu sześciu godzin, jest możliwa analiza również spotkań live, tylko przekaz jest z cztero minutowym opóźnieniem, a dodatkowo osoby analizujące mecz muszą znajdować się na stadionie, ale trenerzy przez aplikację mogą otrzymać informację bezpośrednio na smartfona. System ten polega głównie na łączeniu danych cyfrowych i graficznych, szczegółowe informacje można uzyskać z mapy boiska gdzie są zaznaczone miejsca, w których pojedynki

¹⁶ <http://kibicpoznanski.pl/lech-poznan/wydarzenia/2143-po-co-komu-amisco-nowoczesnosc-nie-dla-lecha.html>
dostęp : 21.03.2017.

były wygrane a w których przegrane. Raport przedstawia wyniki obu drużyn i zawiera ok.30 stron natomiast o każdym z zawodników jest indywidualny szczegółowy raport na ok. 25 stron. InStat ma główne trzy nurty: skauting, raporty techniczno-taktyczne, oraz raporty motoryczne. Raport sporządzony przez analityka jest jeszcze kontrolowany przez inne osoby, które sprawdzają go według określonych procedur i ich wyniki są dokładnie analizowane, dlatego mogą pochwalić się w 97% skutecznością. Z systemu tego korzystają kluby z Ligi Mistrzów, reprezentacje kilku krajów w tym Polski oraz czternaście klubów z ekstraklasy, dziewięć w pierwszej lidze i kilka w drugiej i trzeciej. Z raportów korzystają również prywatnie poszczególni zawodnicy, którzy mogą zobaczyć podsumowanie raportów ze spotkania, w którym brali udział oraz zobaczyć wideo jest to możliwe dzięki temu, że system bazuje na obrazie TV a średnio rejestrują 3000 meczów w trakcie weekendu.¹⁷

Rycina 14. System InStat



ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.FACEBOOK.COM/INSTATSPORT/PHOTOS/A.1268642323173396.1073741828.1267570249947270/1333265443377750/?TYPE=3&THEATER](https://www.facebook.com/INSTATSPORT/PHOTOS/A.1268642323173396.1073741828.1267570249947270/1333265443377750/?TYPE=3&THEATER)

W tabeli 4 dokonano porównania opisanych wyżej systemów do opisu taktycznego gry w piłkę nożną. Największą renomą cieszy się system firmy Castrol. Wzorowany jest on na systemie Prozone zaprezentowanego w 2001 roku przez UEFA. Firma Castrol zaadoptowała ten system obserwacji zawodników i pod nazwą Castrol Performance Indeks wprowadziła do użytku w 2008 roku na Mistrzostwach Europy w Austrii-Szwajcarii.

¹⁷ <http://weszlo.com/2017/02/18/liczby-pomagaja-rozwijac-polska-pilke-przedstawiamy-dzialanie-platformy-instat/> dostęp: 02.06.2017

Początkowo system popełniał dużo błędów poprzez gubienie i losowe przełączanie śledzonych zawodników. Poprawioną wersję przetestowano ponownie na Mistrzostwach Świata w piłce nożnej RPA 2010. Od tamtej pory system jest powszechnie używany przez FIFA w meczach rozgrywanych na całym świecie, a efekty analiz są prezentowane na bieżąco podczas spotkania w transmisjach telewizyjnych. Nie znaleziono informacji jakie są koszty ponoszone przez FIFA z tego względu. W przypadku pozostałych systemów kluby piłkarskie mogą indywidualnie zamówić tego typu usługę, jednakże na wyniki opisu taktycznego trzeba czekać nawet do kilku dni. Centrala analiz systemu Amisco znajduje się w Panamie, gdzie zespół kilkaset osób, analizując przesłane nagrania wideo, dokonuje merytorycznej interpretacji. Na polskim rynku jedynie system Amisco jest powszechnie wykorzystywany do zbierania i prezentacji statystyk meczowych, a to w ramach opłaty abonamentowej uiszczanej przez PZPN wyłącznie dla drużyn grających na poziomie ekstraklasy. Pozostałe kluby, indywidualnie z własnych środków finansowych, mogą zakontraktować wskazane mecze do tego typu analizy.

Tabela 4. Systemy monitorujące wielkości opisu taktycznego gry piłkarzy nożnych.

Systemy monitorujące Parametry Taktyczne			
	Amisco	Castrol	InStat
Cena	3000. Euro/mecz	Brak danych	1650\$/mecz
Cena na 1 zawodnika	275 Euro/mecz	Brak danych	149 \$/mecz
Dostępność	Hiszpania	Wielka Brytania	Rosja
Mierzone wielkości	-Analiza ile zawodnik przebiegł z piłką ile bez, z jaką prędkością się przemieszczał -Przedstawienie ile wykonał sprintów i jak daleko był od piłki jest to możliwe z dokładnością do cm.	-Ocena ruchów, strzałów -Wpływ zawodnika na grę -Przedstawienie wydajności każdego zawodnika	-Analiza intensywności biegu i jak często powtarzają zwykły bieg i sprint -Można zbadać dystans i szybkość pokonaną oraz wbiegnięcie w linię podania
Popularność	Poziom Naukowy	Poziom reprezentacyjny	Poziom Reprezentacyjny
Precyzja	5	4	4
Metoda pomiaru	Pośrednia	Pośrednia	Pośrednia
Ergonomia	5	5	5

