

KINEMETRIA I DYNAMOMETRIA

PRZEGLĄD METOD BADAŃ STOSOWANYCH
W ANALIZIE MOŻLIWOŚCI FIZYCZNYCH CZŁOWIEKA



RODZAJE BADAŃ STRUKTURY RUCHU

Ze względu na **kryterium częstotliwości** dokonywanych pomiarów wyróżnić można:

- ☛ **badania jednorazowe** (przekrojowe) – określające stan układu ruchu w danym momencie,
- ☛ **badania ciągłe**, dające obraz zmian wartości badanych parametrów w funkcji czasu.

RODZAJE BADAŃ STRUKTURY RUCHU

Biorąc pod uwagę **zakres pomiarów** należy wyróżnić:

- ☛ **ocenę kompleksową** (pomiaru dużej liczby różnych parametrów),
- ☛ **ocenę selektywną** (wybiórczą), w której badacz koncentruje się na rejestracji wybranych, ściśle określonych parametrów.

ZASADY OCENY STANU UKŁADU RUCHU

- ☞ Ocena układu ruchu oparta jest na miernictwie cech fizycznych.
- ☞ Mierzy się głównie parametry kinematyczne i dynamiczne ruchu lub wartości cech fizycznych. Ocena może dotyczyć całego ciała lub jego części, pomiarów dokonuje się w warunkach statycznych lub dynamicznych.
- ☞ Takie warunki stwarzają możliwości oceny jednorodnych cech układu ruchu, np. siły, szybkości.

WYKORZYSTANIE WYNIKÓW BADAŃ

- ☞ optymalizacja działania systemu człowiek-maszyna (**ergonomia**),
- ☞ przywracanie utraconej sprawności ruchowej (**rehabilitacja**),
- ☞ profilaktyka zdrowotna i podnoszenie ogólnej sprawności fizycznej (**sport masowy**),
- ☞ zwiększanie skuteczności treningu (**sport wyczynowy**).
- ☞ zwiększanie skuteczności i optymalizacja sterowania treningiem.

PRZYKŁADOWE ZASTOSOWANIA BADAŃ

Badanie maksymalnych momentów sił mięśniowych w statyce prowadzone są:

- w sporcie – określenie siły jako cechy sprawności fizycznej w ocenie stanu wytrenowania zawodnika;
- w medycynie i rehabilitacji – badanie zmian siły jako wskaźnika rozwoju ontogenetycznego, stanu zdrowia i postępów rehabilitacji;
- w modelowaniu techniki ruchu – określenie warunków ekstremalnych i ograniczeń w układach równań ruchu.

PRZYKŁADOWE ZASTOSOWANIA BADAŃ

Badanie momentów sił mięśniowych w warunkach dynamicznych stosuje się do diagnostyki stanu układu ruchu. Szczególne znaczenie mają charakterystyki prędkości i mocy.

Na ich podstawie można dokonać oceny:

- ☛ stanu wytrenowania lub stanu zdrowia zespołu mięśni (np. po kontuzji) poprzez porównywanie wyników kolejnych pomiarów;
- ☛ wpływu różnych form treningu na poziom siły, szybkości i mocy jako cech sprawności fizycznej.

PRZYKŁADOWE ZASTOSOWANIA BADAŃ

Pomiar mocy kończyn dolnych i tułowia:

- ☞ Najstarszą i najpopularniejszą metodą badania jest wyskok dosiężny, nazywany również – od nazwiska autora – skokiem Sargenta.
- ☞ Za pomocą skoku dosiężnego można dokonać oceny parametrów charakteryzujących możliwości siłowo-szybkościowe układu ruchu człowieka. W tym celu niezbędne jest zastosowanie aparatury pozwalającej dokładnie i szybko określić przemieszczanie środka masy ciała.

SIŁA JEST MIERZONA W WARUNKACH

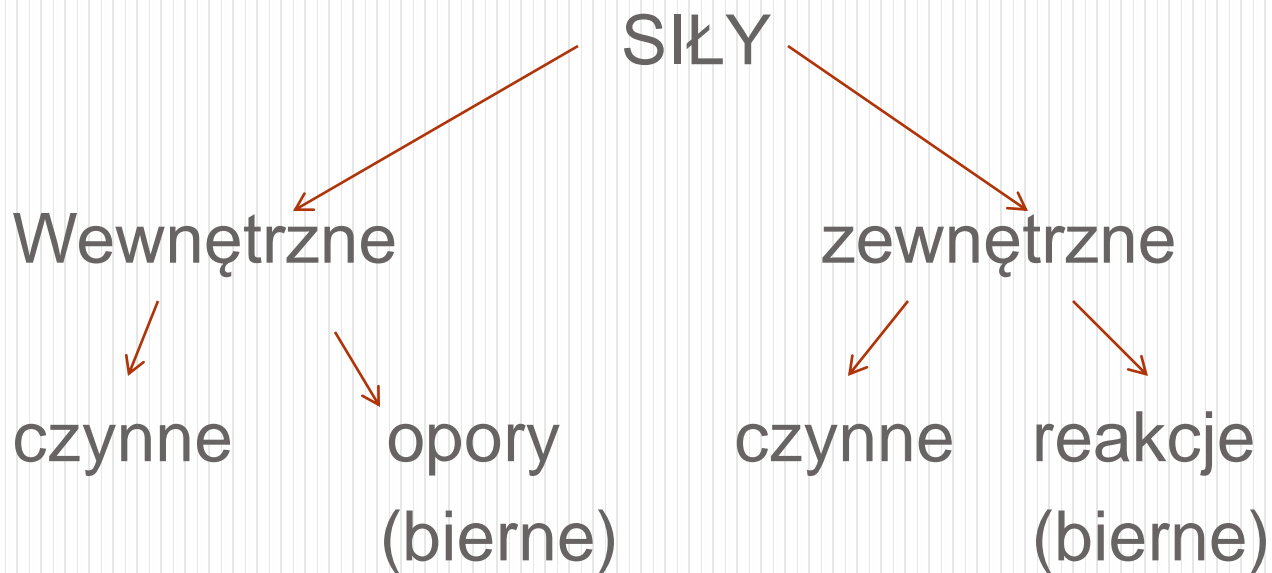
Dynamicznych

*wywołanie przyspieszenia
lub opóźnienia ruchu*

Statycznych

*deformacja
w bezruchu*

SIŁY DZIAŁAJĄCE NA UKŁAD RUCHU CZŁOWIEKA



Siły działające na układ ruchu człowieka

Siły wewnętrzne :

Czynne :
✓ mięśnie

Opory (bierne):

- opór odkształcalnych tkanek w tym siły bierne mięśni
- bezwładność

Siły zewnętrzne:

Czynne :
✓ Przyciąganie ziemskie
✓ Partner/ przeciwnik
✓ Prąd wody/wiatr

Reakcje bierne :

