

Marcin MAKOWSKI, Studenckie Koło Biomechaniki przy Katedrze Mechaniki Stosowanej
Zdzisław RAK, Katedra Mechaniki Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice

ANALIZA ATAKU SIATKARSKIEGO W UJĘCIU PRZESTRZENNYM

Streszczenie. W artykule przedstawiono analizę kinematyczną ataku siatkarskiego. W celu wyznaczenia parametrów kinematycznych ruchu stawów siatkarza, przeprowadzono wideorejestrację przestrzenną z użyciem dwóch kamer. Uzyskane obrazy wideo poddano analizie w programie APAS. System ten, dzięki modułom o zróżnicowanym przeznaczeniu, pozwolił na odczyt położenia markerów, umieszczonych na ciele siatkarza, podczas trwania całego ruchu. Zamieszczono przykładowe przebiegi analizowanych parametrów.

1. WSTĘP

Piłka siatkowa to gra bardzo dynamiczna, a atak jest tego najlepszym przykładem. Rozumiany jest jako skierowanie piłki na stronę przeciwnika, w sposób uniemożliwiający drużynie przeciwnej jej obronę lub w znacznym stopniu utrudniający odbiór [2].

Z punktu widzenia biomechaniki, jest złożonym ruchem, na który składa się ruch poszczególnych segmentów ciała. Optymalizacja parametrów kinematycznych tych ruchów pozwala na zwiększenie skuteczności ćwiczenia, co jest głównym celem treningów sportowych, jak też poniższej analizy. Szczególnie przydatne, okazały się tutaj badania sposobami fotogrametrycznymi, pozwalające na rejestrację ruchu bez ingerencji w jego przebieg. Jedną z nich jest wideorejestracja, opisana w dalszym rozdziale. Istotą tej techniki jest rejestracja sygnału pomiarowego generowanego przez badany obiekt i jego zapis, w postaci dogodnej do dalszej, komputerowej analizy. Analiza ta, w poniższej pracy przeprowadzona została dzięki zastosowaniu programu APAS. Składa się on z kilku modułów. Pierwszym etapem jest import nagrania z kamer do komputera dzięki modułom Capture i RealCap. Następnie dokonuje się wstępnej obróbki filmów w module Trimmer, gdzie obrazy z kamer są synchronizowane i możliwa jest zmiana długości nagrania. Położenia markerów i punktów odniesienia układu kalibracyjnego, odczytywane są w module Digitize a następnie przekształcane na współrzędne przestrzenne w module Transform. Do wizualizacji wyników służą moduły ApasView oraz Display.

Badania o tematyce niniejszej pracy przyczyniają się do stworzenia wzorca danego ćwiczenia. Porównując do niego, kolejno badanych sportowców można uzyskać informacje o błędach w technice, którą się posługują i je eliminować.

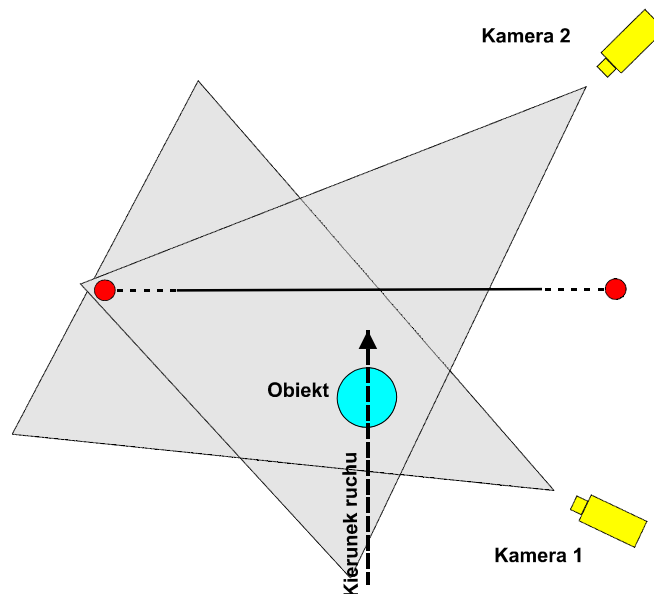
2. WIDEOREJESTRACJA

Wideorejestracja, to jedna z metod fotogrametrycznych pozwalająca na analizę kinematyczną ruchu człowieka. Głównymi elementami wyposażenia są kamery (dla wideorejestracji przestrzennej dwie lub więcej) oraz markery umieszczone na ciele osoby badanej [1]. W poniższych badaniach użyto kamer cyfrowych podłączonych bezpośrednio do

komputera. Dzięki zastosowaniu aktywnych (świejących światłem własnym nie odbitym) markerów dokonano rejestracji położenia stawów skokowego, kolanowego, biodrowego, ramennego, łokciowego oraz nadgarstkowego w każdej chwili czasowej analizowanego ruchu.