W tabeli znajdują się skala precyzji i ergonomii od 1 do 5. 1-niska 5- wysoka

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Tempo i rozwój techniki w dzisiejszym świecie jest ogromne, co chwilę słyszymy o technologicznych nowościach. Nie było trzeba długo czekać, aby technologia wdarła się do świata piłkarskich spotkań, ale należy pamiętać, że piłka nożna jest wciąż nieprzerwanie grą dla ludzi gdzie główną rolę odgrywa człowiek i ludzkie ciało oraz duch walki, którego nic nie jest w stanie zastąpić. Firmy produkujące urządzenia elektroniczne oraz systemy prześcigają się w produkcji innowacyjnych gadżetów sportowych. Środki służące do podnoszenia umiejętności sportowców z biegiem lat ulegają modyfikacjom. Ogólnie znany dostępny sprzęt sportowy ulega ulepszeniu, zwiększeniu przydatności i wydajności w treningu sportowym. Kiedyś byśmy nie przypuszczali, że technologia aż tak się rozwinie i będziemy w stanie mieć wgląd do parametrów fizjologicznych, lokomocyjnych czy taktycznych. Z pewnością polska piłka nożna potrzebuje nowych technologii szczególnie w najwyższych klasach rozgrywkowych. Dzięki nowym technologiom polska piłka nożna ma szanse na to, aby jak najbardziej zbliżyć się poziomowi wielkich drużyn. Dodatkowo dzięki nowoczesnym systemom można uzyskać więcej danych do sprawdzania i analizowania oraz w lepszy sposób wykorzystać predyspozycje zawodników. Jednak dzięki nim jesteśmy w stanie w jak największym stopniu wyeliminować pomyłki, przez które najwięcej tracimy w grze w piłkę nożną.¹⁸

Na podstawie dokonanej ekspertyzy i postawionych zagadnień badawczych można stwierdzić że systemy informatyczne monitorujące wielkości określonych parametrów fizjologicznych u piłkarzy to Polar Team Pro, Opaska Vivofit oraz Adidas Micoach. Wszystkie te systemy mają jedną wspólną cechę, którą jest pomiar parametrów danego zawodnika możliwy dzięki bezpośredniej styczności nadajnika z ciałem, ale wszystkie nadajniki są dość wygodne w użytkowaniu i w żaden sposób nie ograniczają ruchu. Różnice, które da się zauważyć to zdecydowanie cena, najdroższy zestaw w przypadku Polar Team Pro kosztuje aż 46500zł a koszt najtańszego systemu to 199zł, różnica między najdroższym i najtańszym produktem nie będzie wynikać tylko z ceny, ale również z mierzonych przez niego wielkości, co za tym idzie jego poziom precyzji i popularności będzie niski. Dla tego faworytem, który mierzy najwięcej wielkości z największą precyzją będzie Polar Team Pro.

Wielkości lokomocyjne badają takie systemy jak: Catapult, Prozone, GPS Sports oraz Adidas Micoach i w pewnym stopniu Castrol Performance Index. Systemy te posiadają dość

¹⁸ <https://www.dobreprogramy.pl/Nowe-technologie-w-pilce-noznej.-Czy-bez-nich-mozna-jeszcze-wygrac,News,73975.html> dostęp: 01.04.2017

szczegółową analizę parametrów lokomocyjnych zawodnika. Catapult i GPS Sports będą w sposób bezpośredni mierzyły dane wielkości. Są to systemy, które wykorzystuje się na poziomie reprezentacyjnym oraz naukowym, stosowane przez największe ligi świata, dla tego ich ceny nie są dostępne do publicznej informacji. Najwięcej pomiarów może wykonać system Catapult, który bardzo dokładnie i z ogromną precyzją jest w stanie zmierzyć najwięcej wielkości grającego zawodnika.

Systemy monitorujące taktyczne aspekty gry piłkarzy nożnych to Amisco, Castrol Performance Index, InStat i rozbudowana wersja Prozone. Wszystkie te systemy analizą grę zawodników w sposób pośredni, czyli żaden z zawodników nie musi posiadać na swoim ciele żadnych dodatkowych elektronicznych czujników. Ceny systemu Amisco i InStat różnią się od siebie, w przypadku tego pierwszego to koszt ok. 3 tys. euro natomiast drugi oscyluje w kwocie 1650 \$ niestety przy systemie firmy Castrol nie jesteśmy w stanie podać ile może wynosić koszt takiej usługi, czy też jak mógłby być koszt uzbrojenia boiska piłkarskiego w tego typu system. Wszystkie systemy są wykorzystywane przez czołówkę najlepszych zespołów świata, mierzą one dane wielkości bardzo skrupulatnie, jednak najskuteczniejszy będzie system Amisco, który prawdopodobnie mierzy wszystkie wielkości z dokładnością nawet co do centymetra.

