

Katarzyna ANTOSIAK-CYRAK<sup>1</sup>, Michał KOWALSKI<sup>2</sup>, Mateusz MICHALSKI<sup>2</sup>, Grzegorz WICZYŃSKI<sup>2</sup><sup>1</sup>AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO W POZNAŃU, ul. Królowej Jadwigi 27/39, 61-871 Poznań<sup>2</sup>POLTECHNIKA POZNAŃSKA, ul. Piotrowo 3A, 60-965 Poznań

## Stanowisko do badania zdolności koordynacyjnych kończyn dolnych osób uprawiających piłkę nożną

Dr Katarzyna ANTOSIAK-CYRAK

Pracownik naukowo - dydaktyczny Akademii Wychowania Fizycznego w Poznaniu – adiunkt w Zakładzie Plywania i Ratownictwa Wodnego. Problematyka badawcza autorki skupia się wokół zagadnień związanych ze sportem dzieci i młodzieży. Kierownik grantu nr N N404 255740 „Zmienność morfologiczna, funkcjonalna i dynamiczna kończyn dolnych u chłopców i dziewcząt uprawiających piłkę nożną w fazie pubertalnej dojrzewania”.



e-mail: kcyrak@poczta.fm

Mgr inż. Michał KOWALSKI

Pracownik Katedry Sterowania i Inżynierii Systemów Politechniki Poznańskiej. Zainteresowania naukowe: czworonożne roboty kroczące – analiza chodu, automatyka i robotyka przemysłowa, wykorzystanie robotów mobilnych w przemyśle, metody szybkiego prototypowania konstrukcji mechanicznych.



e-mail: michal.kowalski@put.poznan.pl

Mgr inż. Mateusz MICHALSKI

Pracownik Katedry Sterowania i Inżynierii Systemów na Wydziale Informatyki Politechniki Poznańskiej. Zainteresowania naukowe skupiają się wokół sterowania i planowania ruchu robotów, szczególnie kroczących, a także zagadnień związanych z systemami czasu rzeczywistego i systemami wbudowanymi.



e-mail: mateusz.michalski@put.poznan.pl

Dr hab. inż. Grzegorz WICZYŃSKI

Pracownik Zakładu Metrologii i Optoelektroniki Instytutu Elektrotechniki i Elektroniki Przemysłowej Politechniki Poznańskiej. Zainteresowania naukowe: metrologia ukierunkowana na pomiary przemysłowe i biomedyczne, badania w zakresie oceny jakości energii elektrycznej oraz zastosowania systemów sensorycznych w układach sterowania.



e-mail: grzegorz.wiczynski@put.poznan.pl

### Streszczenie

W artykule opisano stanowisko badawcze zdolności koordynacyjnych kończyn dolnych składające się z układu sterowania oraz z dwóch przyrządów: jednego przeznaczanego do przeprowadzania próby różnicowania ruchów i drugiego do badania równowagi statycznej, częstotliwości ruchów lokalnych i globalnych. Omówiono przebieg poszczególnych prób oraz określono końcowe wyniki pomiaru. Zwrócono uwagę na specyficzne cechy tego typu układów pomiarowych. Przedstawiono przykładowe wyniki badań.

**Słowa kluczowe:** pomiary biomedyczne, sprawność motoryczna.

### A test stand for testing lower limb coordination capabilities of foot-ball practicing persons

#### Abstract

Football is one of the sports that requires proper coordination capabilities of the lower limbs. The evaluation of such capabilities, which must include limb asymmetry, is required at each stage of the training. The evaluation is a basis on which the load, intensity, and training means are selected. So far, such studies have been performed using a stopwatch, a ruler, and a wooden stand, the so-called t-bar. To facilitate the research and improve the reliability of the results, a specialized test stand was built. The design process was aimed at simplicity of the resulting instruments. There were also taken into account available financial resources. This paper describes the research test stand for lower limb coordination capabilities. It consists of a control system and two devices, one for trial of movement differentiation and the other for trials of static balance, as well as local and global movement rate. The operator manages the course of attempts using a PC with dedicated software. The paper discusses the course of each trial task and describes the measurement results. Some of the specific features of this type of measurement systems, visible only during the actual tests, are also mentioned. The basic functions of trials managing software are outlined. Moreover, the paper presents the measurement results obtained from tests of lower limb coordination capabilities.

