

Development of innovative training solutions in the field of functional evaluation aimed at updating of the curricula of health sciences schools



MODUŁ BIOMECHANIKA: PODSTAWY BIOMECHANIKI STOSOWANEJ W  
ODNIESIENIU DO UKŁADU RUCHOWEGO

Moduł dydaktyczny E: METODY INSTRUMENTALNEJ ANALIZY  
PARAMETRÓW FIZJOLOGICZNYCH ANTRPOMETRCZNYCH I  
MORFOMETRYCZNYCH

E.2. Jaké są zastosowania analizy znaków fizjologicznych?

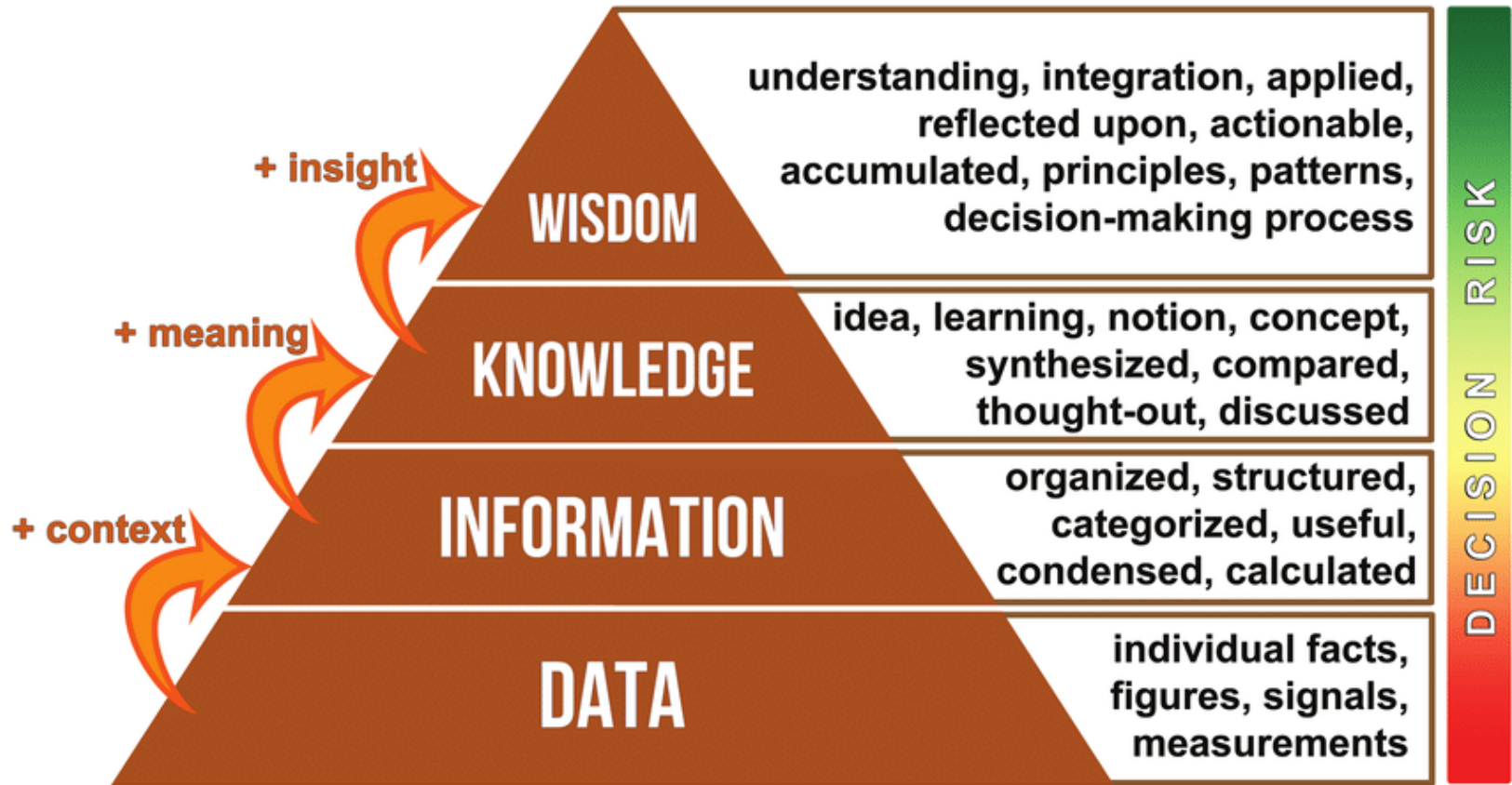
## Przetwarzanie danych (eksploracja i drążenie danych) to „nowa ropa” XXI wieku

