

# 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

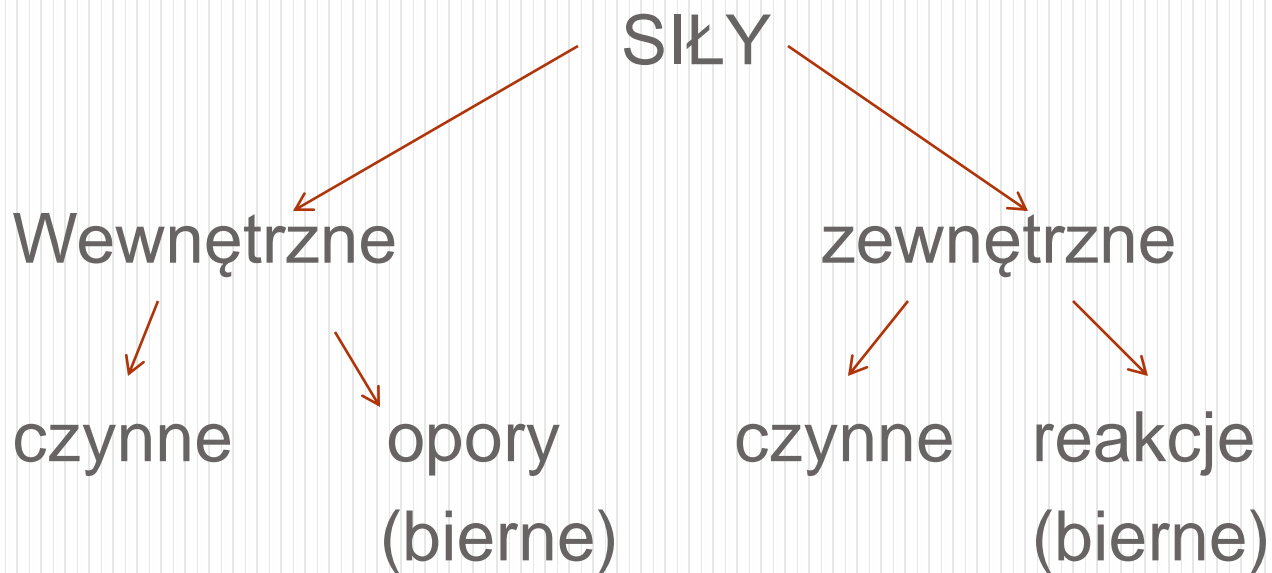
## **Dynamicznych**

*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

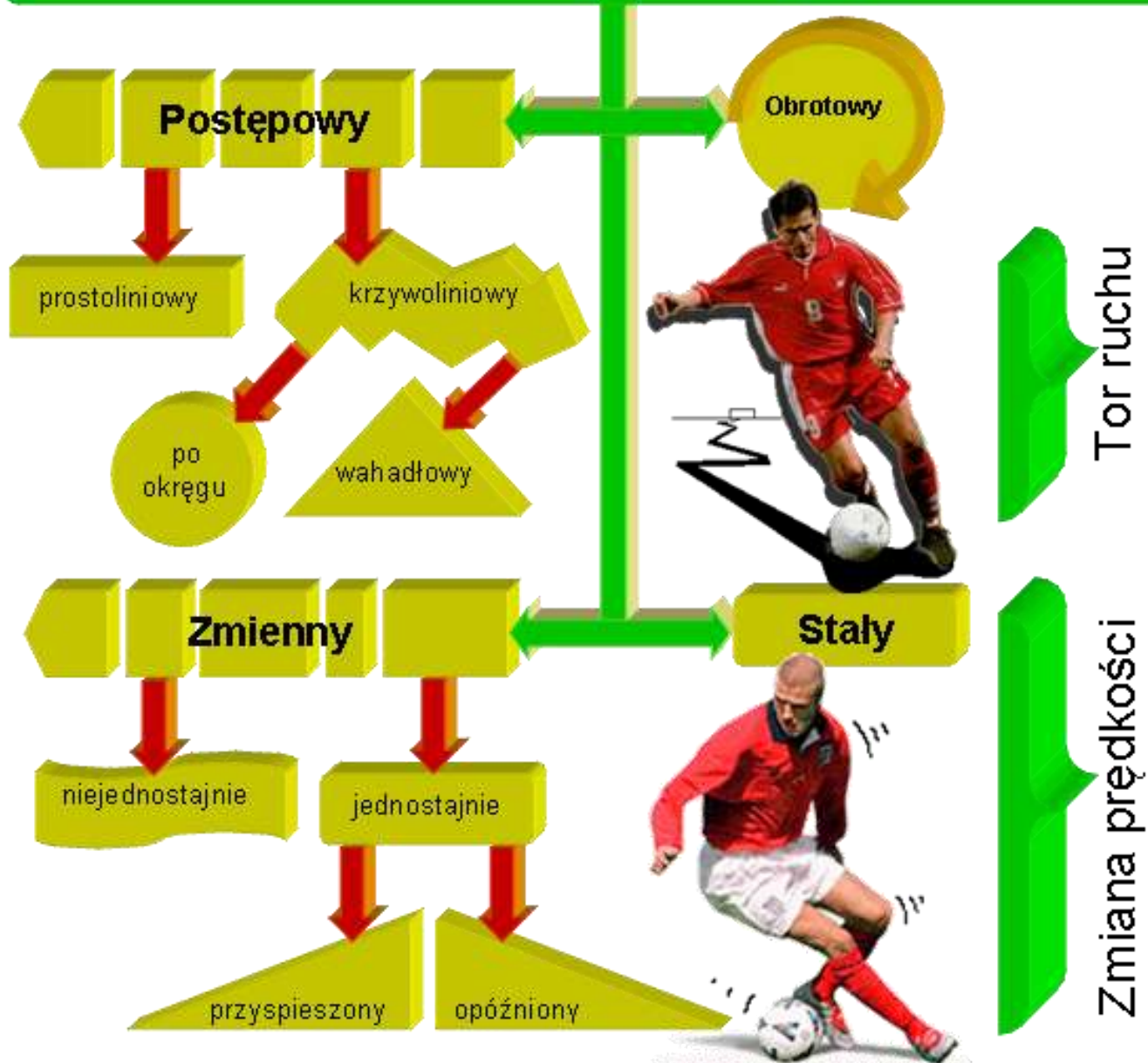
## **Pytania o ruch (OPIS)**

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