- reakcja podłoża
- tarcie
- opór wody i powietrza

CHARAKTERYSTYKA STRUKTURY RUCHÓW CZŁOWIEKA

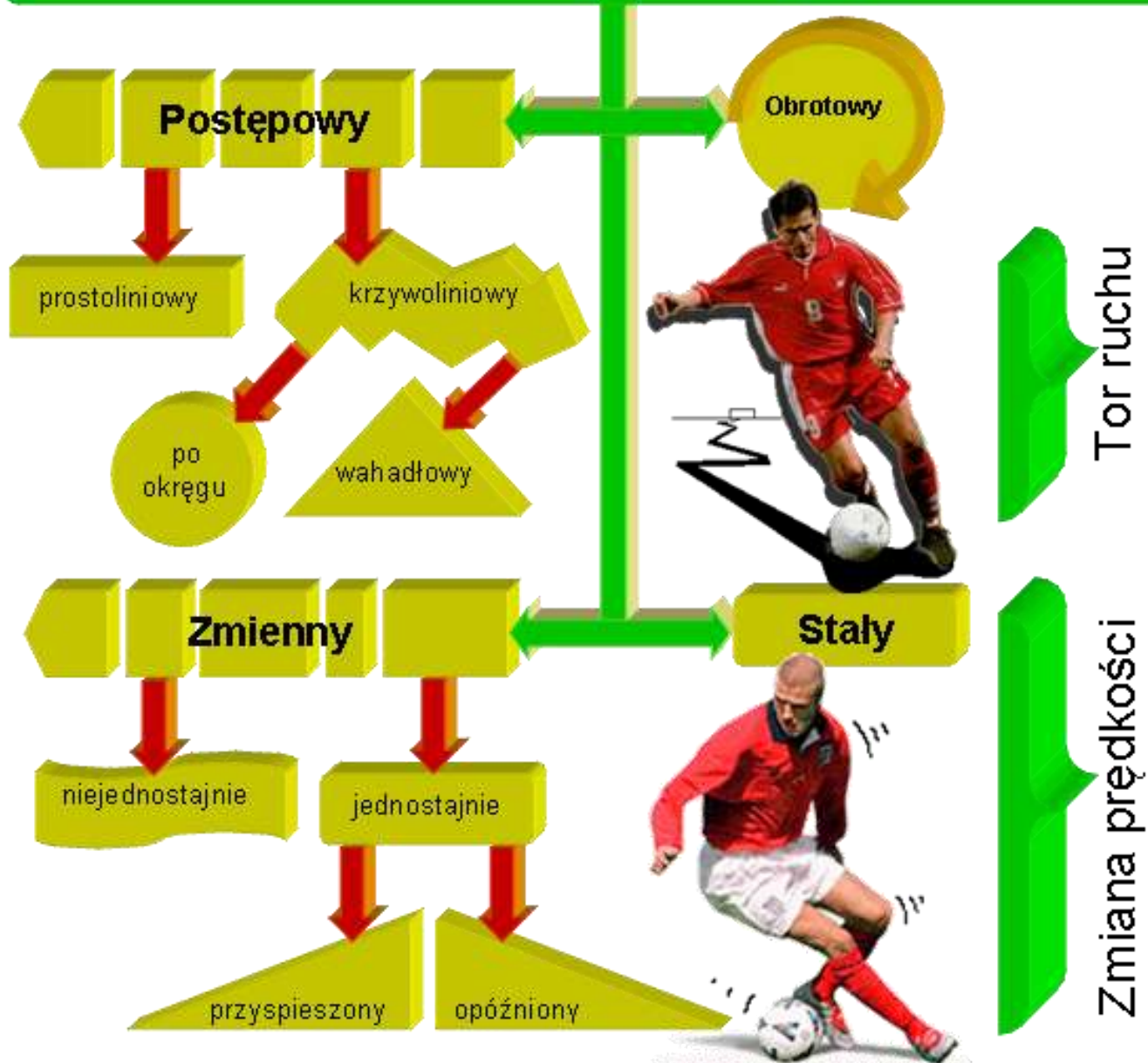
Pytania o ruch (OPIS)

Gdzie się porusza ?
Kiedy ? Jak?

Pytania o przyczyny

Co się porusza?
Dlaczego?