**Keywords:** biomedical measurements, motoric efficiency.

### 1. Wstęp

Piłka nożna należy do dyscyplin sportu o najwyższym poziomie koordynacji ruchowej, wymaga dokładności i szybkości ruchów w zmieniających się warunkach. Do tej dyscypliny sportu trafia młodzież o określonych zdolnościach motorycznych, które w procesie treningowym ulegają zmianie. Ocena tych zmian jest niezbędna na każdym etapie treningu. Taka ocena umożliwia odpowiedni dobór obciążeń, intensywności czy środków treningowych. Określając lateralizację badacze najczęściej definiują i analizują ręczność, a to przecież nie jedyny przejaw asymetrii. Asymetria dotyczy parzystych narządów ciała, takich jak: oko, noga, ucho i oczywiście ręka. Niewiele badań opisuje kształtowanie się asymetrii kończyn dolnych w ontogenezie, a w literaturze polskiej nie spotyka się doniesień, które badałyby ten problem w okresie skoku pokwitaniowego oraz tuż przed tym gwałtownym skokiem wysokości ciała. Interesujące wydaje się zestawienie tego zagadnienia z uprawianiem piłki nożnej, dyscypliny sportu, w której z jednej strony wyraźnie obserwuje się dominację jednej kończyny podczas strzału na bramkę, podań, przyjęć piłki, a z drugiej strony, dla potrzeb rywalizacji sportowej, kształtuje się obustronną sprawność ruchową. Zawodnik posługujący się równie dobrze obiema nogami będzie bardziej nieprzewidywalny dla rywali, a tym samym bardziej skuteczny w grze. Istnieją doniesienia opisujące asymetrię w odniesieniu do koordynacyjnych zdolności motorycznych w piłce nożnej [1, 2]. Jednak prace te nie wyodrębniają zagadnień związanych z lateralizacją.

Założonym przeznaczeniem zbudowanego stanowiska jest pomiar asymetrii dynamicznej w obrębie kończyn dolnych w fazie pubertalnej okresu dojrzewania, przejawiającej się w określonych zdolnościach koordynacyjnych takich jak zdolność: kinestetycznego różnicowania ruchów, równowagi, wysokiej częstotliwości ruchu. Dotychczasowe badania lateralizacji kończyn dolnych w zakresie asymetrii dynamicznej wykonywano prostymi metodami według testów Koszczyca [3], który zaadoptował w tym celu testy między innymi Fleishmana czy Drabika [4]. Tego typu badania opisano także w [5-8]. W tych pracach przedstawiono wyniki pomiarów dokonywanych stoperem, natomiast sprzęt do badań stanowiła linijka, miarka i drewniany stojaczek tzw. teownik.

Wyniki przeprowadzanych w ten sposób badań były nieprecyzyjne. W dzisiejszych czasach te mankamenty można usunąć stosując automatyzację.

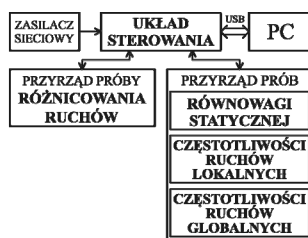
Opierając się na doniesieniach literaturowych do badań koordynacyjnych zdolności motorycznych (KZM) osób uprawiających piłkę nożną wytypowano cztery testy przeznaczone do oceny: zdolności kinestetycznego różnicowania ruchów [3], zachowania równowagi [9], wysokiej częstotliwości ruchów lokalnych [9] i globalnych [3] oraz trzy testy do oceny zdolności kondycyjnych: siła mięśni kończyn dolnych, siła i szybkość kończyn dolnych [4] oraz test koordynacji globalnej [10]. Uwzględniając możliwości realizacji pomiarów niezbędnych do prawidłowego wykonania poszczególnych prób oraz dostępne środki finansowe, do budowy zaproponowano stanowisko badawcze umożliwiające przeprowadzanie zautomatyzowanych czterech prób KZM:

- różnicowania ruchów,
- równowagi statycznej,
- częstotliwości ruchów lokalnych,
- częstotliwości ruchów globalnych.