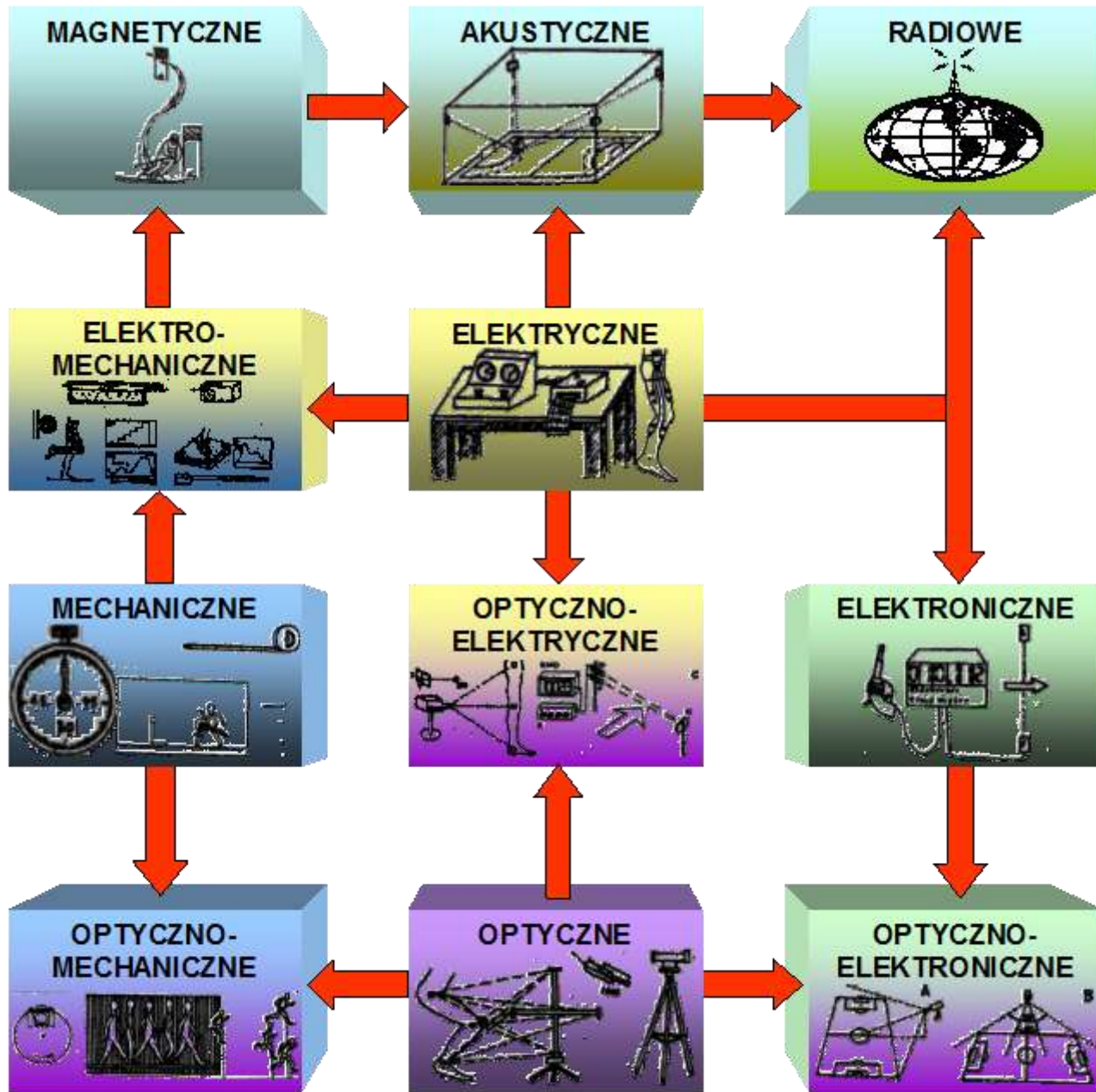
Impulsy siły

### 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)

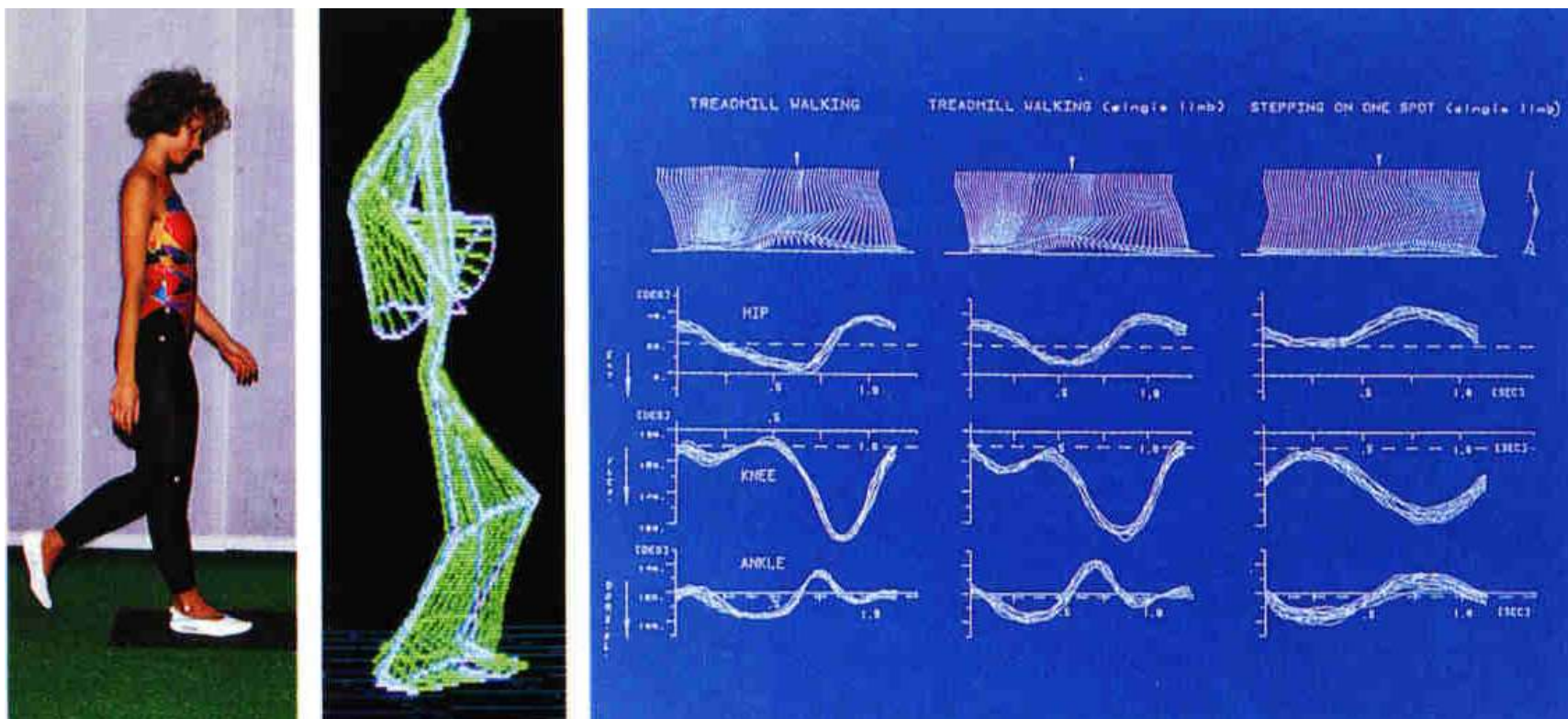


# PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH



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