W celu uniknięcia błędów oraz sprawnego przeprowadzenia wideorejestracji, opracowano wytyczne do, do których należą:

- odpowiednio wczesne zaplanowanie przebiegu badań oraz skompletowanie niezbędnego wyposażenia,
- przygotowanie pomieszczenia pod względem oświetlenia, tła oraz przestrzeni ruchowej,
- właściwe ustawienie kamer pod względem pozycji i ich stabilności,
- rozpoczęcie filmowania przed właściwą, badaną fazą ruchu (ewentualne niepotrzebne klatki filmu, łatwo można usunąć podczas analizy komputerowej),
- osoba filmowana powinna być ubrana w jak najmniejszą warstwę ubrań (pozwala to na dokładne umieszczenie markerów w wybranych miejscach, dobrą przyczepność do skóry, zmniejszenie sił bezwładności działających na markery oraz znosi ryzyko ich zasłonięcia),
- wielkość obrazu powinna być jak największa,
- odnotowanie informacji dotyczących np. wzrostu badanej osoby, wagi, wieku itp.



Rys.1. Schemat układu kamer

3. ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

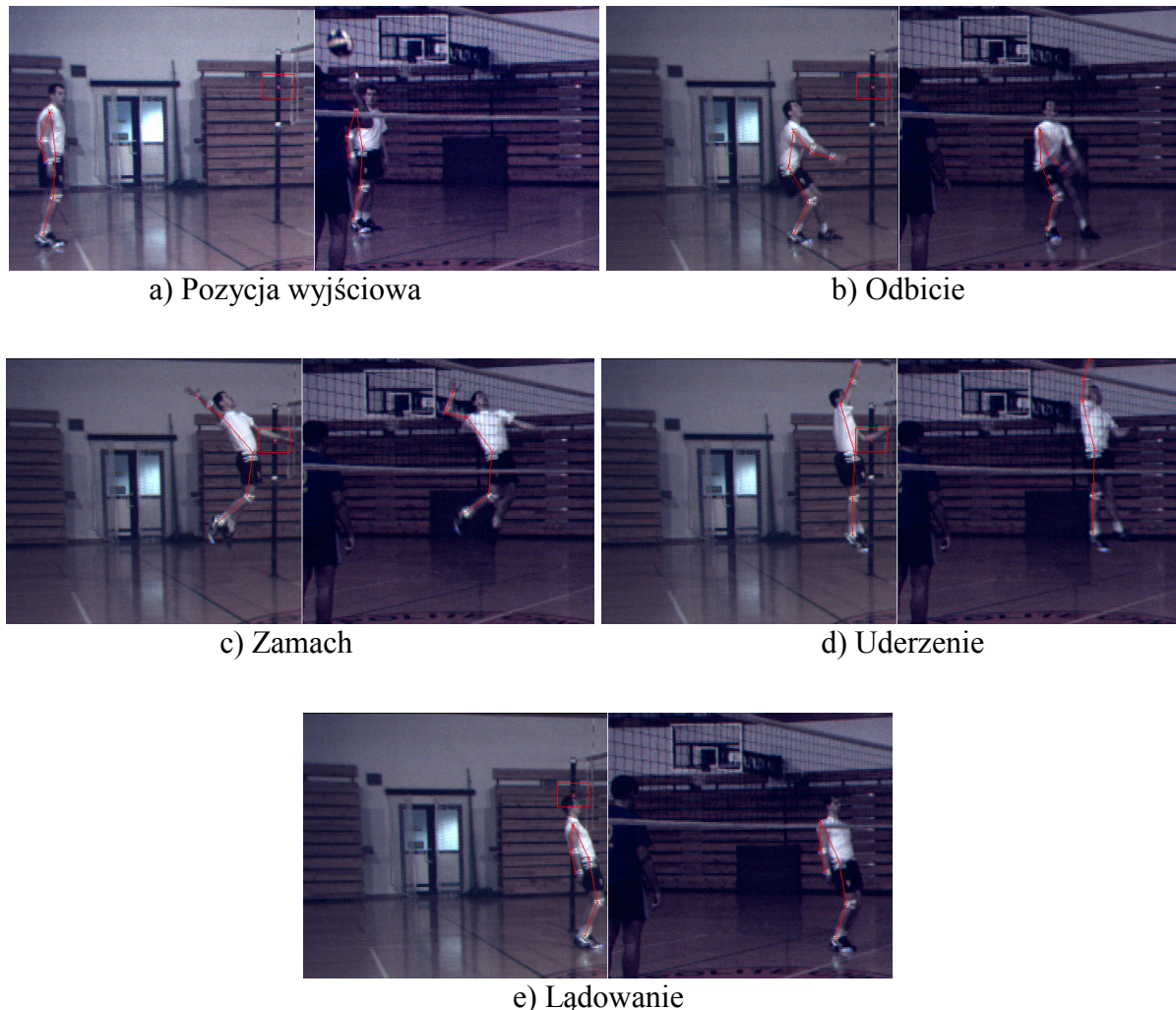
Badania podzielone zostały na część teoretyczną i doświadczalną. W części teoretycznej opracowano prawidłowy sposób wykonania ćwiczenia, na podstawie literatury. Część doświadczalna, to wykonanie wideorejestracji i jej analiza w programie APAS.