RUCH



CECHY PRZEBIEGU RUCHU

JAKOŚCIOWE

Rytm
Sprężenie
Płynność
Dokładność
Stołość
Zakres
Tempo

MOC

ILOŚCIOWE

Struktury kinematycznej

Długościowe
Czasowe
Kątowe
Położenia
Prędkości
Przyspieszenia

Moment siły

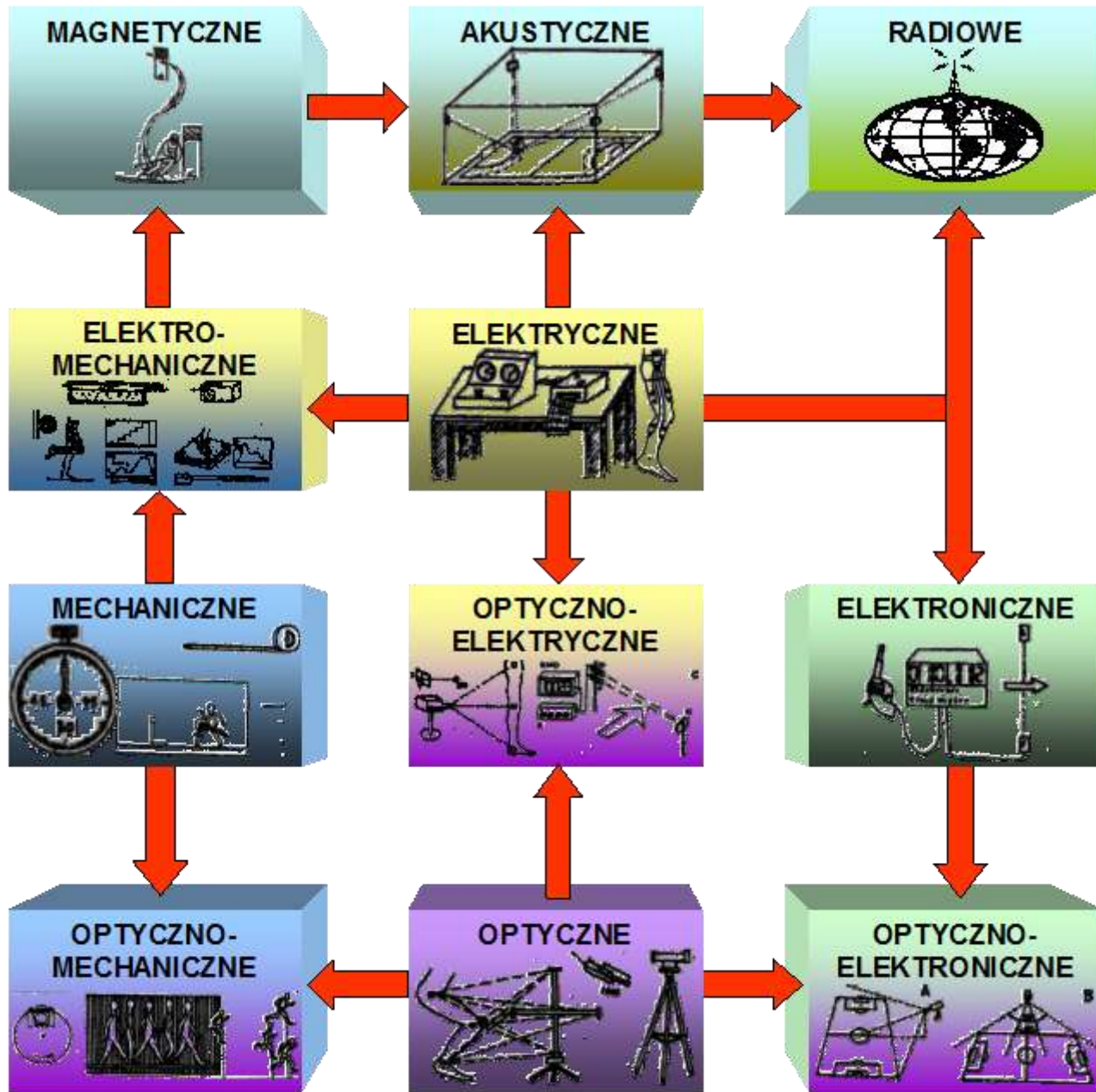
Impulsy siły

Struktury dynamicznej

Stan energii

-Kinematyczna
-Potencjalna

METODY BADAŃ



BADANIA UKŁADU RUCHU I CAŁEGO CIAŁA

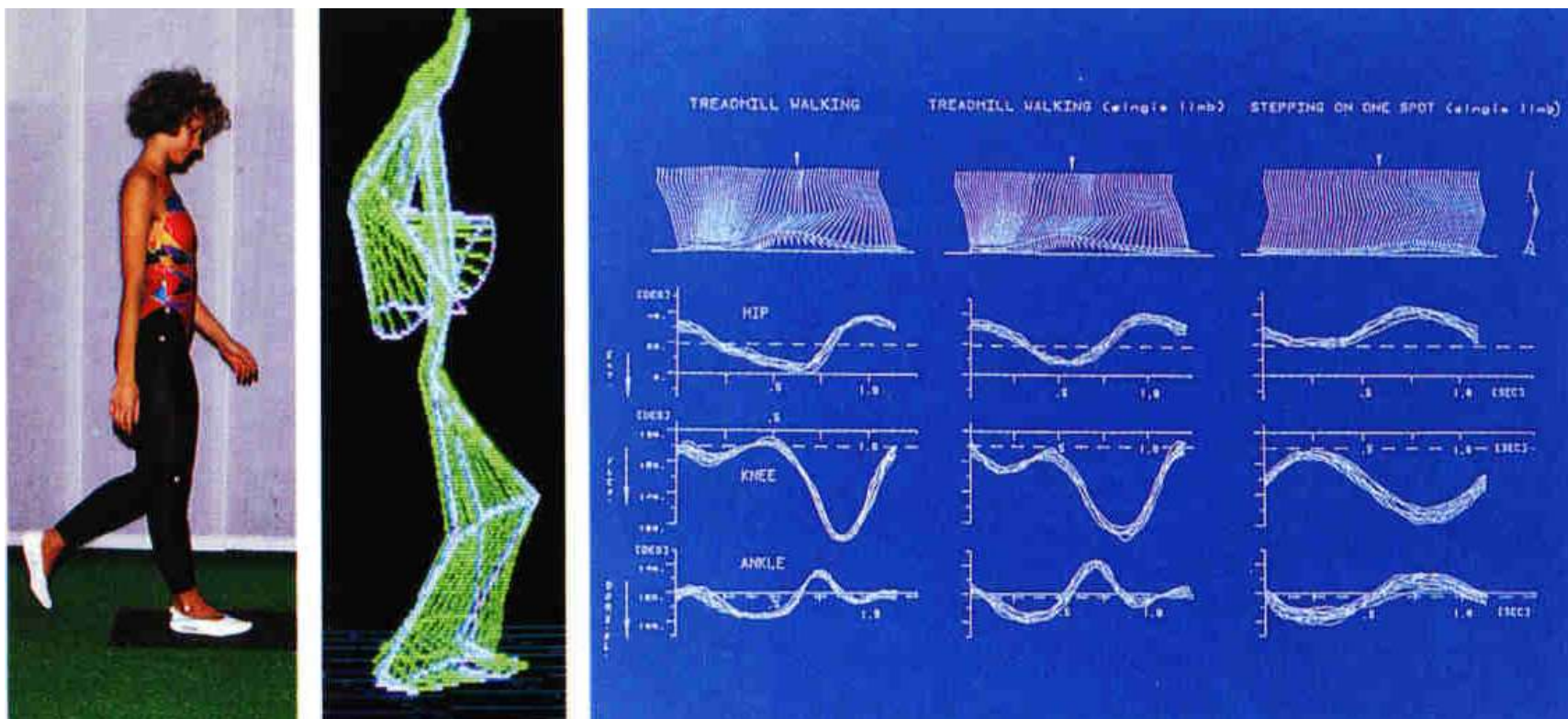
- Antropometria (masy, długości, obwody, środki ciężkości, momenty bezwładności)
- Goniometria (ruchomość)
- Dynamometria (momenty sił grup mięśni)
- Elektromiografia (aktywność elektryczną mięśni)

PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH



**Platforma
dynamometryczna
na podczas
badania chodu
(AMTI, 1999).**

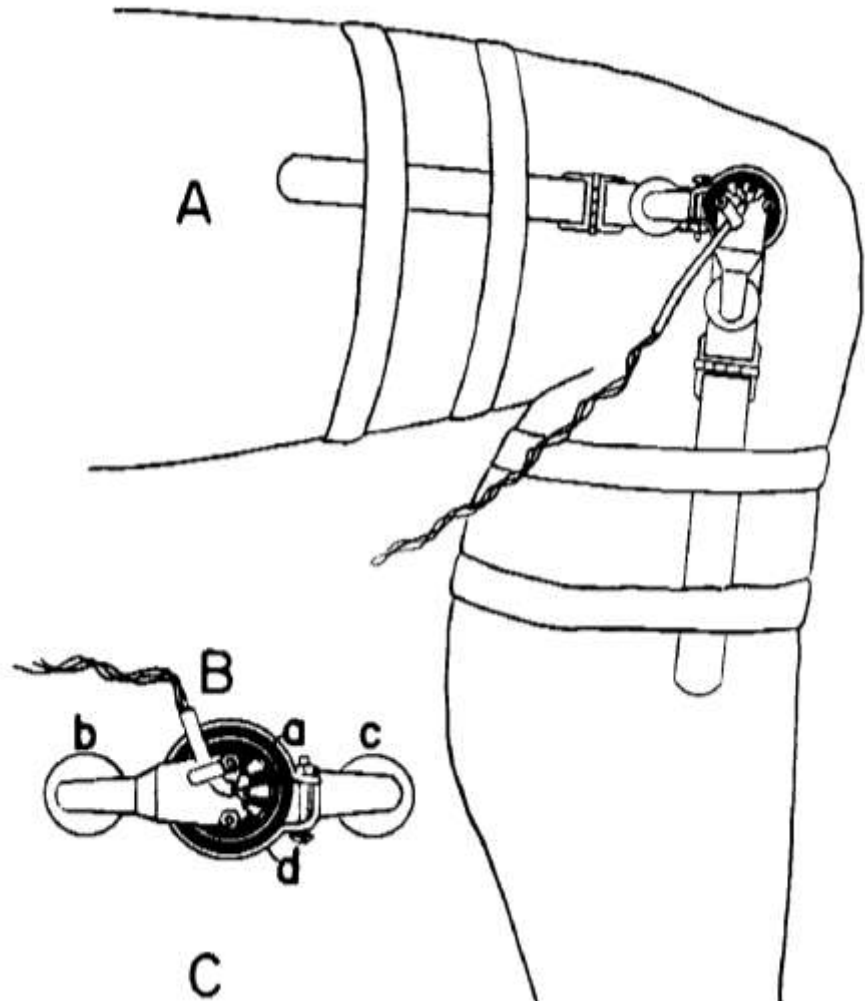
PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH



Zastosowanie metod analizy kinematyki i dynamiki ruchu w badaniach klinicznych (ELITE, 1998).

GONIOMETRIA

POMIAR ZAKRESU
RUCHU W STAWIE
(od jednego skrajnego
położenia do drugiego)



PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH

ELEKTROGONIOMETRIA

- ☛ Metoda badania kątowych przemieszczeń w stawie, prędkości kątowej oraz przyspieszeń.
- ☛ Jest to rozwinięcie goniometrii, czyli mechanicznego pomiaru zakresu ruchu w stawie.
- ☛ Zastosowanie: badania geometrii ruchu (techniki) w stawach, postępy rehabilitacji po kontuzjach, badania maksymalnego zakresu ruchu, badania lokomocji zdrowych i chorych, czy zaopatrzonych ortopedycznie.

PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH

SPIDOMETRIA I AKCELEROMETRIA

- Spidometria (SDM) jest metodą badania prędkości liniowej i kątowej. Umożliwia ciągły pomiar szybkości, pozwala na określenie prędkości chwilowych w dowolnym momencie ruchu.
- Akcelerometria (ALM) to metoda bezpośredniego i ciągłego badania przyspieszeń liniowych i kątowych.
- Obie metody znajdują zastosowanie w badaniach chwilowych wartości prędkości liniowej i kątowej oraz przyspieszeń.

PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH

KINEMATOGRAFIA

- jest podstawową, fotokinematyczną metodą rejestracji i analizy struktury ruchu w przestrzeni dwu- i trój-wymiarowej.



PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH



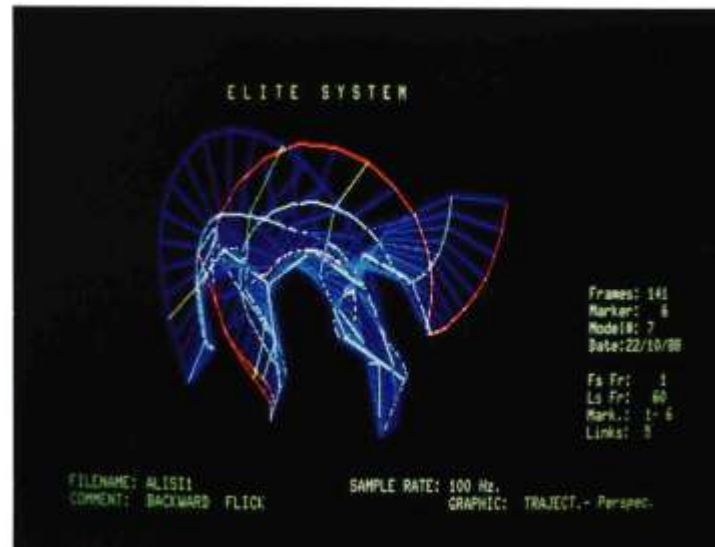
**Znaczniki stosowane podczas
rejestracji ruchu**
(Vicon Clinical Motion Analysis System)

PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH

OPTOELEKTRONIKA

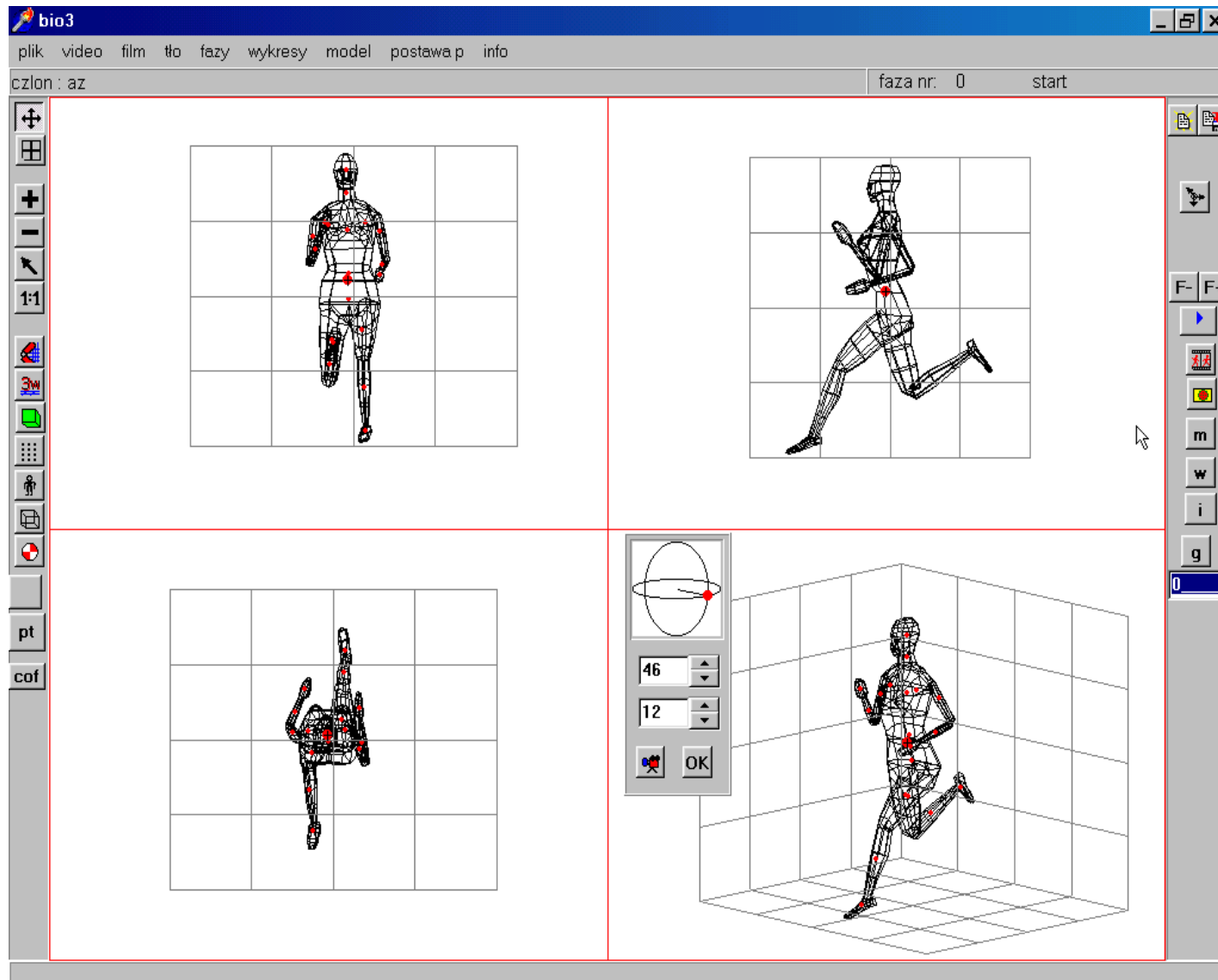
- Optoelektronika jest metodą optycznego i elektronicznego przetwarzania światła (elementów obrazu) na sygnał elektryczny (w kamerze optoelektronicznej), co poprzez sprzężenie kamery z komputerem umożliwia dokonywanie pomiarów i analizy parametrów ruchu w czasie rzeczywistym (on-line).

PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH



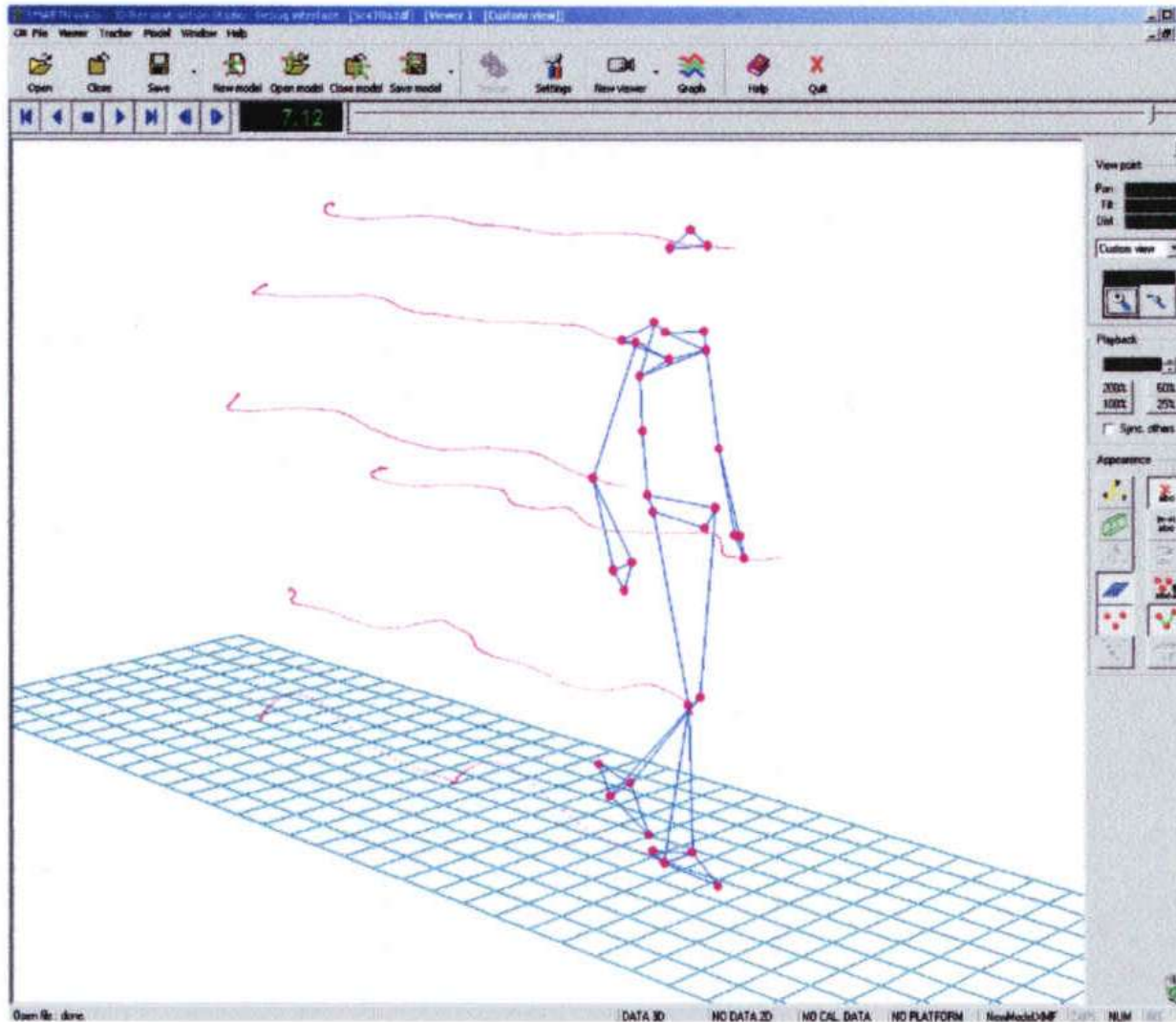
System ELITE do badania ruchu w trójwymiarze. (ELITE, 1998).

PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH



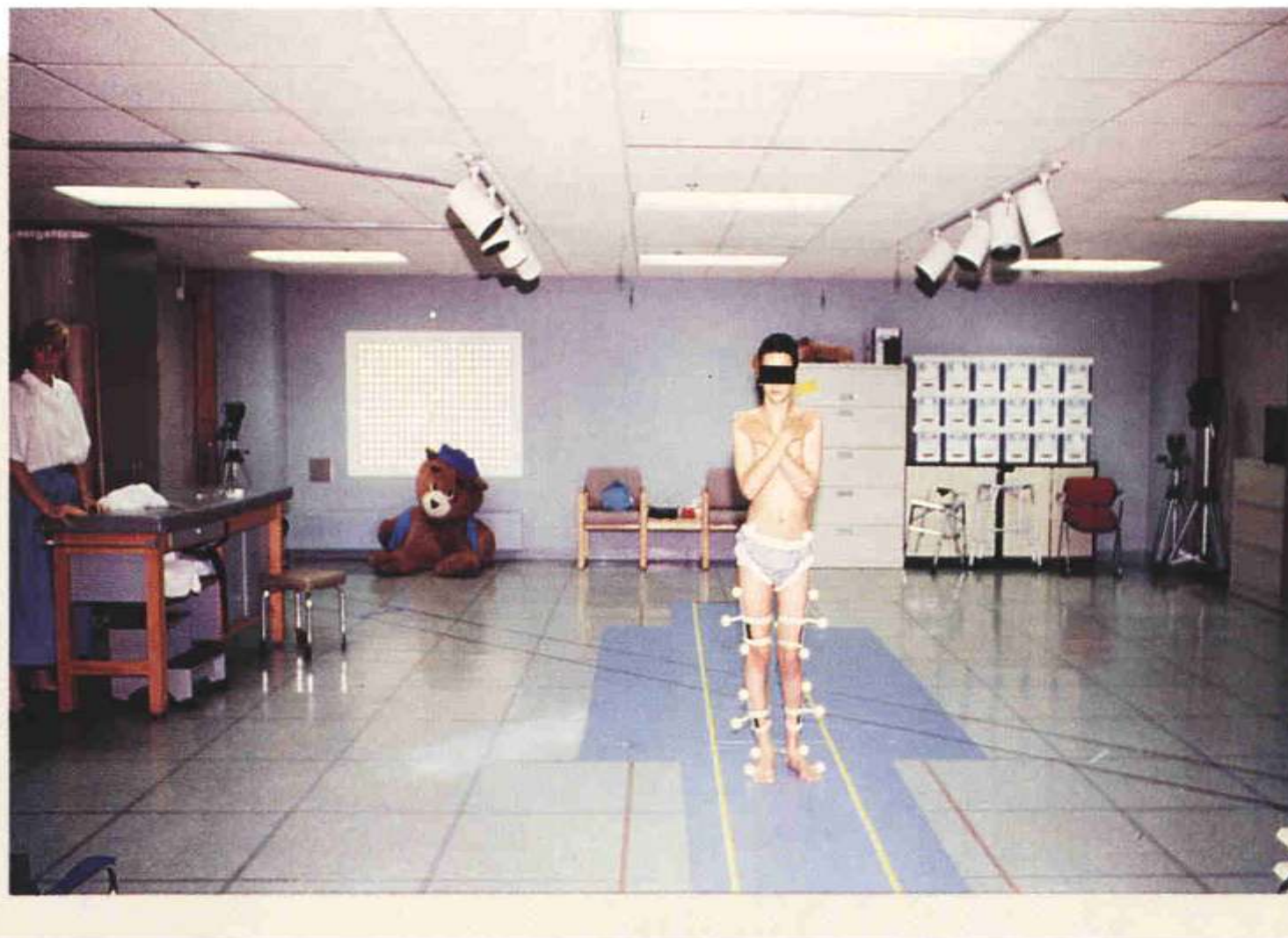
Przykład modelowania badań (Aschenbrenner 2000).

PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH



Graficzne przedstawienie danych z programu SMART (eMotion S.r.l., 2000)

PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH



**Laboratorium w dziecięcym szpitalu w Londynie
(Vicon Clinical Motion Analysis System, 1996).**

PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH

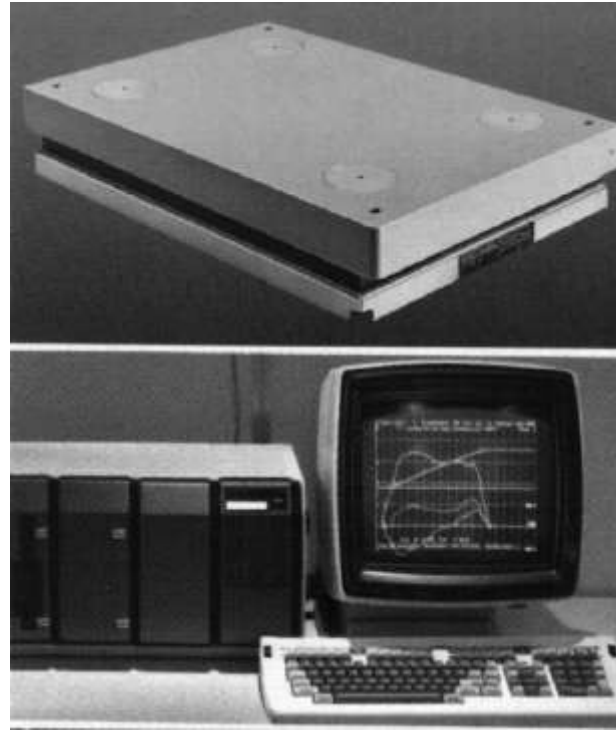
Przykładowe zastosowania:

- ☛ identyfikacja ruchu w przestrzeni dwu- i trójwymiarowej,
- ☛ możliwość ponownej i wielokrotnej obserwacji,
- ☛ ocena i wyznaczenie faz (cykli) ruchu,
- ☛ analiza lokomocji osób z uszkodzeniami układu ruchu,
- ☛ ocena treningu leczniczego (np. po amputacjach),
- ☛ ocena techniki ruchu sportowego,
- ☛ weryfikacja techniki ruchu, ocena i eliminacja błędów wykonania.

URZĄDZENIA POMIAROWE



Platforma dynamometryczna do badania chodu.



Platforma dynamometryczna do badania siły odbicia



Stopery – mechaniczny i elektroniczny

Pomiar momentu siły mięśni w statyce



Widoczny fotel z głowicą pomiarową i dźwignią oporową

Zasady pomiaru :

- Stały kąt w stawie (brak ruchu)
- Stabilizacja segmentu ciała mierzonego i sąsiednich
- Oś stawu musi pokrywać się z osią momentomierza

URZĄDZENIE IZOKINETYCZNE DO POMIARÓW MOMENTÓW SIŁ GRUP MIĘŚNI W DYNAMICE (BIODEX)



BIODEX

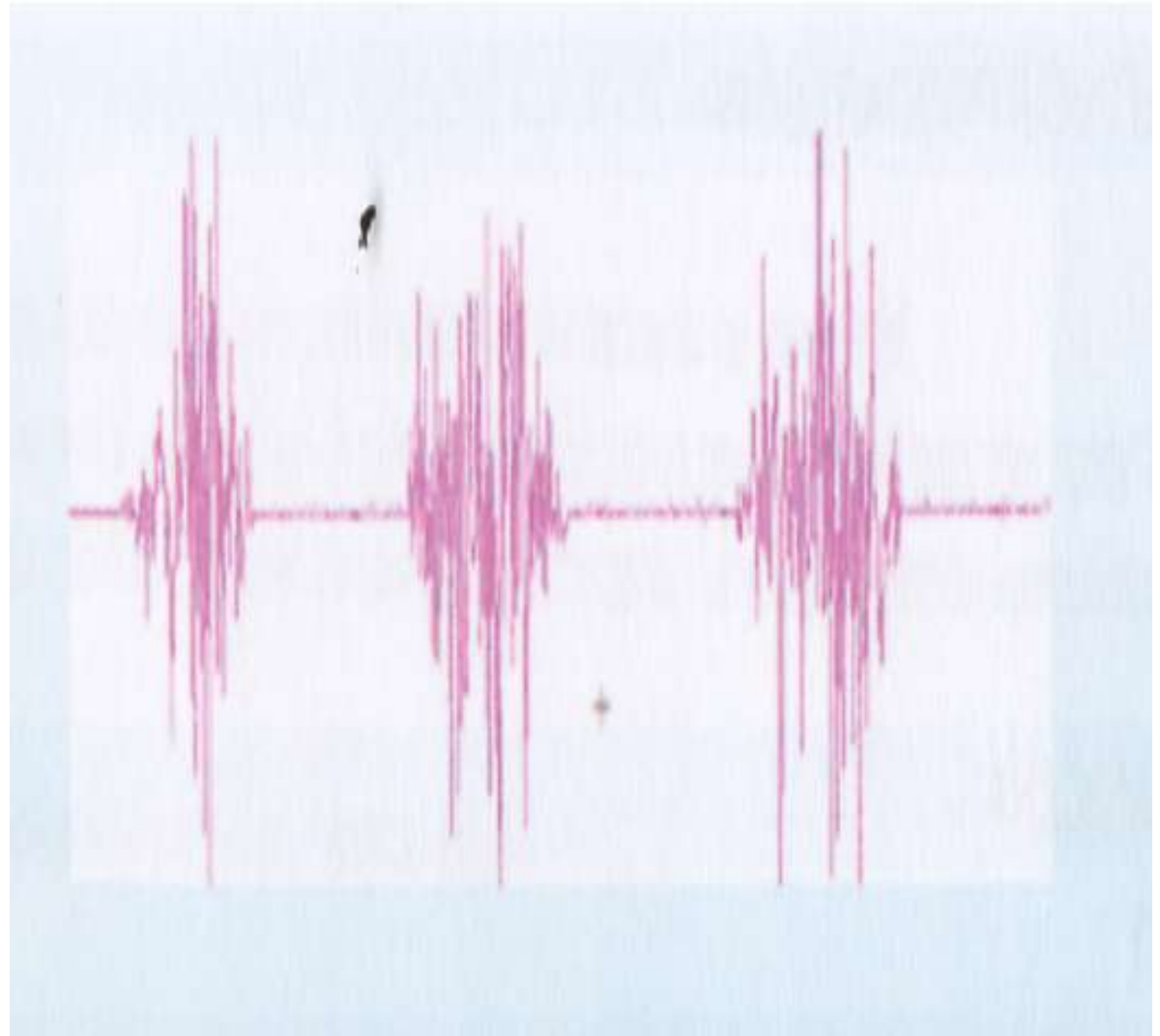
Przykład momentu pomiaru
siły zginaczy
i prostowników stawu
łokciowego