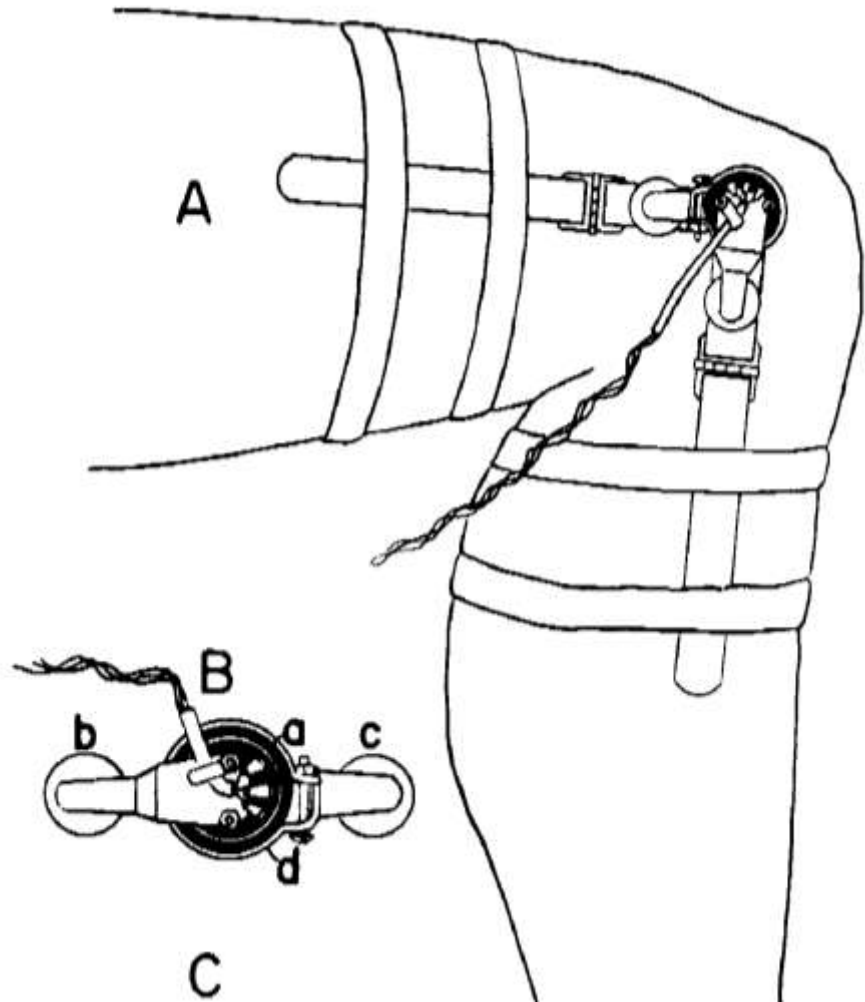
# PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH



**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 )

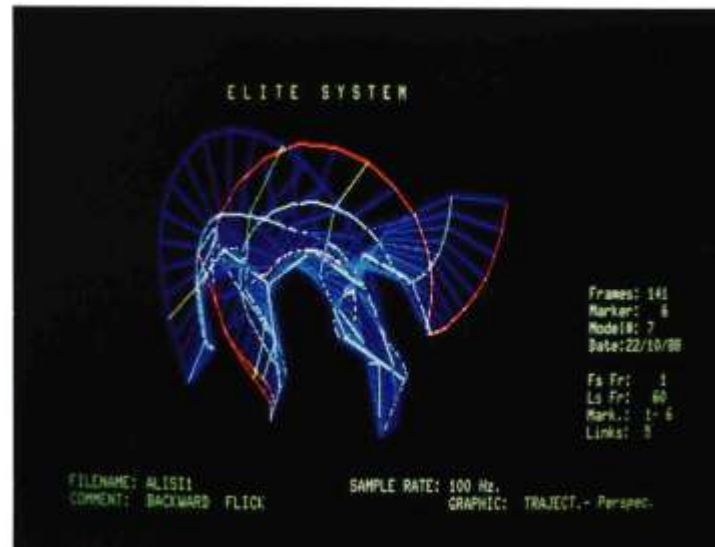
# PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH

## 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).

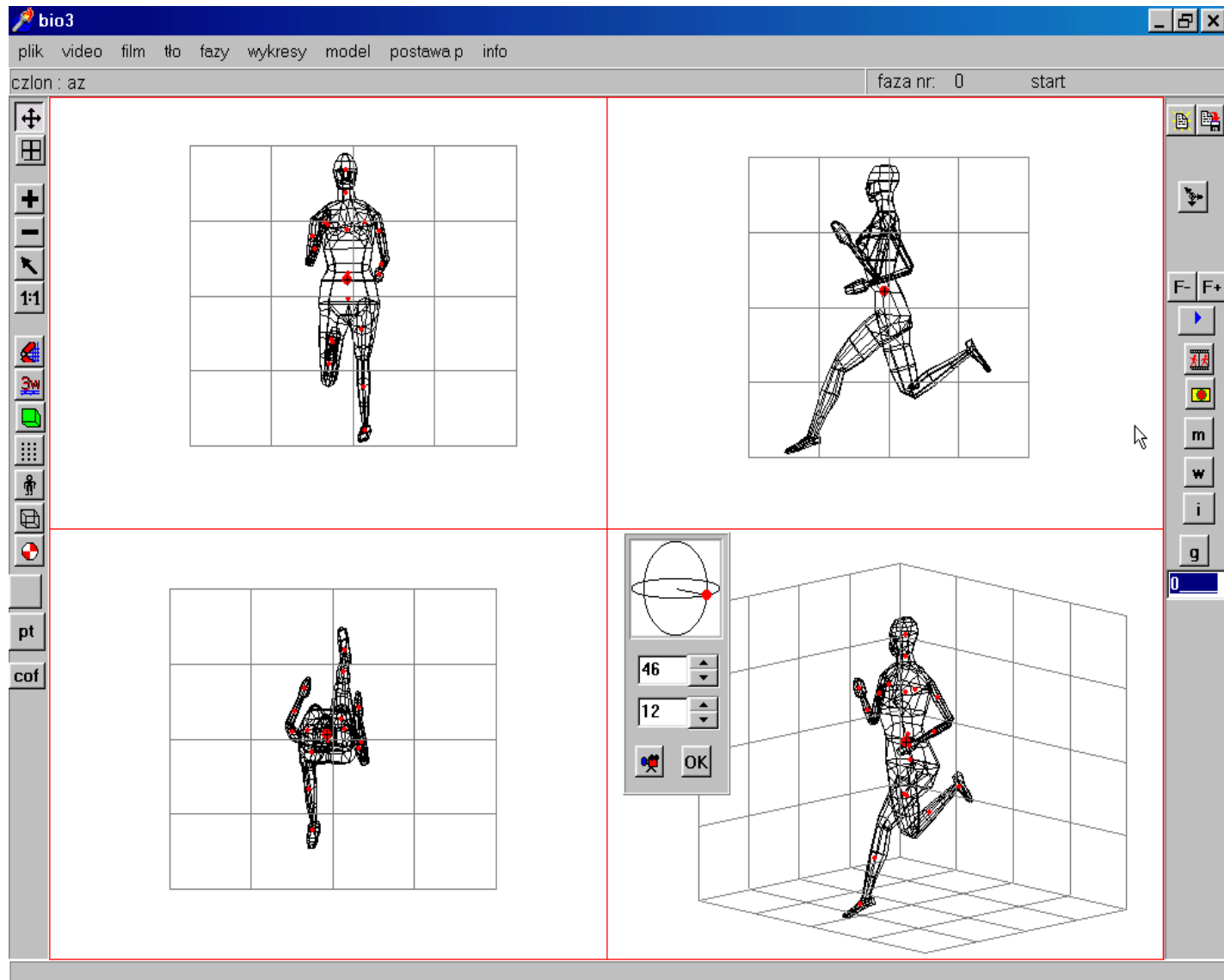


# PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH



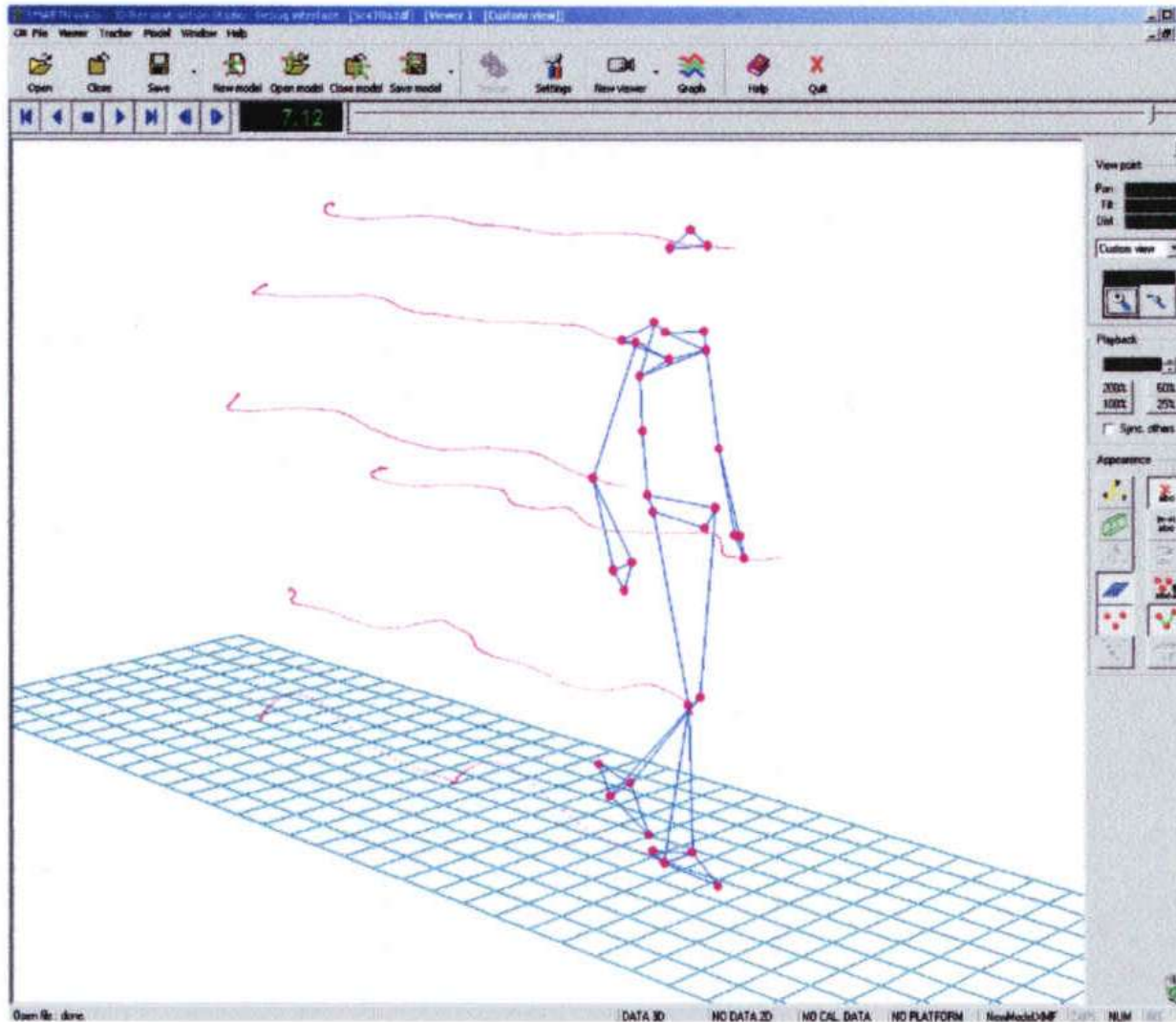
**System ELITE do badania ruchu w trójwymiarze. (ELITE, 1998).**