3.1. Analiza teoretyczna

W celu stworzenia teoretycznego wzorca ćwiczenia dokonano analizy dzieląc ruch na cztery fazy główne oraz fazy pośrednie [2]. Do głównych faz ruchu zaliczyć można: fazę rozbiegu, fazę odbicia, fazę uderzenia oraz fazę lądowania.

Fazy wyróżnione powyżej są fazami, w których pozycja osoby badanej zmienia się podczas ich trwania. Oznacza to, iż opisują one zmiany dokonujące się podczas kolejnych etapów ruchu. W przeciwieństwie do nich, fazy pośrednie, charakteryzują określone pozycje, w jakich znajduje się obiekt badań między fazami głównymi (Rys. 2).

Jako początek zadania, przyjęto pozycję stojącą, poprzedzającą fazę rozbiegu. Ostatnim punktem analizy jest pozycja po wykonanym uderzeniu i wylądowaniu na obie stopy.



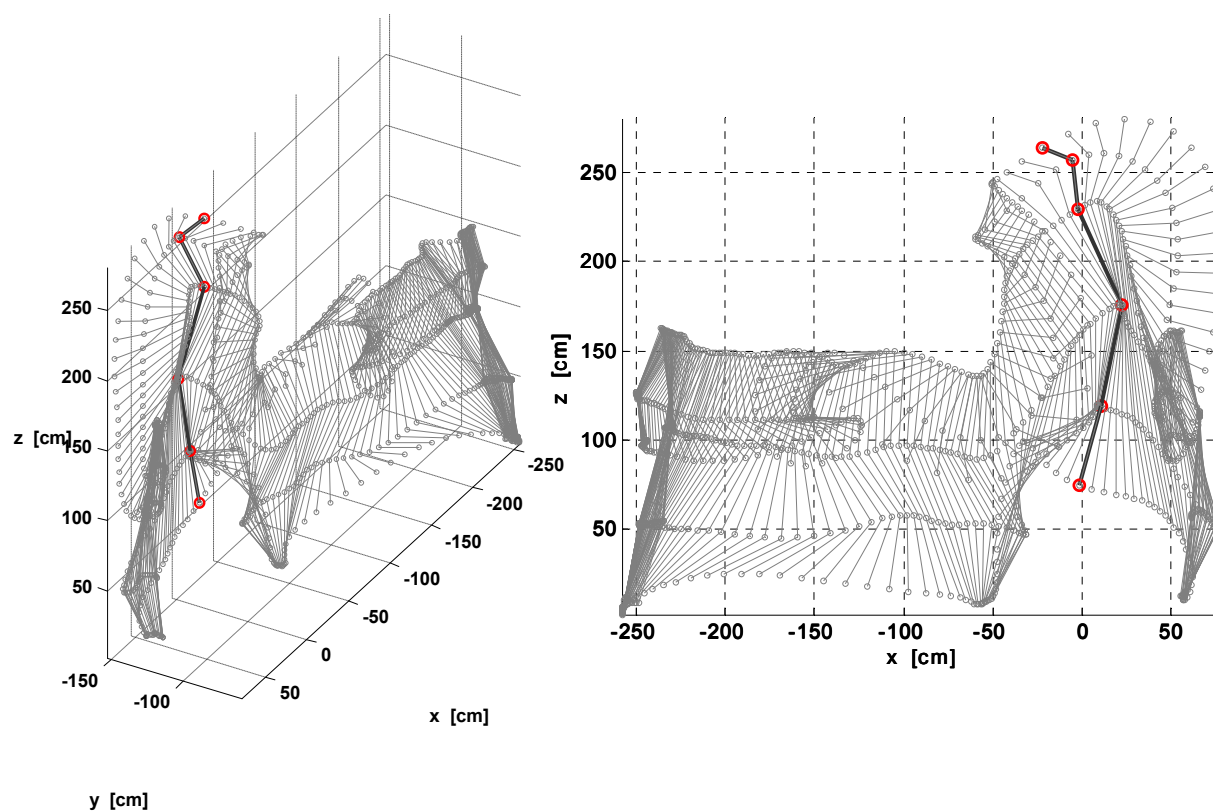
Rys.2. Fazy pośrednie ataku siatkarskiego