W odpowiedzi na pytanie badawcze, który z systemów możemy zastosować w polskich warunkach da się stwierdzić, że większość z wyżej wymienionych urządzeń z powodzeniem funkcjonuje na naszym rynku. Reprezentacja Polski piłkarzy nożnych od kilku lat korzysta z takich systemów jak Catapult czy GPSports natomiast firma InStat współpracuje z wieloma klubami od tych ekstraklasowych po występujące w III ligowych rozgrywkach. Nawet najdroższy z opisanych systemów, czyli Amisco był już testowany przez polskie kluby jednak tylko te najbogatsze, czyli Lech Poznań i Legia Warszawa mogły sobie na niego pozwolić. Według autora systemem, który najlepiej funkcjonuje na naszym rynku jest Adidas Micoach ze względu na przystępną cenę, bezpieczeństwo oraz ergonomię zastosowania.

Produkt Adidas'a precyzyjnie monitoruje pracę serca, śledzi lokomocję zawodnika i daje trenerowi możliwość kontroli postępów jakie robią jego gracze. Jest świetny zarówno na poziomie amatorskim jak i reprezentacyjnym. Niemiecki koncern planuje wprowadzić swój system jako obowiązkowy we wszystkich krajach członkowskich FIFA inwestując w to setki milionów euro.

BIBLIOGRAFIA

ŹRÓDŁA WYKORZYSTANE

1. Chromiec J., Strzemieczna E.[1994]: *Sztuczna inteligencja. Metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich*. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ. Warszawa.
2. Komor, A.[1982]: *Zastosowanie modelowania matematycznego w sporcie*. Wydawnictwo Instytutu Sportu, Warszawa.
3. Kosmol A., J. Kosmol [1995]: *Komputery - nowoczesne technologie w sporcie*. Biblioteka Trenera COS RCMSzKFIS, Warszawa.
4. Kosmol A. [1999]: *Systemy informatyczne sterowania obciążeniami wysiłkowymi w wybranych dyscyplinach sportu*. Monografie i Podręczniki, AWF, Warszawa.
5. Kozioł R. [1989]: *Cybernetyka Sportu*. Wydawnictwo Skryptowe Nr 99, AWF Kraków.
6. Morawski J (red.)(2000): *Wybrane problemy metodologii badań na potrzeby sportu. Podstawy ogólne*. Biblioteka PTNKF, Warszawa.
7. Pruski, L.[1984]: *Matematyczne i komputerowe metody optymalizacji taktyki sportowej*. Wydawnictwo Instytutu Sportu, Warszawa.
8. Rutkowska S., M. Piliński, L. Rutkowski [1997]: *Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte*. PWN, Warszawa.
9. Ryguła I [2000]: *Narzędzia analizy systemowej treningu sportowego*. AWF, Katowice
10. Stupnicki R., Malinowska W. [2002]: *Podstawy informatyki*. AWF Warszawa

ŹRÓDŁA INTERNETOWE

1. <https://www.dobreprogramy.pl/Nowe-technologie-w-pilce-noznej.-Czy-bez-nich-mozna-jeszcze-wygrac,News,73975.html> dostęp: 01.04.2017
2. <http://kibicpoznanski.pl/lech-poznan/wydarzenia/2143-po-co-komu-amisco-nowoczesnosc-nie-dla-lecha.html> dostęp: 22.05.2017
3. http://legionisci.com/news/39639_Amisco_-_przydatny_system_do_analizy_ktory_nie_zastapi_trenera.html dostęp : 22.05.2017
4. <https://buy.garmin.com/pl-PL/PL/p/143405> dostęp : 23.05.2017
5. <https://www.sporttechie.com/breaking-down-the-top-3-player-performance-tracking-systems/> dostęp: 27.05.2017
6. <http://performbetter.co.uk/product/catapult-optimeye-x4-athlete-monitoring-system/> dostęp: 23.05.2017
7. <http://www.ekstraklasa.org/ekstraklasa-i-prozone-sports> dostęp : 23.05.2017

8. <http://statsports.com/football/> dostęp 10.05.2017
9. http://www.wikiwand.com/en/Castrol_Performance_Indexhttps://www.sporttechie.com/castrol-performance-index-provides-data-driven-world-cup-player-ranking/ dostęp :15.05.2017
10. <http://kibicpoznanski.pl/lech-poznan/wydarzenia/2143-po-co-komu-amisco-nowoczesnosc-nie-dla-lecha.html> dostęp : 21.03.2017
11. <http://weszlo.com/2017/02/18/liczby-pomagaja-rozwijac-polska-pilke-przedstawiamy-dzialanie-platformy-instat/> dostęp: 02.06.2017
12. <http://kibicpoznanski.pl/lech-poznan/wydarzenia/2143-po-co-komu-amisco-nowoczesnosc-nie-dla-lecha.html> dostęp: 22.05.2017
13. http://legionisci.com/news/39639_Amisco_-_przydatny_system_do_analizy_ktory_nie_zastapi_trenera.html dostęp : 22.05.2017
14. <https://buy.garmin.com/pl-PL/PL/p/143405> dostęp : 23.05.2017
15. <https://www.sporttechie.com/breaking-down-the-top-3-player-performance-tracking-systems/> dostęp: 27.05.2017
16. <http://performbetter.co.uk/product/catapult-optimeye-x4-athlete-monitoring-system/> dostęp: 23.05.2017
17. <http://www.ekstraklasa.org/ekstraklasa-i-prozone-sports> dostęp : 23.05.2017
18. <http://statsports.com/football/> dostęp 10.05.2017
19. http://www.wikiwand.com/en/Castrol_Performance_Indexhttps://www.sporttechie.com/castrol-performance-index-provides-data-driven-world-cup-player-ranking/ dostęp : 15.05.2017
20. <http://kibicpoznanski.pl/lech-poznan/wydarzenia/2143-po-co-komu-amisco-nowoczesnosc-nie-dla-lecha.html> dostęp : 21.03.2017.
21. <http://weszlo.com/2017/02/18/liczby-pomagaja-rozwijac-polska-pilke-przedstawiamy-dzialanie-platformy-instat/> dostęp: 02.06.2017
22. <https://www.dobreprogramy.pl/Nowe-technologie-w-pilce-noznej.-Czy-bez-nich-mozna-jeszcze-wygrac,News,73975.html> dostęp: 01.04.2017