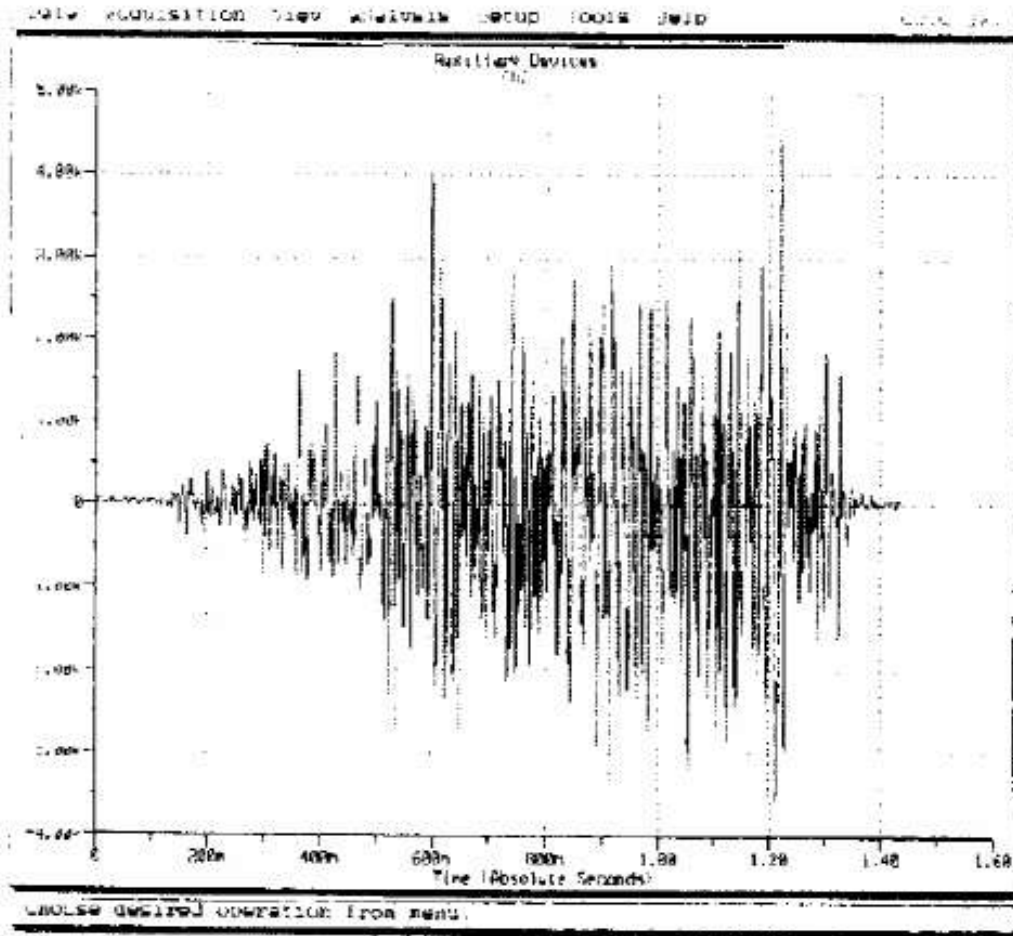
Elektromiografia

... jest to badanie funkcjonowania mięśnia poprzez badanie sygnałów elektrycznych przez nich wywołanych.

Efektem badań może być prezentowany elektromiogram



ELEKTROMIOGRAM



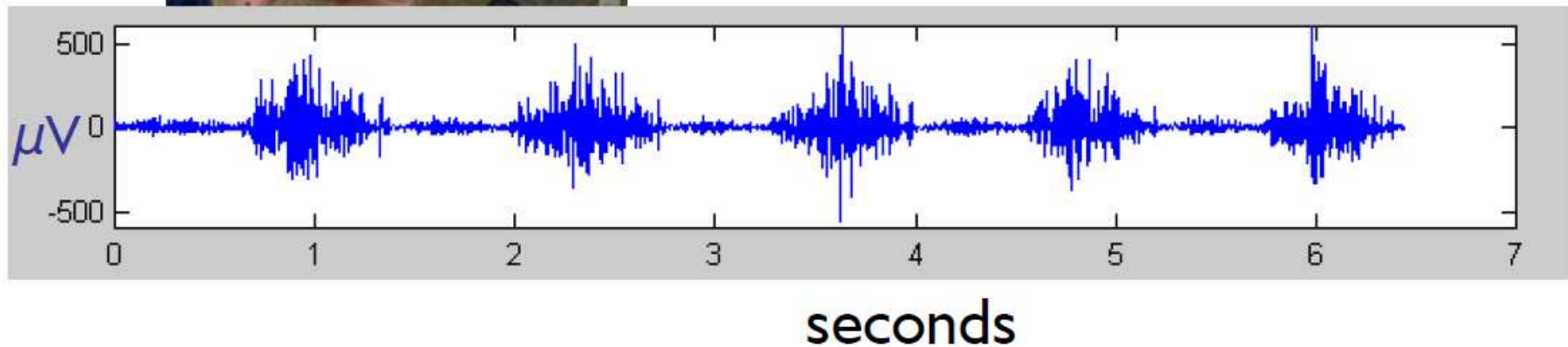
charakteryzuje się :

- amplitudą ($100\mu\text{V}$ - 5mV), która zależy od liczby zaangażowanych włókien,
- częstotliwością ($20\text{-}50\text{ Hz}$), która jest wyrazem synchronizacji pobudzenia włókien.

Elektrody dwubiegunowe w badaniach powierzchniowych



Elektromiografia powierzchniowa



ROZPOZNANIE PRZEBIEGU ELEKTROMIOGRAMU



- Surowy zapis interferencyjny



- „Wyprostowany”



- Zintegrowany

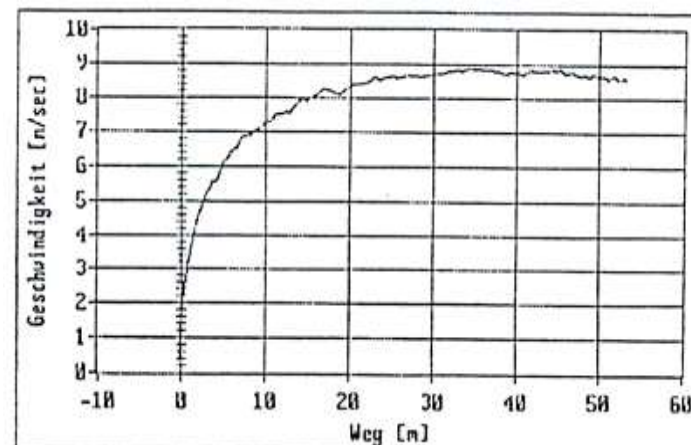
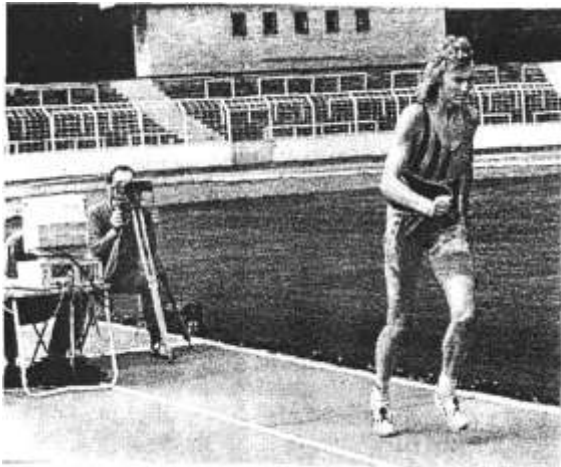