W artykule opisano strukturę stanowiska badawczego składającego się z przyrządu przeznaczonego do próby różnicowania ruchów oraz z przyrządu do realizacji trzech pozostałych prób. Uzasadniono przyjęte rozwiązania konstrukcyjne. Przedstawiono uzyskane wyniki badań pomiarów zdolności koordynacyjnych kończyn dolnych. Na ich podstawie dokonano oceny prawidłowości działania układu. Zwrócono uwagę na specyficzne wymagania eksploatacyjne tego typu układów pomiarowych.

## 2. Opis stanowiska badawczego

Wykonane stanowisko badawcze składa się z dwóch części (przyrządów) pomiarowych umożliwiających przeprowadzenie czterech prób. Możliwe jest jednoczesne wykonywanie próby różnicowania ruchów oraz jednej z trzech pozostałych prób. Każda próba wykonywana jest oddzielnie dla kończyny lewej i prawej. Za działanie obu przyrządów oraz udostępnienie wstępnie przetworzonych wyników pomiarów do PC odpowiedzialny jest układ sterowania. Operator stanowiska zarządza przebiegiem prób za pomocą oprogramowania w komputerze PC. Schemat blokowy stanowiska badawczego pokazano na rys. 1.

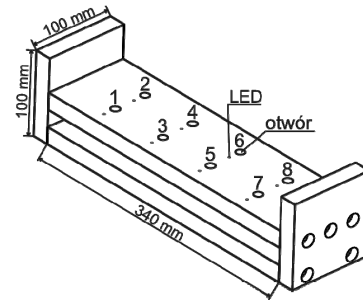


Rys. 1. Schemat blokowy stanowiska badawczego  
Fig. 1. Block diagram of the test stand

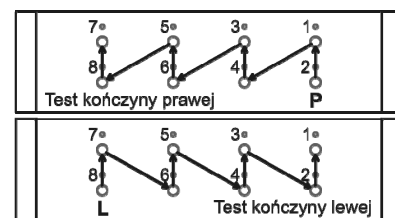
W obu przyrządach zastosowano optoelektroniczne układy wykrywania składające się z fotoemitery (diody LED emitującej promieniowanie podczerwone) oraz fotodetektora (fotoodbiornika podczerwieni reagującego na sygnał optyczny zmodyulowany częstotliwością  $f_m$ ).

Do przeprowadzenia próby różnicowania ruchów służy przyrząd wykonany z polietylenu w postaci przedstawionej na rys. 2. Próba polega na jak najszybszym włożeniu dedykowanej rurki do wszystkich otworów przyrządu według określonej kolejności. Badany siedzi na krześle. Między paluch a drugi palec wkłada jeden z końców lekkiej rurki z włókna węglowego o średnicy zewnętrznej 10 mm. Rurka ta wkładana jest do otworów o średnicy wewnętrznej 11 mm. Kolejność wkładania rurki do otworów dla obu kończyn zamieszczono na rys. 3. Końcowym wynikiem próby jest czas mierzony od wyjęcia rurki z otworu startowego (P dla prawej kończyny oraz L dla lewej) do włożenia jej do

otworu końcowego. Wynik pomiaru czasu wizualizowany jest na ekranie komputera oraz podlega archiwizacji. W celu ułatwienia realizacji próby w zadanej kolejności, na przyrządzie załączane są diody LED znajdujące się nad otworami (wskazują otwór do którego należy włożyć rurkę oraz sygnalizują ukończenie próby).

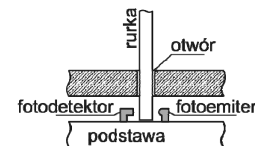


Rys. 2. Widok przyrządu do próby różnicowania ruchów  
Fig. 2. The testing device for movement differentiation



Rys. 3. Widok przyrządu do przeprowadzania próby różnicowania ruchów z zaznaczoną kolejnością wkładania dedykowanej rurki do otworów  
Fig. 3. A view of the testing device for movement differentiation with proper order of rod inserting

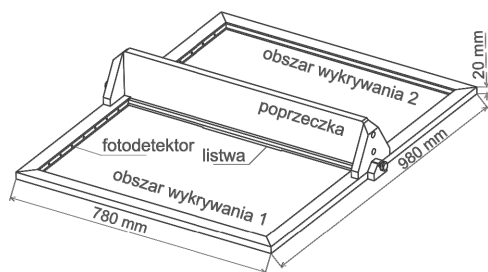
Włożenie dedykowanej rurki do otworu wykrywane jest układem składającym się z fotoemitery i fotodetektora o konstrukcji zbliżonej do transoptora szczelinowego, którego widok pokazano na rys. 4. Zastosowany układ umożliwia wykrywanie zbliżenia rurki do podstawy na odległość mniejszą niż 1 mm. W trakcie początkowej eksploatacji stwierdzono trudności w doborze prądu sterującego fotoemiterymi. Ostatecznie w trakcie testów eksperymentalnie dobrano odpowiednią wartość tego prądu.