# PRZEGLĄD METOD BADAWCZYCH



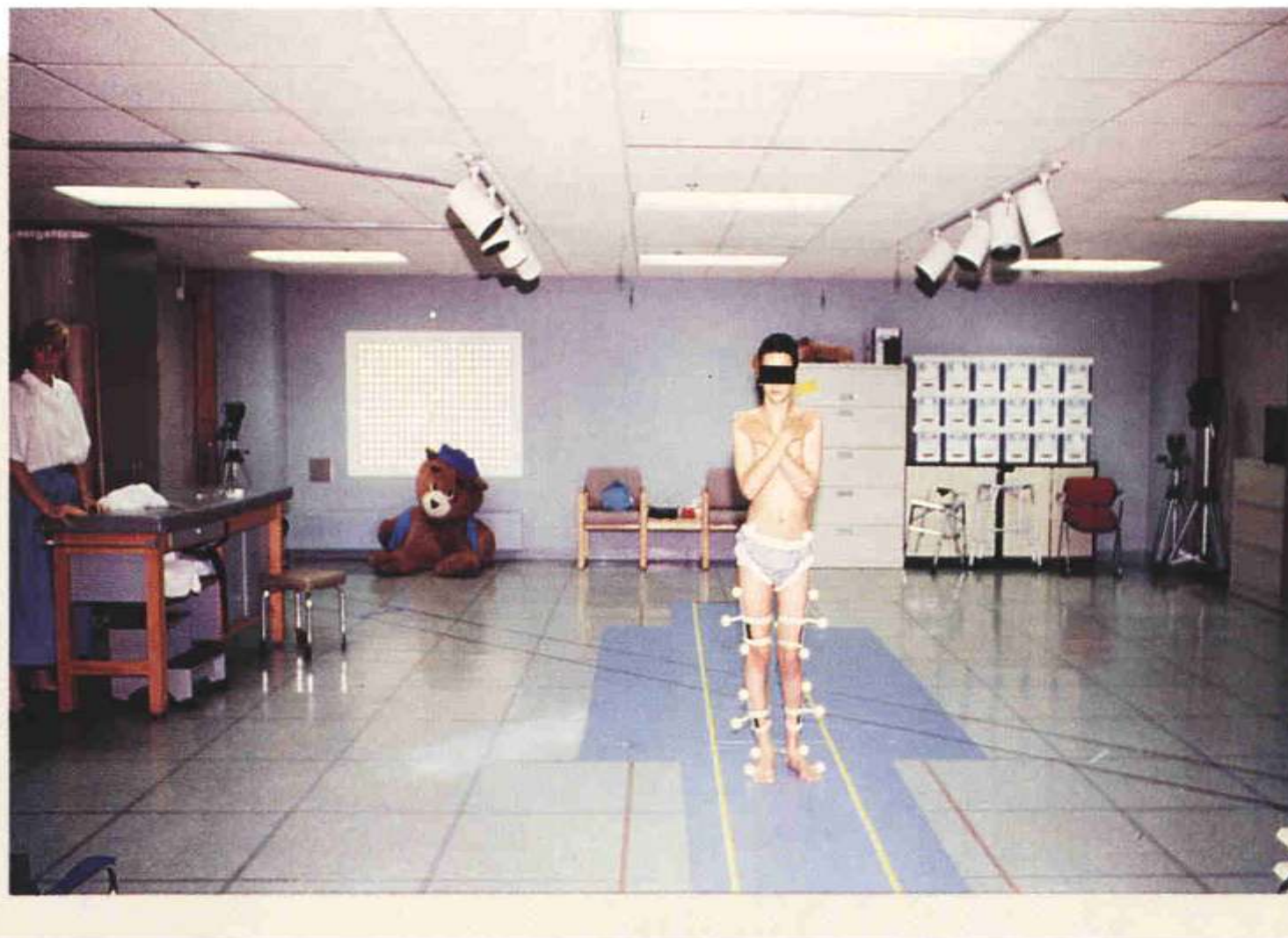
**Przykład modelowania badań (Aschenbrenner 2000).**