- Siła

1 s

BADANIA RUCHU CIAŁA CZŁOWIEKA

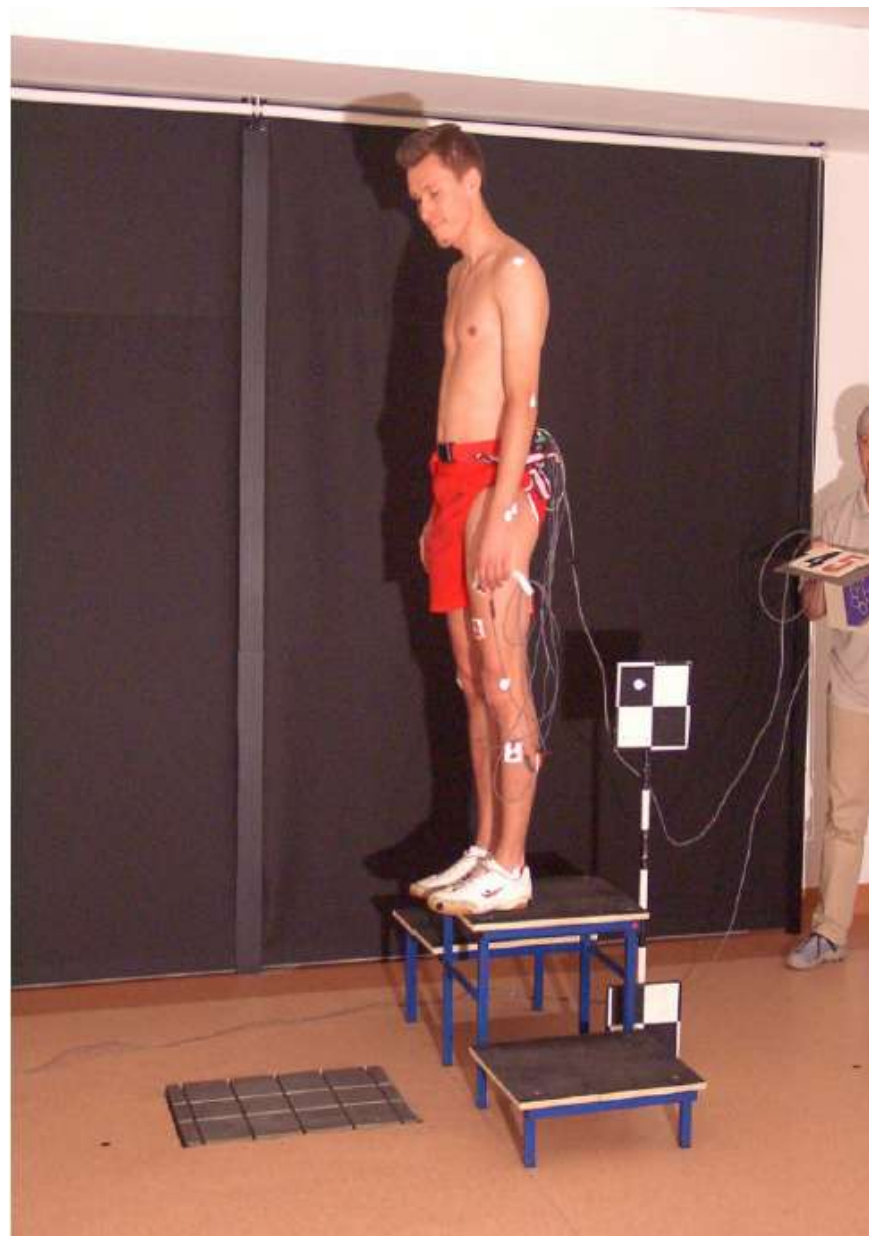
- Speedometria
- Akcelerometria
- Dynanometria (siły reakcji)
- Kinemetria – videofilmowanie (droga liniowa, kątowa i czas).
- Elektrogoniometria



Marken-Werte	
Weg [m]	Ges [m/s]
1.00	3.306
5.00	6.161
10.00	7.204
20.00	8.313
30.00	8.692
40.00	8.709
50.00	8.657

PLATFORMA DO POMIARU SIŁY REAKCJI

Zastosowanie platformy dynamometrycznej do pomiaru siły reakcji odbicia „skoku i zeskoku z danej wysokości” (tzw. drop jump)

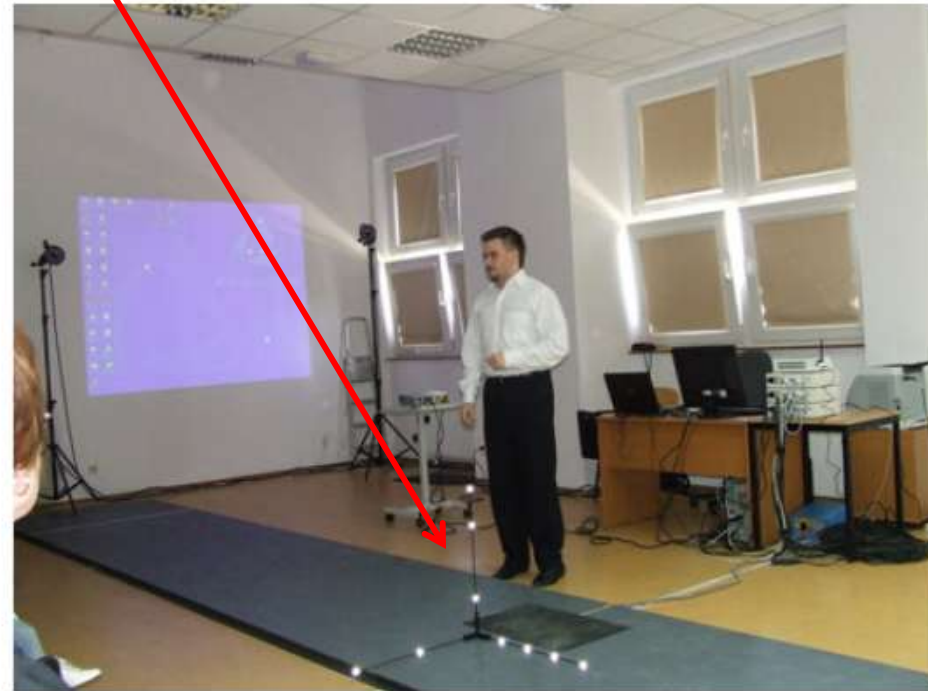


SYSTEM BTS

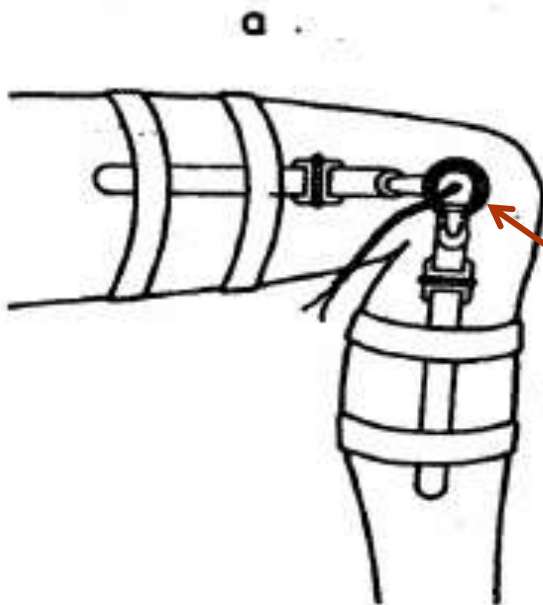
Kinematrya bezpośrednia



- Układ kalibracyjny

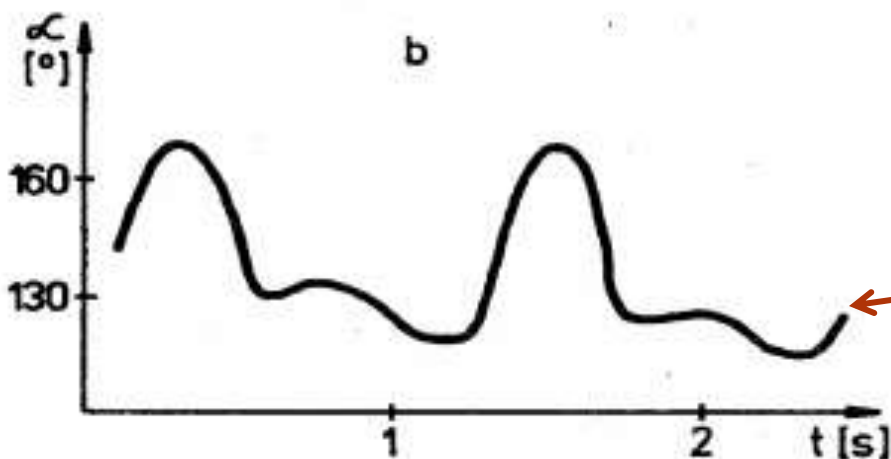


ELEKTROGONIOMETRIA



Metoda służąca do pomiaru zmian kąta w stawie podczas ruchu.

potencjometr reaguje na ruch i zmienia swoją oporność elektryczną, wpływając na zmiany napięcia,



rejestrator (wzmacniacz) przeskalowuje zmierzone napięcie na stopnie kątowe

po przetworzeniu sygnału otrzymuje się zapis zmiany kąta w funkcji czasu