Rys. 4. Widok układu wykrywania włożenia dedykowanej rurki do otworu  
Fig. 4. A view of the circuit for detection of rod being properly inserted into a hole

Do przeprowadzania prób równowagi statycznej oraz częstotliwości ruchów lokalnych i globalnych opracowano uniwersalny przyrząd wykonany z zespalanych aluminiowych profili w postaci prostokąta przedstawionego na rys. 5. Przy projektowaniu przyrządu położono szczególny nacisk na redukcję masy całkowitej konstrukcji, wytrzymałość i funkcjonalność stanowiska. Wymienną częścią tego przyrządu jest centralnie położona poprzeczka nakładana/zdejmowana z listwy. W zależności od rodzaju próby stosuje się wykonane z polietylenu poprzeczki o różnej wysokości:

- równowaga statyczna: poprzeczka o wysokości 4 cm,
- częstotliwość ruchu lokalnego (wybraną częścią ciała): poprzeczka o wysokości 15 cm,
- częstotliwość ruchu globalnego (całym ciałem): brak poprzeczki (pozostaje jedynie listwa o wysokości ok. 1 cm).



Rys. 5. Widok przyrządu uniwersalnego w konfiguracji do przeprowadzania próby częstotliwości ruchów lokalnych

Fig. 5. A universal testing device – configuration for local movement rate test

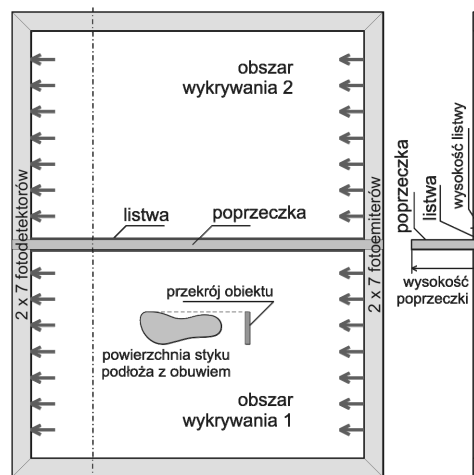
Próba równowagi statycznej polega na jak najdłuższym utrzymaniu równowagi przy staniu na jednej nodze. Badany stawia wybraną stopę na poprzeczkę, a drugą stawia obok (w obszarze wykrywania). Ręce opiera na biodrach. W momencie przyjęcia przez badanego pozycji równowagi (oderwanie stopy znajdującej się w obszarze wykrywania od podłoża) rozpoczynany jest pomiar czasu. Za ukończenie próby uznawane jest dotknięcie stopą/podeszwą obuwia podłoża lub zdjęcie dłoni z bioder. Tak zmierzony czas jest końcowym wynikiem próby wizualizowanym na ekranie komputera oraz podlegającym archiwizacji. Maksymalny czas próby wynosi 60 s.

Próba częstotliwości ruchów lokalnych polega na jak najszybszym przestawianiu kończyny dolnej nad poprzeczkę. Badany wykonuje próbę siedząc z rękoma opuszczonymi wzdłuż tułowia i opartymi o krzesło. Poprzeczka jest ustawiona w osi symetrii krzesła. Stopa niebiorąca udziału w próbie jest postawiona poza obszarami wykrywania. Próba trwa 20 s. Pomiar czasu rozpoczyna się wraz z podniesieniem stopy badanej kończyny, a kończy po upływie czasu próby. W tym czasie zliczane są pełne cykle przedstawień wykonane daną kończyną. Jeden cykl to przeniesienie kończyny nad poprzeczkę, dotknięcie podłoża i powrót do pozycji wyjściowej. Wymagane jest naprzemienne dotykanie podłoża w obu obszarach wykrywania. Wynik próby wizualizowany jest na ekranie komputera oraz podlega archiwizacji. Wynik pomiaru wyrażany jest z rozdzielczością do  $\frac{1}{2}$  cyklu.