ŹRÓDŁA UZUPEŁNIAJĄCE

1. Dargiewicz R., Jastrzębski Z. [2012]: Kinematyka lokomocji piłkarzy nożnych. AWF Gdańsk.

ZAŁĄCZNIKI

SPIS RYCIN

Rycina 1. Przykład modelowania komputerowego skoku o tyczce. [Komor 1982].....	8
Rycina 2 Tory środka masy ciała skoczka dla różnych prędkości [Komor 1982].....	9
Rycina 3 Przykład programu „Volleyball” na CD-ROM [Soucie, Katz 1992].	13
Rycina 4 Budowa systemu eksperckiego [Chromiec, Strzemieczna 1994].....	14
Rycina 5 Przykład porównania struktury obciążeń treningowych dwóch 4-letnich cykli w zapasach.	18
Rycina 6. Zawodnik w opasce Polar Team Pro	23
Rycina 7. Opaska Vivofit.....	24
Rycina 8. System Adidas micoach elite team	25
Rycina 9. System Catapult	27
Rycina 10. System Prozone	28
Rycina 11. Leo Messi zawodnik FC Barcelona w kamizelce GPS	29
Rycina 12. System Castrol Performance Index	32
Rycina 13. System Amisco	33
Rycina 14. System InStat	34

SPIS TABEL

Tabela 1 Wyniki końcowe w SE BASKETBALL.....	17
Tabela 3. Systemy monitorujące wielkości fizjologiczne.....	26
Tabela 4. Systemy monitorujące wielkości Lokomocyjne	30
Tabela 5. Systemy monitorujące wielkości opisu taktycznego gry piłkarzy nożnych.....	35

MATERIAŁY NIEPUBLIKOWANE

LIST INTENCYJNY ZAPRASZAJĄCY DO WSPÓŁPRACY W RAMACH PROJEKTU RTLSPORT

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju ogłosiło 19 grudnia 2012 II-konkurs na Program Badań Stosowanych. W związku z powyższym uprzejmie zapraszamy i jednocześnie zwracamy się do Państwa z prośbą o wyrażenie zgody na współpracę partnerską w ramach projektu RTLSport i przystąpienie do tworzącego się Konsorcjum Naukowego RFIDSPORT. Konsorcjum składa się m.in. z Partnerów w Poznaniu i w Gdańsku – Instytutów Politechniki Poznańskiej, naukowców Akademii Wychowania Fizycznego oraz Sztabów szkoleniowych reprezentujących zawodników grających w różne gry zespołowe. Ze względów innowacyjnych i wdrożeniowych konstruowanej technologii dla sportu nie zwracaliśmy się do innych Klubów w Polsce. Jesteście Państwo jedynymi z którymi nawiązaliśmy kontakt.

Aby rozjaśnić temat prowadzonej działalności prezentujemy poniżej w zarysie nasze plany.

Informatyczne systemy wspierające pracę sztabów szkoleniowych, pozwalając im na właściwą identyfikację osiągniętego wyniku sportowego, są dziś nieodzowne. Systemy te ze względu na swoistą skuteczność i możliwość dostępu do nich, nie są zbyt powszechne. Okazuje się, że określone i wdrożone rozwiązania są standardem w liczących się na świecie klubach sportowych. Zawężając temat do istotnych technik pomiarowych działalności sportowej (wykorzystania powiązań metrologii i zjawisk fizycznych) są to głównie systemy: ProZone, Castrol Performance Index oraz GPSports i Catapult. W Polsce dominują rozwiązania firm: system pomiaru ProZone i systemu obserwacji Amisco, gdzie przeważnie kluby ekstraklasy korzystają z udzielonej licencji dla określonych Polskich Związków Sportowych, np. PZPN.

Informacja płynąca z pomiaru działania zawodnika, jednocześnie nieobciążona subiektywnym czynnikiem, może być zdrową podstawą do dalszych wniosków i związanych z tym bardziej kompetentnych ludzkich decyzji.