3.2. Analiza numeryczna wideorejstracji

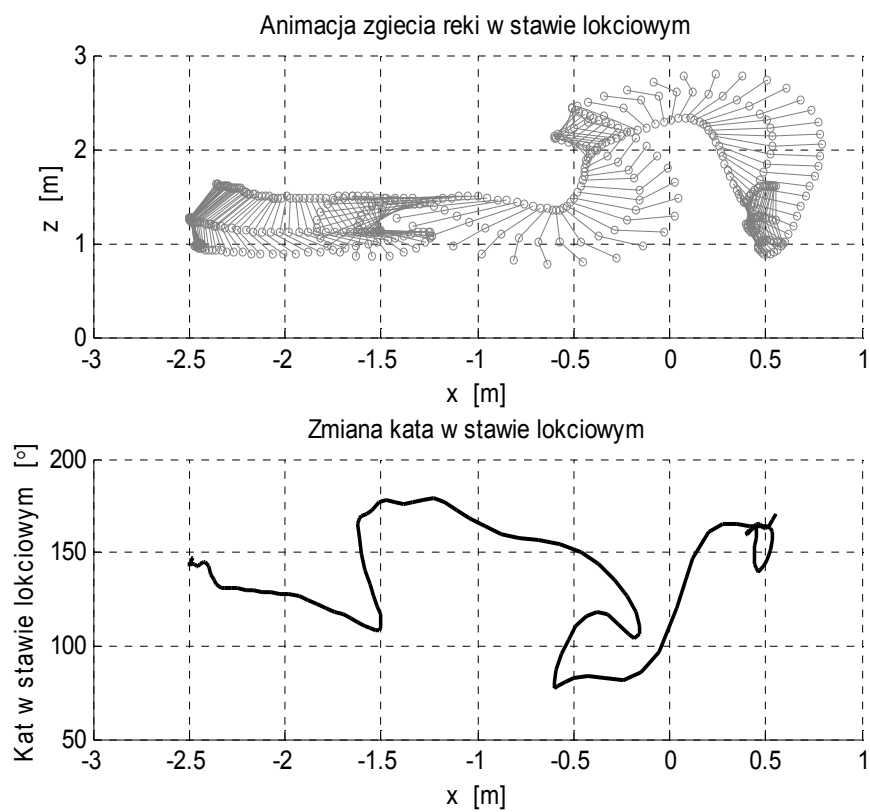
Do przeprowadzenia wideorejstracji użyto dwóch kamer typu Basler A602f-2 oraz markerów aktywnych. Rejestracji obrazu dokonano z częstotliwością 50 Hz. Jak można zauważyć na Rys. 2., nawet w fazie uderzania piłki obraz ręki jest „ostry”. Częstotliwość rejestracji, okazała się więc wystarczająca. Wzrost osoby będącej obiektem badań przyjęty do obliczeń, to 200 cm, waga natomiast 90 kg. Z uwagi na dysponowanie tylko dwiema kamerami, markery umieszczono tylko po jednej stronie ciała siatkarza.