W próbie częstotliwości ruchów globalnych należy wykonać jak najwięcej przeskoków bocznych na jednej nodze nad listwą (bez poprzeczki). Próba wykonywana jest przy ścianie. Badany, stojąc przy ścianie, opiera o nią dłonie na wysokości barków. Stopa niebiorąca udziału w próbie utrzymywana jest przez badanego nad podłożem (na takiej wysokości żeby nie zakłócała przebiegu próby). W ciągu 20 s zliczane są cykle wykonane przez ćwiczącego. Pomiar czasu rozpoczyna się wraz z poderwaniem stopy badanej kończyny (wraz z początkiem pierwszego przeskoku) a kończy po upływie czasu próby. Jeden cykl to przeskok nad listwą i powrót do pozycji wyjściowej. Końcowym wynikiem próby jest liczba pełnych cykli przeskoków kończyny nad listwą. Wynik próby podlega wizualizacji na ekranie komputera oraz archiwizacji. Wynik pomiaru wyrażany jest z rozdzielczością do  $\frac{1}{2}$  cyklu.

Do pomiarów we wszystkich tych ćwiczeniach wykorzystywane są linijki fotoemiterów i fotodetektorów wbudowane w ramę przyrządu uniwersalnego. Widok przyrządu z góry (z zaznaczeniem położenia fotoemiterów i fotodetektorów) i z boku zamieszczono na rys. 6.

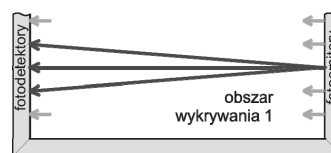
Fotoemitory i fotodetektory rozmieszczono co 6 cm. W celu wykrycia obiektu (stopy lub obuwia) co 10 ms załączane są kolejne fotoemitory i analizowane odpowiedzi skojarzonych fotodetektorów. W przypadku obiektu o przekroju poprzecznym do linii łączącej fotoemiter z fotodetektorem niezapewniającym przesłonięcia fotodetektora obiekt ten może zostać niewykryty. Przekrój ten zależy m.in. od styku podłoża z stopą/obuwem badanego.



Rys. 6. Widok uniwersalnego przyrządu z zaznaczonym położeniem fotoemiterów i fotodetektorów bez elementów mocujących poprzeczkę

Fig. 6. A view of the universal testing device with photo-emitters and photo-detectors placing marked (without bar mounting elements)

W celu zwiększenia wykrywalności małych obiektów zastosowano skojarzenie fotoemitera z naprzeciw leżącym fotodetektorem oraz fotodetektorami bezpośrednim z nim sąsiadującymi. Przykładowe skojarzenie przedstawiono na rys. 7.



Rys. 7. Przykładowe skojarzenie fotoemitera i fotodetektorów przyrządu uniwersalnego

Fig. 7. A sample of photo-emitter and photo-detectors coupling in the universal testing device

Stwierdzenie przesłonięcia jednego z trzech fotodetektorów jest traktowane jako wykrycie obiektu w danym obszarze wykrywania. Wykrywanie przesłonięcia fotodetektorów wykonywane jest oddzielnie dla kolejnych fotoemiterów w obu obszarach wykrywania. Fotoemitory skrajne skojarzono tylko z dwoma fotodetektorami. Mimo prostej konstrukcji toru optycznego uzyskano wystarczającą odporność na zakłócenia związane z oddziaływaniem zewnętrznych źródeł promieniowania optycznego. W trakcie nielicznych prób częstotliwości ruchów lokalnych stwierdzono problemy wynikające z niezaliczania cykli. Uznano, że jest to spowodowane zbyt małym przekrojem obiektu wynikającym z niedokładnego przyłożenia stopy do podłoża. Ponadto zaobserwowano, że podczas próby równowagi statycznej dochodzi do dotykania stopą podłoża poza oboma obszarami wykrywania. Przeciwdziałanie wymienionym problemom obecnie polega na wzmocnionej obserwacji przebiegu prób przez nadzorujące je osoby.