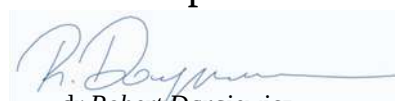
Możliwość wprowadzenia technologii ciągłej identyfikacji działań fizycznych zawodnika w jego karierze sportowej uwzględniającej cały proces treningowo - meczowy ma ogromny potencjał. Poczynając od analizy rozwoju i stanu jego właściwości somatyczno - fizyczno - statystycznych, czy kontrolę stanu zdrowotno – wysiłkowego, aż po raport przedkontraktowy i w efekcie wynikające dalsze implikacje, np. licencyjne - wykorzystujące system RTLSport, którego w części staniecie się Państwo beneficjentem. Bieżący monitoring

przy wykorzystaniu takiej technologii może budzić obawy i perspektywy. Przed wdrożeniem takiego systemu planujemy zbadanie postaw szkoleniowców zawodników i działaczy - interakcji najważniejszych bytowych paradygmatów z wykorzystaniem w praktyce tej technologii.

Konsorcjum RFIDSPORT pragnie i w miarę możliwości zamierza wprowadzić do zainteresowanego środowiska sportowego powszechne narzędzie diagnostyczne (System - RTLSport) mierzące ilość, typ i jakość przemieszczeń ciała zawodnika synchronizując z bieżącą wartością jego tętna (rytmu serca). W odróżnieniu do istniejących już rozwiązań planujemy aby marker zbierający osobiste dane sportowca zawierał w sobie (jednym module) wszystkie niezbędne czujniki i transmitery. Kolejną zaletą jest możliwość pracy urządzenia w obiektach zamkniętych. Umożliwia to wykorzystanie technologii RFID, która także znacząco wpłynie na ostateczny koszt markera. Powinien on być kilkaset razy tańszy od topowych rozwiązań rynkowych GPSport i Catapult. Należy nadmienić iż oba wymienione systemy nie są wyposażone w pomiar rytmu serca. Umożliwiają jedynie nawiązanie komunikacji z holderem firmy POLAR i dalszą transmisję danych. Istotnym jest tu porównanie rozwiązania zaproponowanego przez konsorcjum RTLSport do obu tych rozwiązań, ponieważ oba patenty bazują na tzw. dataloggerze. Jakkolwiek producenci informują o możliwości pracy urządzeń w trybie synchronicznym, tzn. bieżącego sczytywania i obserwacji stanu monitorowanego zawodnika to w praktyce jest to ujęcie nieprawdziwe i dotyczy przeważnie asynchronicznych czynności. System RTLSport w podstawowym założeniu jest oparty o ciągłą transmisję danych ze wszystkich czujników markerów skojarzonych z systemem do systemu bazy danych. Trenerzy, sztab szkoleniowy i zawodnicy będą mieć podgląd (realizowany w czasie rzeczywistym - na tablecie, czy telefonie opartym na systemie Android) dotyczący wykonywanej przez zawodników pracy i towarzyszących temu zmian rytmu serca. Umożliwi to wstępnie indywidualne dopasowywanie obciążeń treningowych. Możliwości jest o wiele więcej, ale nie jesteśmy w stanie optymalnie ich określić bez Państwa pomocy i współpracy.

Zapraszając do partnerstwa w Naszym Konsorcjum pozostajemy z wyrazami szacunku i sportowym pozdrowieniem.

RTLSport



dr Robert Dargiewicz
Kierownik projektu

ZAŁOŻENIA PROJEKTU RTLSPORT

Wstęp

Informatyczne systemy wspierające pracę sztabów szkoleniowych, pozwalając im na właściwą identyfikację osiągniętego wyniku sportowego, są dziś nieodzowne. Systemy te ze względu na swoistą skuteczność i możliwość dostępu, nie są zbyt powszechne. Okazuje się, że określone i wdrożone rozwiązania są już standardem w liczących się na świecie klubach sportowych. Zawężając temat do istotnych technik pomiarowych działalności sportowej (wykorzystania powiązań metrologii zjawisk fizycznych i ciągłych pomiarów) przykładowo piłkarzy nożnych, są to głównie systemy: ProZone, Castrol Performance Index oraz GPSports i Catapult. Obecnie w Polsce dominują rozwiązania: system pomiaru ProZone i systemu obserwacji Amisco. Jednakże z uwagi na koszty eksploatacyjne tych systemów, wyłącznie drużyny na poziomie ekstraklasy mają możliwość korzystania z aparatury (w ramach udzielonej licencji dla PZPN) w zakresie rozgrywek meczowych.¹ Wcześniej, w dekadzie 1998 – 2006 kadra szkoleniowa reprezentacji polski zawodników w piłce nożnej korzystała z systemu BANAL, opracowanego przez gdańskich naukowców.^{2,3} W latach 2008 - 2010 na ekstraklasie piłkarzy nożnych prowadzone były próby skuteczności innych rozwiązań - systemów wykorzystujących odbiorniki GPS (Wintec WBT-100)³ i akcelerometri (KinetaMap, Witilt 3.0)⁴.

Nieobciążona subiektywnymi czynnikami informacja płynąca z pomiaru działania zawodnika jest główną podstawą poprawnych wniosków i związanych z tym bardziej kompetentnych ludzkich decyzji.