Na podstawie wideorejstracji i analizy z wykorzystaniem kolejnych modułów programu APAS, otrzymano przemieszczenia poszczególnych stawów, prędkości i przyspieszenia oraz zmiany kątów w stawach. Wykresy tych parametrów, uzyskano dzięki zastosowaniu programu autorskiego, napisanego w środowisku Matlab.

Na rys.3 przedstawiono sekwencję kolejnych położeń analizowanych stawów jak też poszczególnych segmentów ciała dla całego cyklu ataku siatkarskiego.

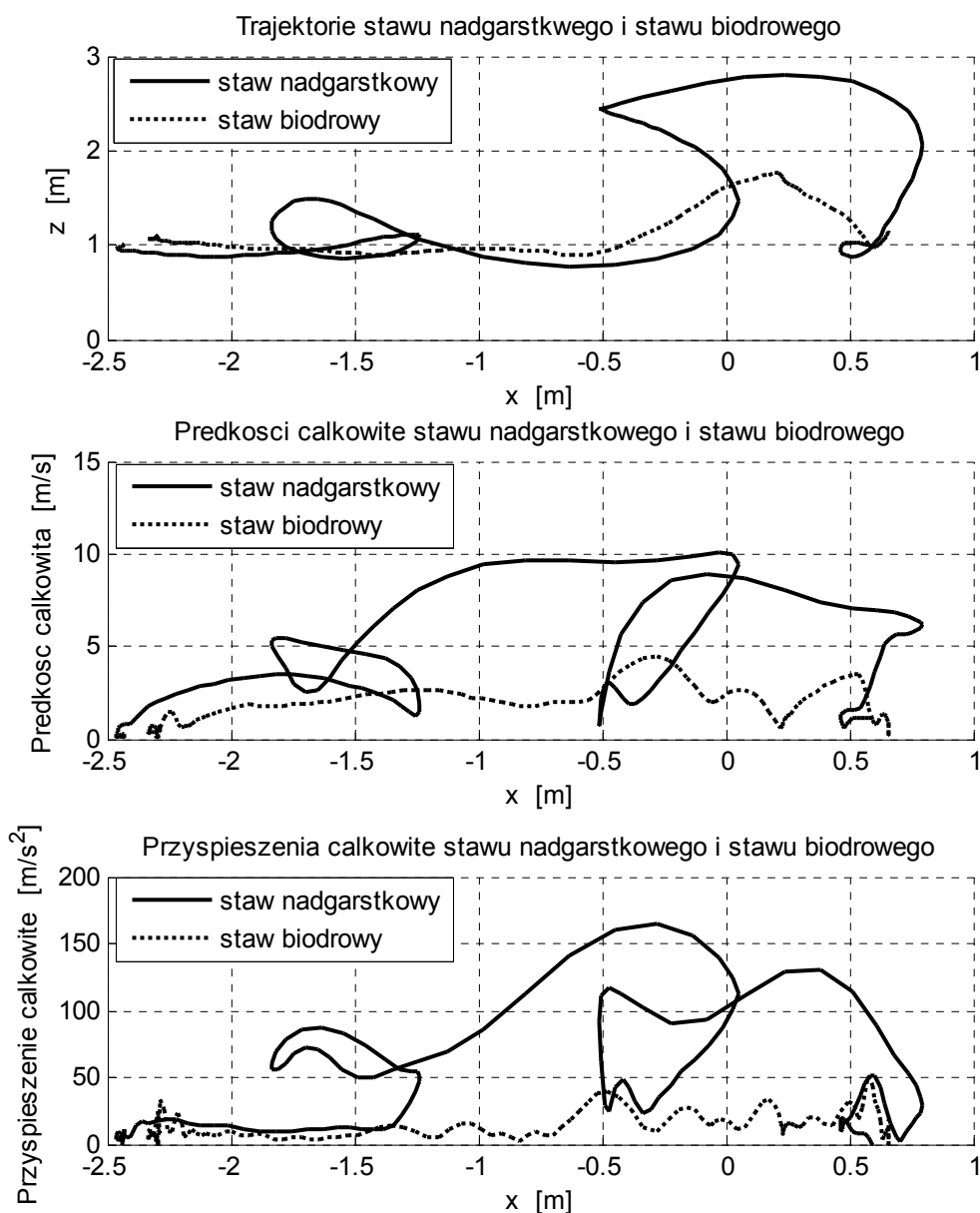


Rys.3. Zapis symulacji ruchu siatkarza w czasie wykonywania ataku



Rys.4. Przebieg zmian kąta w stawie łokciowym

Przebieg zmian kąta w stawie łokciowym (Rys.4) pokazuje, że najwyższa jego wartość, występuje podczas przenoszenia ręki do przodu w fazie rozbiegu do pozycji odbicia i wynosi 180° . Największe ugięcie ramienia natomiast, widać podczas zamachu bezpośrednio przed uderzeniem piłki, gdzie kąt ulega zmniejszeniu do wartości 80° .



Rys. 5. Tor ruchu stawu nadgarstkowego i biodrowego oraz przebiegi ich prędkości i przyspieszeń w funkcji położenia stawów

Z analizy przebiegów otrzymanych na podstawie wideorejestracji wynika, że faza rozbiegu, od pozycji wyjściowej do pozycji odbicia, trwa 1.61 s. W tej fazie prędkość nadgarstka osiąga największą wartość, podczas przenoszenia ramienia do przodu, do pozycji odbicia i wynosi tutaj 10 m/s. Podczas fazy odbicia trwającej 0,40 s, swą maksymalną prędkość uzyskuje staw biodrowy, dochodząc do 5. m/s. Prędkość i przyspieszenie nadgarstka przy wykonywaniu zamachu ręką zbliżają się do wartości maksymalnych. Po zakończeniu fazy odbicia następuje faza uderzenia, która trwa 0,13 s, w której ramię przenoszone jest do przodu i zbijana jest

piłka. Nadgarstek osiąga przyspieszenie $130. \text{ m/s}^2$ oraz prędkość $8. \text{ m/s}$. Po uderzeniu przez zawodnika piłki następuje lądowanie, trwające $0,80 \text{ s}$, w czasie którego prędkości i przyspieszenia analizowanych stawów zmniejszają się, dochodząc do wartości początkowych równych zero.