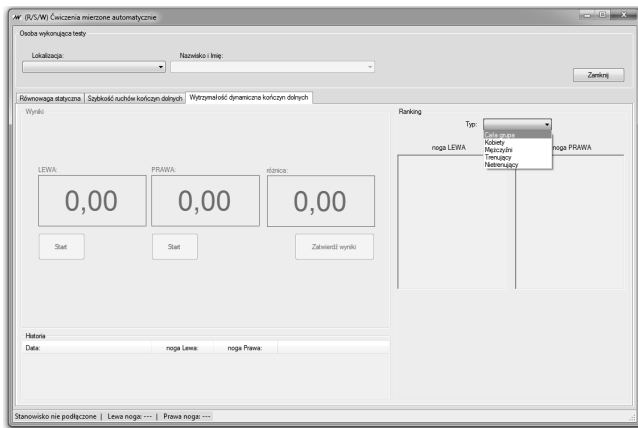
### 3. Oprogramowanie zarządzające stanowiskiem badawczym

Do stanowiska pomiarów zdolności koordynacyjnych zaprojektowano i przygotowano dedykowane oprogramowanie zarządzające. Umożliwia ono przeprowadzanie pomiarów i kontrolę nad przebiegiem ćwiczenia, a także generowanie raportów z przeprowadzonych serii badań. Oprogramowanie to oparto o środowisko .NET4.0. Jest to aplikacja wielowątkowa, która współpracuje z zewnętrznym układem sterowania przyrządami pomiarowymi, z którym łączy się poprzez łącze szeregowe komputera.

Dane o osobach badanych oraz wyniki pomiarów zapisywane są w bazie danych MySQL. W aplikacji można wyróżnić trzy podstawowe części: definicji osób badanych, pomiarową oraz generowania raportów.

Część definiowania osób badanych pozwala na wprowadzenie i edycję danych o osobach, które zostaną poddane badaniu. Poza podstawowymi danymi personalnymi (imię, nazwisko, wiek i płeć badanego) określić można także lokalizację, w której przeprowadzane będzie badanie oraz informacje o tym, czy dana osoba regularnie trenuje i która noga jest u niej dominująca.

Część pomiarowa pozwala na przeprowadzenie i rejestrację wyników pomiarów. Możliwa jest jednoczesna rejestracja danych z przeprowadzanych równoległe badań na obu przyrządach pomiarowych (rys. 8). Poza podstawowymi informacjami o wynikach pomiaru, program umożliwia podgląd historii wyników pomiarów uzyskanych przez danego badanego przy wykonywaniu bieżącego ćwiczenia. Oprócz tego można obserwować ranking wyników uzyskiwanych przez ćwiczących w bieżącej serii pomiarowej – podglądać można ranking ogólny bądź zawężony do osób z określonej płci lub trenujących/nietrenujących.



Rys. 8. Widok okna rejestracji i kontroli przebiegu pomiarów dla wybranego ćwiczenia

Fig. 8. Measurements control and results record window for selected trial

Stanowisko pomiarowe przygotowano do automatycznej rejestracji wyników pomiarów czterech typów prób. Ponadto oprogramowanie umożliwia archiwizację wyników pomiarów trzech innych prób (wprowadzanych ręcznie) oraz danych o dodatkowych cechach kontrolowanych podczas badania, jak waga czy wzrost osoby ćwiczącej. Przewidziano możliwość rejestracji maksymalnie dwudziestu cech tego typu.

Ostatnią, choć nie najmniej istotną, funkcją oprogramowania jest generowanie raportów z wykonanych pomiarów. Możliwe jest uzyskanie zestawienia zbiorczego ze wszystkimi wynikami lub raportów obejmujących tylko wybrane lokalizacje i terminy przeprowadzania badań. Wszystkie raporty generowane są bezpośrednio w postaci plików programu MS Excel.

#### 4. Przykładowe wyniki badań

Badania zdolności koordynacyjnych kończyn dolnych dzieci i młodzieży przeznaczone są do oceny osób uprawiających piłkę nożną. W Tab. 1 zamieszczono wyniki badań grupy 12-letnich zawodników uprawiających piłkę nożną w klubie w Poznaniu. Takie „surowe” wyniki pomiarów podlegają odpowiedniemu opracowaniu statystycznemu i fuzji z wynikami badań wykonywanych bez wykorzystania omówionego w pracy stanowiska badawczego. W celu określenia efektywności procesu treningowego wykonywane są badania dostarczające danych porównawczych. Takimi danymi mogą być wyniki poprzednich badań oraz wyniki badań nietrenujących osób w tym samym wieku.