# 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

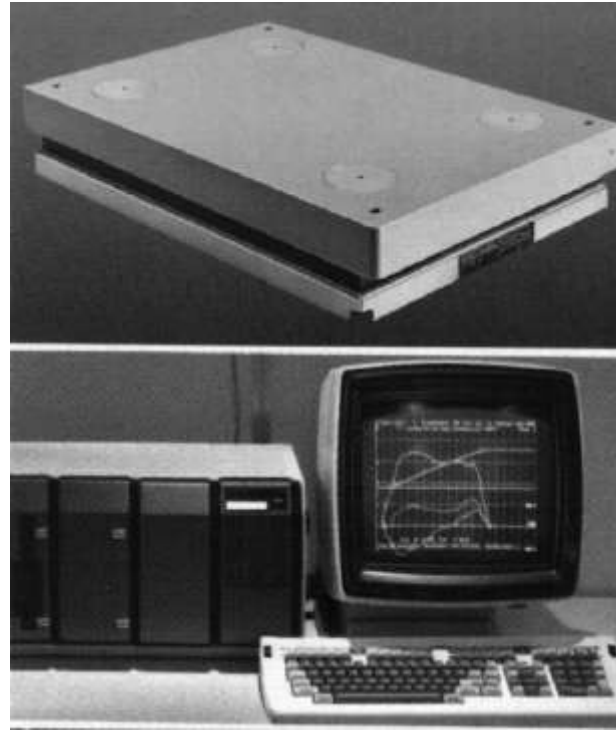
## **Przykładowe zastosowania:**

- ☛ 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

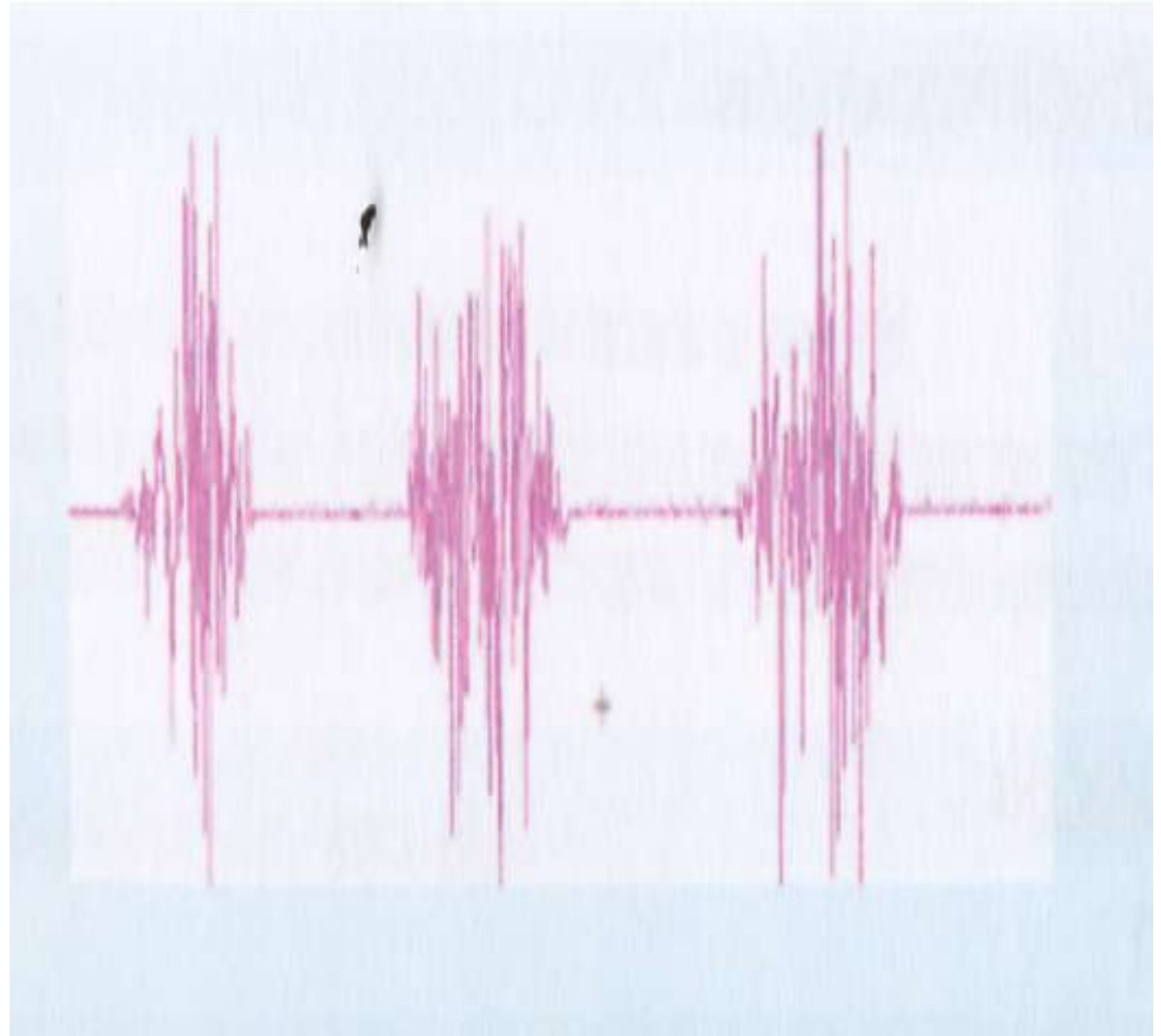
Przykład momentu pomiaru  
siły zginaczy  
i prostowników stawu  
łokciowego