Potrzeba i koncepcja

Opierając się na własnych i praktycznych doświadczeniach wiemy, że środowisko trenerskie jest zainteresowane wdrożeniem skutecznego i jednocześnie prostego w obsłudze systemu monitorowania działalności treningowo-meczowej zawodników. Problem skupia się na monitorowaniu kondycyjnego stanu sportowców podczas realizacji określonych założeń treningowych. W tym ujęciu, temat dotyczy bardzo obszernej grupy kadry szkoleniowej reprezentującej wszystkie poziomy rozgrywek ligowych. Postulują oni o tanie narzędzie umożliwiające dokonywanie systematycznego pomiaru z możliwością bieżącego podglądu stanu wykonanej pracy fizycznej i rytmu serca całego zespołu biorącego udział w treningu, czy meczu towarzyskim.

Z powyższego wynika, że możliwość wprowadzenia technologii ciągłej identyfikacji działań fizycznych zawodnika w jego karierze sportowej, uwzględniającej cały proces treningowo – meczowy, ma ogromny potencjał. Poczynając od analizy rozwoju i stanu jego właściwości fizyczno - statystycznych, czy kontrolę stanu zdrowotno – wysiłkowego, aż po raport przedkontraktowy i w efekcie wynikające dalsze implikacje, np. licencyjne - wykorzystujące system RTLSport. Monitoring przy wykorzystaniu takiej technologii może budzić różne obawy i perspektywy. Przed wdrożeniem takiego systemu wydaje się koniecznością zbadanie wielu ludzkich postaw - interakcji najważniejszych bytowych paradygmatów z wykorzystaniem w praktyce tej technologii.

¹ <http://www.legia.com.pl/pl/index.php?view=2&nID=27773&idW=671760>

² Dargiewicz R., Jastrzębski Z. (1998): Analiza kinematyczna gry reprezentacji Polski w piłce nożnej. [w:] Lokomocja '98. Materiały Ogólnopolskiej Konferencji, Gdańsk, 5-6 Czerwca 1998. Red. W. S. Erdmann, Centrum Badań Lokomocji AWF-AM Gdańsk, 72-79.

³ Dargiewicz R., Jastrzębski Z. (2012): Kinematyka lokomocji piłkarzy nożnych na różnych etapach przygotowań. AWFIS, Gdańsk.

⁴ Dargiewicz R. Rompa P. (2011): nie publikowane wyniki pomiarów przyspieszeń i szybkości Malborskiej młodzieży trenującej piłkę nożną zrealizowane przy wykorzystaniu urządzeń firmy SparkFun Electronics.

Cel i założenia projektu

Konsorcjum RFID-SPORT pragnie i w miarę możliwości zamierza wprowadzić do zainteresowanego środowiska sportowego narzędzie diagnostyczne (RTLSport) mierzące ilość, typ i jakość przemieszczeń ciała zawodnika synchronizując to z bieżącą wartością rytmu jego tętna. W odróżnieniu do istniejących już rozwiązań planujemy aby marker zbierający osobiste dane sportowca zawierał w sobie (jednym module) wszystkie niezbędne czujniki i transmittersy wraz z zasilaniem.

Radio Frequency Identification (RFID) jest to technologia oparta na automatycznej identyfikacji towarów za pomocą fal radiowych. Wykorzystanie technologii RFID znacząco wpłynie na ostateczny koszt markera, który powinien być kilkaset razy tańszy od topowych rozwiązań rynkowych GPSports i Catapult.¹ Należy nadmienić iż oba wymienione systemy nie są wyposażone w pomiar rytmu serca. Umożliwiają jedynie nawiązanie komunikacji z holterem firmy POLAR i dalszą transmisję danych. Istotnym jest tu porównanie rozwiązania zaproponowanego przez konsorcjum RFID-SPORT do obu tych rozwiązań, ponieważ oba patenty bazują na tzw. dataloggerze. Jakkolwiek producenci informują o możliwości pracy urządzeń w trybie synchronicznym, tzn. o możliwości bieżącego odczytywania i obserwacji stanu monitorowanego zawodnika to w praktyce jest to ujęcie nieprawdziwe i dotyczy przeważnie asynchronicznych czynności – ryc. 1.



Ryc. 1. Testy systemu Catapult - źródło własne.

Real Time Location System (RTLS) – jest to system lokalizacji czasu rzeczywistego który pozwala na dokładne i niezawodne określenie położenia obiektu w czasie i przestrzeni. Jednym z dostawców tego rodzaju rozwiązań jest firma UbiSense². Należy w tym miejscu podkreślić, że projektowany system RTLSport w podstawowym założeniu jest oparty o ciągłą transmisję danych ze wszystkich czujników markerów skojarzonych z systemem do systemu bazy danych. Wynika to ze specyfiki technologii RTLS. Wyznaczanie położenia markera odbywa się za pomocą systemu komputerowego sprzężonego z systemem anten bazowych umieszczonych wokół pola obserwacji. Czułość tego rozwiązania umożliwia obecnie odczytywanie lokalizacji zawodników do 200, a piłki do 2000 razy na sekundę.³ Dokładność triangulacji waha się w zakresie 0.08m.⁶ Reasumując, główne korzyści jakie daje nam zastosowanie systemu RTLS w sporcie to:

- identyfikacja sportowców drogą radiową w pomieszczeniach i na przestrzeniach otwartych,
- wykorzystanie już istniejących algorytmów określania pozycji na podstawie analizy kąta propagacji (AoA) oraz analizy różnicy czasu propagacji (TDoA) sygnału radiowego,
- dodatkowo praca na bazie aktywnych etykiet RFID zwiększa odporność na zakłócenia i odbicia sygnału,

1 BIP (2012): Dostawa systemu pozycjonowania zawodnika w ramach projektu pn. „Zakup specjalistycznej aparatury badawczej dla Laboratorium wysiłku fizycznego AWFis” <http://awf.gdansk.sisco.info/?przetargi=1&rok=2012&mc=11&eid=192>

2 <http://www.ubisense.net/en/>

3 CNET News (2012): How fast is that soccer player? Fraunhofer can tell. http://news.cnet.com/8301-30685_3-57391312-264/how-fast-is-that-soccer-player-fraunhofer-can-tell/

- praca w czasie rzeczywistym (do 2000 pomiarów na sekundę), bieżąca kontrola stanu układu naczyniowo-sercowego (większość znanych tragedii na arenie sportowej związanych jest z niewydolnością mięśnia sercowego),
- bieżąca kontrola realizacji indywidualnych obciążeń treningowych sportowca (daje trenerowi możliwość aktywnego kompensowania środków treningowych),
- bieżący podgląd możliwości motoryczno – wysiłkowych sportowca (system potencjalnie umożliwia rezygnację ze stosowania innych aparatów testowych do testów sprawnościowych)
- wykreślanie trajektorii poruszania się sportowca, grupy zawodników lub całego zespołu umożliwia zobrazowanie występujących interakcji, np. taktycznych,
- system posiada naukowy potencjał integracyjny z innymi dziedzinami naukowymi – biomechanika, fizjologia, medycyna sporu, teoria sportu itp.,
- system posiada istotny potencjał adaptacji dla innych dyscyplin sportowych realizowanych na obiektach zamkniętych (stadiony, hale, pływalnie)
- system posiada istotny potencjał adaptacji dla innych dziedzin przemysłu i zarządzania zasobami ludzkimi w określonej przestrzeni.

Zadając sobie pytanie jaki jest potencjał rynkowy dla wdrożenia technologii RTLSport, uwagę przykładowo skupiono na grze w piłkę nożną w Polsce. W 2011 roku liczba klubów zrzeszonych w Polskim Związku Piłki Nożnej (PZPN), wykazanych w badaniu polskich związków sportowych, wyniosła 6913. PZPN wykazał ponad 530 tys. zawodników i 8 tys. zawodniczek. Prowadzenie pierwotnej dokumentacji leży w rękach trenerów. Mają oni do czynienia z grupami liczącymi ponad 20 zawodników w zespole i w zależności od reprezentowanej kategorii piłkarskiej podejmują zaplanowane działania treningowe od 3 do 5 razy w tygodniu. Dochodzą do tego jeszcze mecze, zgrupowania i obozy przygotowawcze. Do czynności podstawowych trenerów należy przeprowadzanie rejestru obciążeń treningowych, okresowych badań lekarskich i testów sprawnościowych.

Z powyższego wynika, że gdybyśmy posiadali skuteczny i tani produkt (RTLSport), który byłby przystępny dla odbiorcy na poziomie ligi okręgowej, a na tej podstawie PZPN mógłby rozważyć zmianę przepisów regulaminowych o grze w piłkę nożną w celu wprowadzenia do powszechnego użytku narzędzia diagnostycznego RTLSport, to przeprowadzając symulację minimalnych potrzeb, należało by uwzględnić uzbrojenie w system **6913** boisk piłkarskich i wyposażenie każdego zrzeszonego klubu w przynajmniej jeden komplet markerów (**30** szt.). Na tym etapie trudno jest oszacować łączny koszt inwestycji i potencjalnych zysków, ale na podstawie racjonalnych kalkulacji można domyślać się iż PZPN mógłby swobodnie przeznaczać na ten cel ponad 2 mln zł rocznie, np. na opłaty związane z dzierżawą, lub kredytowanie zakupu tego typu systemu.¹ Przykładowo Manchester United za dzierżawę systemu ProZone płacił w 2009 roku 30000 funtów rocznie.² Koszt analizy jednego meczu przy pomocy systemu Amisco wynosił w 2009 roku 5000 euro, obecnie to koszt około 3000 euro. Wiadomo też, że polskie kluby ekstraklasy także indywidualnie zaopatrują się w dodatkowe rozwiązania monitorowania i testowania sprawności zawodników.³ Natomiast konkurencyjne rozwiązania GPSports i Catapult, są przebudowane i drogie. Koszt tzw. walizki, gdzie zestaw mieści 12 autonomicznych czujników to ponad 200 tys. zł. Wynika, z tego iż jeden badany sportowiec obciążony jest sprzętem o znacznej wartości ponad 16 tys. zł. Uszkodzenie lub zagubienie urządzenia było by bardzo kłopotliwe. Jak widać opisano skrótowo przypadek tylko jednej dyscypliny sportowej. Dla pełnego obrazu należałoby uwzględnić pozostałe możliwości. Inne gry zespołowe i dyscypliny sportowe, jak np. lekkoatletyka z jej mnogością konkurencji, dalej różnego rodzaju instytucje badawcze zajmujące się lokomocją człowieka, czy też akademickie i uniwersyteckie społeczności naukowe. To jeszcze bardziej motywuje, aby jak najszybciej wdrożyć tego typu produkt, przynajmniej na Polski rynek. Gdyby RTLSport przy tych założeniach funkcjonalnych istniał w sprzedaży, byłby bezkonkurencyjny w obecnej gamie produktów kontroli treningu sportowego na świecie.