4. PODSUMOWANIE

Wideorejstracja przestrzenna ataku siatkarskiego pozwoliła na wyznaczenie trajektorii, prędkości oraz przyspieszeń poszczególnych stawów siatkarza, jak również kątów w stawie łokciowym i kolanowym. Wyniki takie umożliwiają ocenę wykonania przez zawodnika poszczególnych faz ataku, przez ich porównanie z przebiegami otrzymanymi dla zawodników klasy mistrzowskiej.

Do pełnej analizy niezbędne jest wykonanie wideorejstracji z użyciem, co najmniej 4. kamer, w celu rejestracji markerów umieszczonych na obu stronach ciała zawodnika.

Wideorejstracja wykorzystana do analizy zarówno ataku siatkarskiego, jak również innych faz gry, jest efektywnym narzędziem do oceny poprawności ich wykonania i może być stosowana w trakcie szkolenia zawodników.

LITERATURA

- [1] Praca zbiorowa pod redakcją Tejszerskiej D., Świtońskiego E.: Biomechanika inżynierska. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2004 r.
- [2] Kowalski L.: Taktyka ataku i bloku w siatkówce. Warszawa: PCMSKFiS, 1993 r.

PODZIĘKOWANIE

Autorzy pragną podziękować Panom: dr. Robertowi Michnikowi, dr. Jackowi Jurkojciowi oraz dr. Pawłowi Jureczko za pomoc okazaną w przeprowadzeniu wideorejstracji analizowanej w niniejszym artykule.

ANALYSIS OF A VOLLEYBALL ATTACK IN SPATIAL APPROACH

Abstract. The article presents a kinematical analysis of a volleyball attack. Empirical research has been conducted using spatial video recording with the help of two videocameras. Obtained video images were analyzed in APAS program. That system, thanks to its multifunctional modules, served the purpose of recording the location of markers placed on the body of the examined person during the entire movement time. The results – exemplary proceedings of the analyzed parameters – are given.