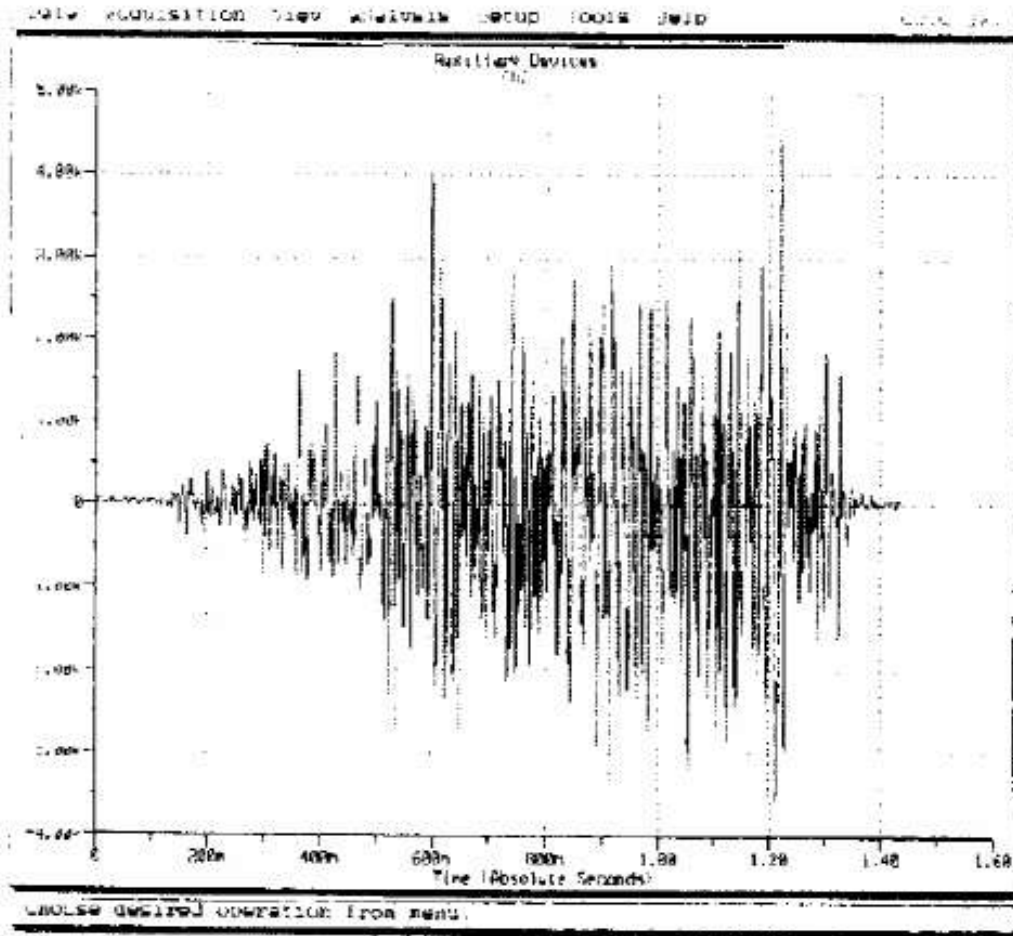
# Elektromiografia

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

Efektem badań może być prezentowany elektromiogram



# ELEKTROMIOGRAM



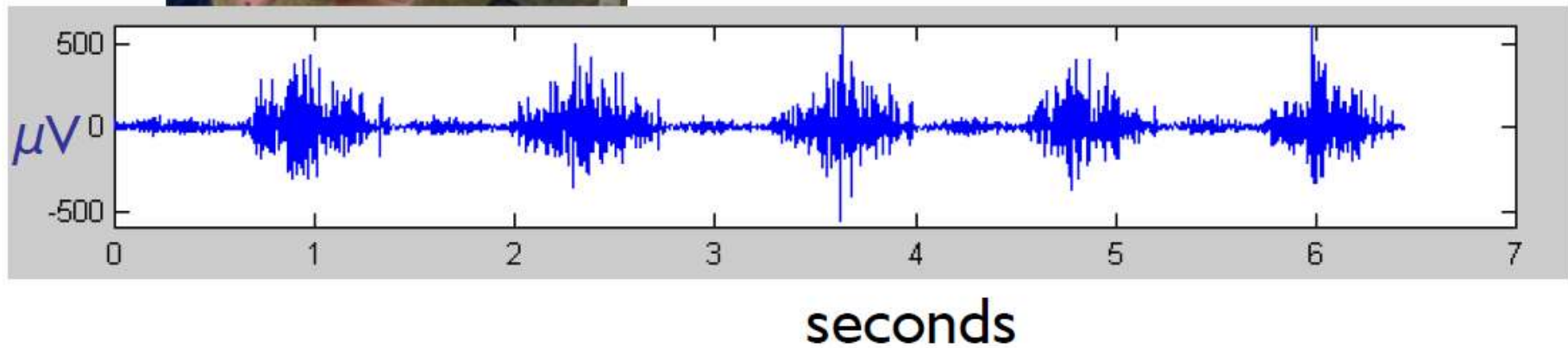
charakteryzuje się :

- amplitudą ( $100\mu\text{V}$ -  $5\text{mV}$ ), 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

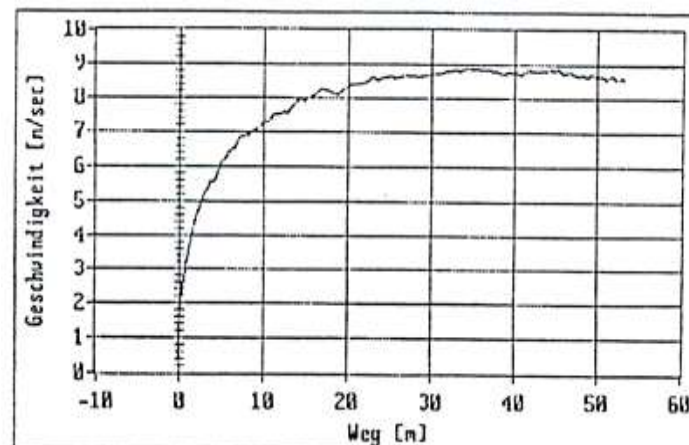
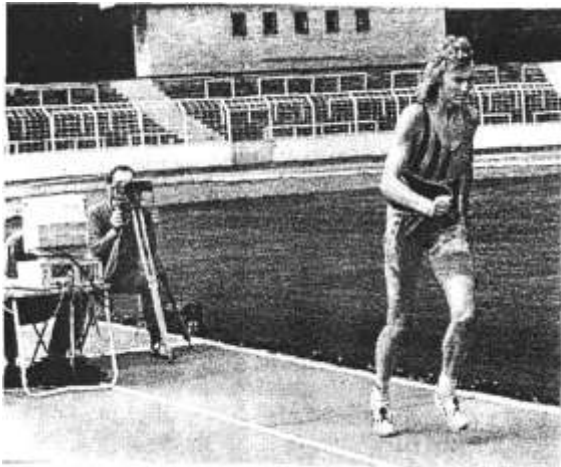


- Siła

1 s

# BADANIA RUCHU CIAŁA CZŁOWIEKA

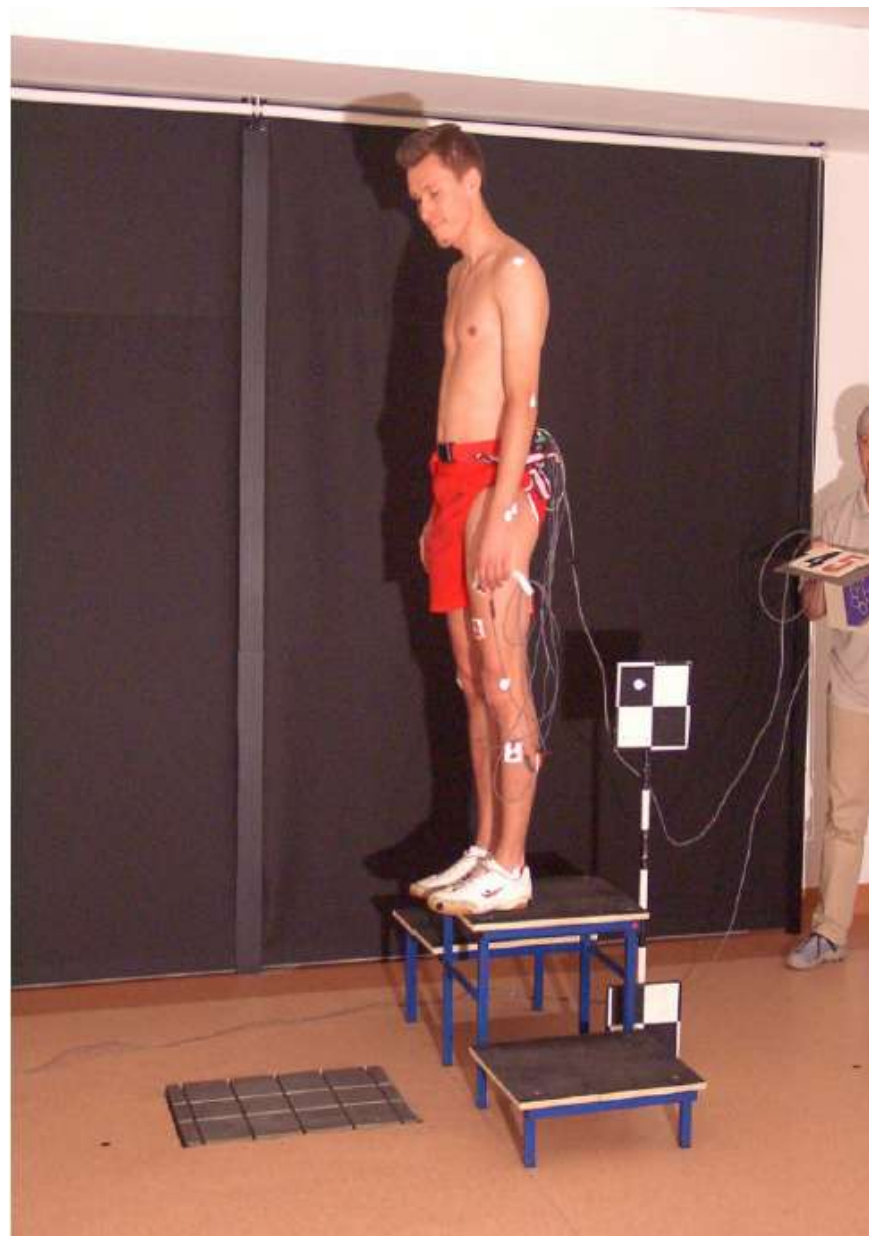
- Speedometria
- Akcelerometria
- Dynanometria (siły reakcji)
- Kinemetria – videofilmowanie (droga liniowa, kątowa i czas).
- Elektrogoniometria