Konsorcjum Naukowe RFID-SPORT zakłada, że rynkowe koszty produkcji jednego aktywnego markera RTLS z wbudowanym pulsometrem nie przekroczą 10 EURO. Należy też uwzględnić jednostkowe koszty systemu uzbrojenia w anteny radiowe i moduł informatyczny rejestracji i transmisji danych. Sercem systemu ma być internetowa i scentralizowana baza danych oraz licencjonowane aplikacje klienckie na platformę programową Android. Powoduje to iż potencjalny odbiorca może na dzierżawionym, lub prywatnym terminalu (telefon, tablet) przetwarzać i przeglądać zbierane przez RTLSport dane. Podsumowując, taka struktura systemu jest planowana w obecnym założeniu dla minimalizacji końcowych kosztów surowcowych oraz umożliwienia wydajniejszej kontroli techniczno – księgowej dla przyszłej dystrybucji i licencjonowania konstruowanego produktu.

1 Przybliżona kalkulacja opłaty licencyjnej dla 16 klubów ekstraklasy dzierżawy systemu ProZone+Amisco na rok

2 Za Jastrzębskim Z. – informacja uzyskana na drodze przeprowadzonego wywiadu z fizjologiem Kadry Narodowej w piłce nożnej

3 <http://ekstraklasa.wp.pl/kat,1740,title,Slask-podpisal-umowe-z-firma-Prozone,wid,13190395,wiadomosc.html?ticaid=1fe52>, oraz http://legionisci.com/news/39639_Amisco_-_przydatny_system_do_analizy_ktory_nie_zastapi_trenera.html

OŚWIADCZENIA

Oświadczenie Promotora pracy:.....

Oświadczam, że niniejsza praca została przygotowana pod moim kierunkiem. Stwierdzam, że spełnia ona warunki do przedstawienia jej w postępowaniu uzyskania kwalifikacji zawodowych.

.....
Data:

.....
Podpis Promotora pracy

Oświadczenie studenta

Imię i Nazwisko:Nr indeksu:.....

Kierunek:Rodzaj studiów:

Przedkładając w roku akademickimPromotorowi pracę dyplomową pod tytułem:

„.....

.....

.....”

świadam/a odpowiedzialności prawnej – niniejszym oświadczam, iż:

1. Praca dyplomowa została napisana przeze mnie samodzielnie oraz jest moją pracą autorską.
2. W swojej pracy korzystałem/am z materiałów źródłowych wymieniając autora, tytuł pozycji i źródło jej publikacji.
3. Zamieszczałem/am krótkie fragmenty cudzych autorów w cudzysłowie, a w przypisie podałem/am źródło tego cytatu.
4. Praca nie ujawnia żadnych danych, informacji i materiałów, których publikacja nie jest prawnie dozwolona.
5. Praca nie była wcześniej podstawą żadnej innej procedury związanej z nadaniem stopni, tytułów naukowych, dyplomów ani tytułów zawodowych.
6. Treść pracy dyplomowej dostarczonej do dziekanatu w wersji elektronicznej pokrywa się z treścią pracy złożonej w formie pisemnej.

Składając niniejsze oświadczenie jestem świadomy/a, że:

7. jeżeli moja praca narusza przepisy prawne, nie zostanie ona przez Uczelnię przyjęta;
8. przywłaszczenie sobie autorstwa albo wprowadzenie w błąd co do autorstwa całości lub części cudzego utworu jest przestępstwem – zagrożonym odpowiedzialnością karną, na podstawie ustawy z dnia 04 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (tekst jednolity Dz. U. Nr 80 z 2000 roku poz. 904 z późn. zm.);
9. w wypadku ujawnienia naruszenia ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych praca dyplomowa może być unieważniona przez Uczelnię, nawet po przeprowadzeniu obrony.

Jednocześnie wyrażam zgodę na publikację pracy i streszczenie w celach naukowo – dydaktycznych oraz udostępnienie opracowania w bibliotece Wyższej Szkoły Wychowania Fizycznego i Turystyki w Białymstoku.

.....
Podpis czytelny studenta

STRESZCZENIE

...

Słowa kluczowe: ...

Wersja elektroniczna

Tu wkleić płytkę CD z plikiem pracy w formacie
PDF
(Na płytce podpis promotora)

Kopertę płytki należy opisać:
autor pracy,
tytuł pracy,
promotor,