Tab. 1. Wyniki badań przykładowej grupy 12-letnich piłkarzy  
Tab. 1. Exemplary measurement results for 12-year-old football players

Próba	prawa/ lewa	Końcowe wyniki próby		
		średnia	min	max
różnicowania ruchów	L	28,7 s	15,1 s	47,4 s
	P	29,7 s	18,2 s	61,3 s
równowagi statycznej	L	19,6 s	2,2 s	60,0 s
	P	24,5 s	2,5 s	60,0 s
częstotliwości ruchów lokalnych	L	24,1 cykli	17,0 cykli	27,5 cykli
	P	25,9 cykli	21,0 cykli	31,0 cykli
częstotliwości ruchów globalnych	L	30,7 cykli	27,0 cykli	34,0 cykli
	P	27,4 cykli	22,0 cykli	32,5 cykli

#### 5. Podsumowanie

W artykule opisano stanowisko badawcze zdolności koordynacyjnych kończyn dolnych składające się z układu sterowania oraz z dwóch przyrządów: jednego przeznaczonych do przeprowadzania próby różnicowania ruchu i drugiego do badania równowagi statycznej oraz częstotliwości ruchów lokalnych i globalnych. Zarządzanie przebiegiem prób przez operatora realizowane jest za pomocą oprogramowania w komputerze PC. Omówiono przebieg poszczególnych prób oraz określono końcowy wynik pomiaru dla każdego z nich. Wymieniono niektóre ze specyficznych cech tego typu układów pomiarowych dostrzegalne dopiero w trakcie rzeczywistych badań. Określono podstawowe zadania oprogramowania zewnętrznego zarządzającego próbami. Przedstawiono uzyskane wyniki badań pomiarów zdolności koordynacyjnych kończyn dolnych.

*Stanowisko badawcze zdolności koordynacyjnych kończyn dolnych wykonano w ramach grantu nr N N404 255740 „Zmienność morfologiczna, funkcjonalna i dynamiczna kończyn dolnych u chłopców i dziewcząt uprawiających piłkę nożną w fazie pubertalnej dojrzewania” realizowanego przez Akademię Wychowania Fizycznego w Poznaniu.*

#### 6. Literatura

- [1] Ljach W.: Symetria i asymetria ruchów u dzieci w wieku 7 – 17 lat podczas wykonywania działań ruchowych wymagających przejawiania zdolności koordynacyjnych, *Antropomotoryka*, 22, Kraków 2001.
- [2] Ljach W., Witkowski Z.: *Koordynacyjne zdolności motoryczne w piłce nożnej*, COS, Warszawa, 2004.
- [3] Koszczyk T.: *Asymetria morfologiczna i dynamiczna oraz możliwości jej kształtowania u dzieci w młodszym wieku szkolnym*, AWF, Wrocław, 1991.
- [4] Drabik S.: *Sprawność fizyczna dzieci w wieku 7–15 lat w świetle symetrii i asymetrii funkcjonalnej*, *Wychowanie Fizyczne i Sport*, 3(4), 1984
- [5] Wieczorek, M.: *Szybkość uczenia się złożonych czynności ruchowych a asymetria dynamiczna i funkcjonalna dzieci 10letnich*, *Wychowanie fizyczne i sport*, 1, 2001.
- [6] Wieczorek, M.: *Asymmetry of body functions and motor learning of 13 years old boys*, In W. Starosta & W. Osiński (Eds.), *New ideas in sport science: Current issues and perspectives*, 2003.
- [7] Wieczorek, M.: *Zlateralizowanie ciała młodzieży 14letniej*. *Annales Universitatis Mariae*, 2005.
- [8] Antosiak-Cyrak K.: *Dynamic asymmetry of selected coordination abilities of the extremities in swimming children*, *Science in Swimming III*, AWF, Wrocław, 2011.
- [9] Fleishman E.: *The structure and measurement of physical fitness*, Prentice-Hall, New Jersey, 1964.
- [10] Starosta W.: *Nowy sposób pomiaru i oceny koordynacji ruchowej*, *Monografie nr 96*, AWF w Poznaniu, 1978.

otrzymano / received: 27.02.2013

przyjęto do druku / accepted: 01.04.2013

artykuł recenzowany / revised paper