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)



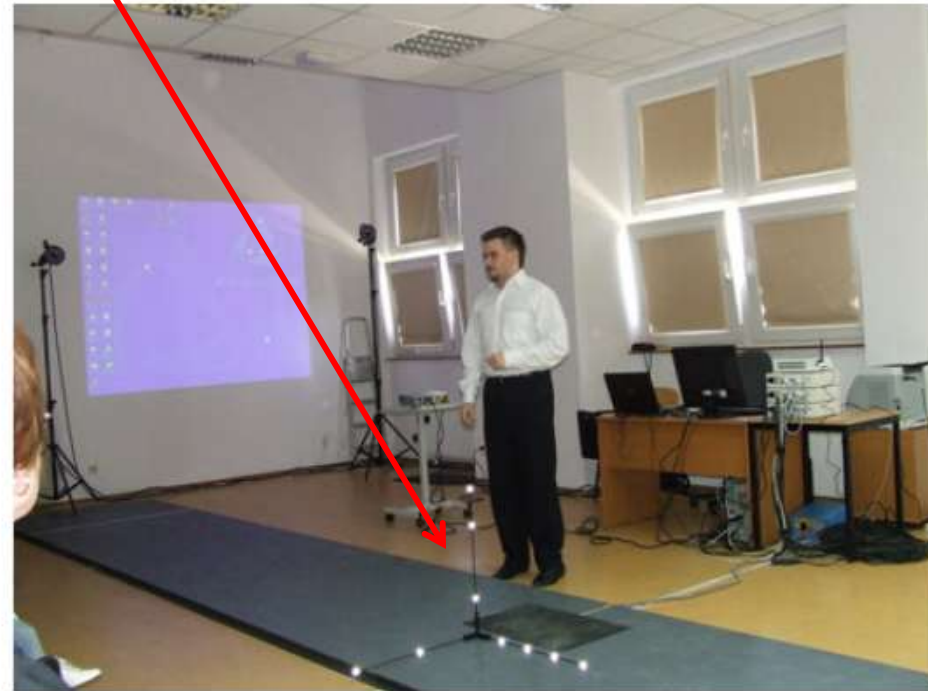


# SYSTEM BTS

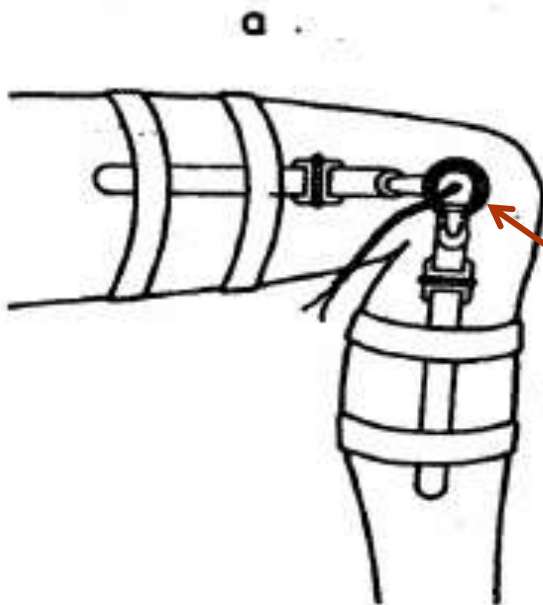
## Kinematrya bezpośrednia



- Układ kalibracyjny

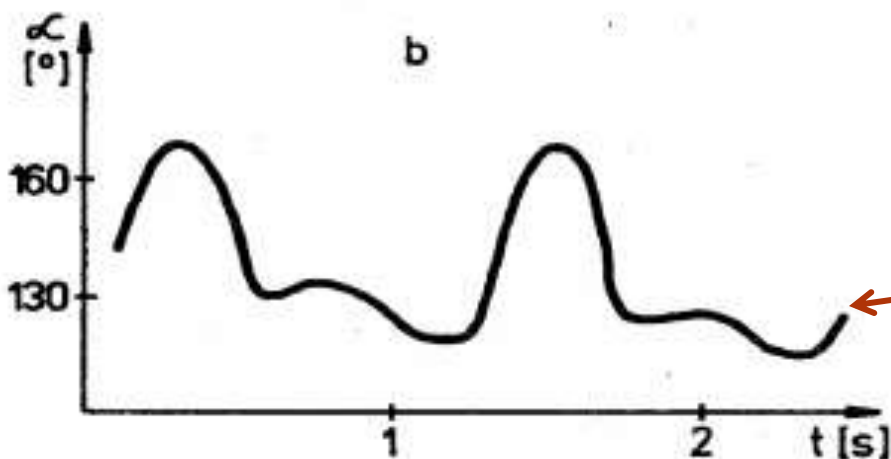


# ELEKTROGONIOMETRIA



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*