### CEL:

ZMIENIĆ SUROWE DANE WEJŚCIOWE W WIEDZĘ I MĄDROŚĆ

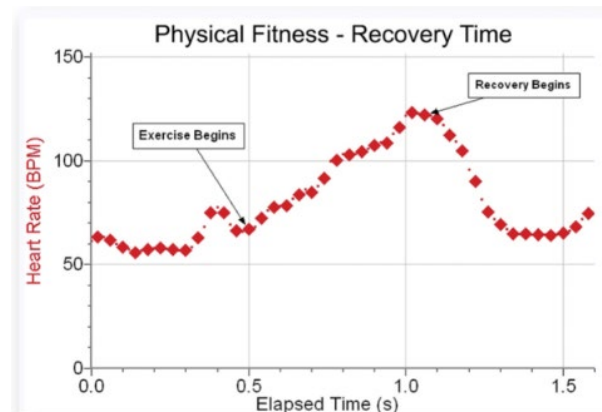
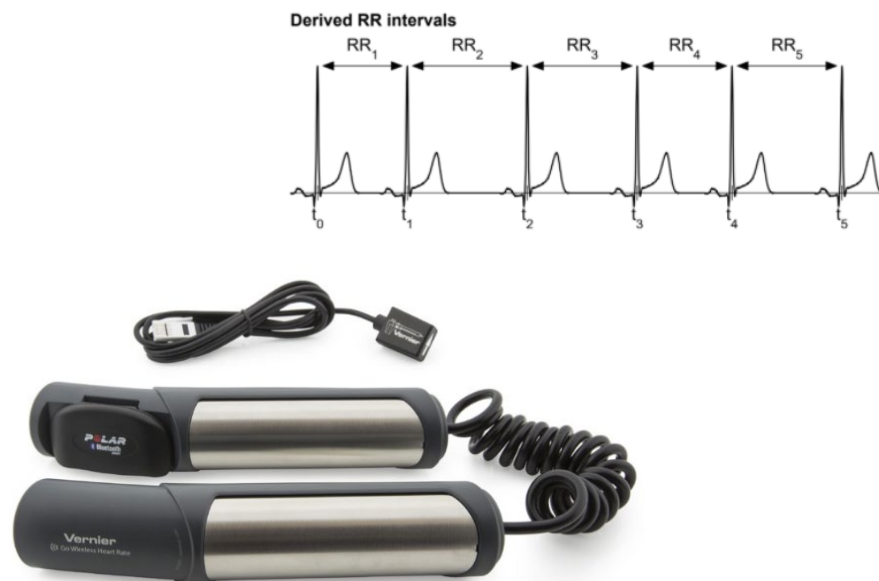
### JAK:

Opracowanie metod EKSTRAKCJI CECH z DANYCH SUROWYCH w celu przygotowania ALGORYTMÓW PREDYKCYJNYCH (zestaw lub REGUŁY), w oparciu o różnego rodzaju metody: matematyczne, statystyczne, inspirowane biologicznie, np. sieci neuronowych lub w oparciu o podejście genetyczne, za pomocą NAUKI KOMPUTEROWEJ i szybko rozwijających się technologii informatycznych, aby znaleźć kluczowe, znaczące zależności w grupach danych – stworzyć SYSTEM WSPARCIA DECYZJI.



# Obliczanie tętna na podstawie sygnału EKG z interwałów RR i aplikacji z inteligentnych czujników uchwytu ręcznego

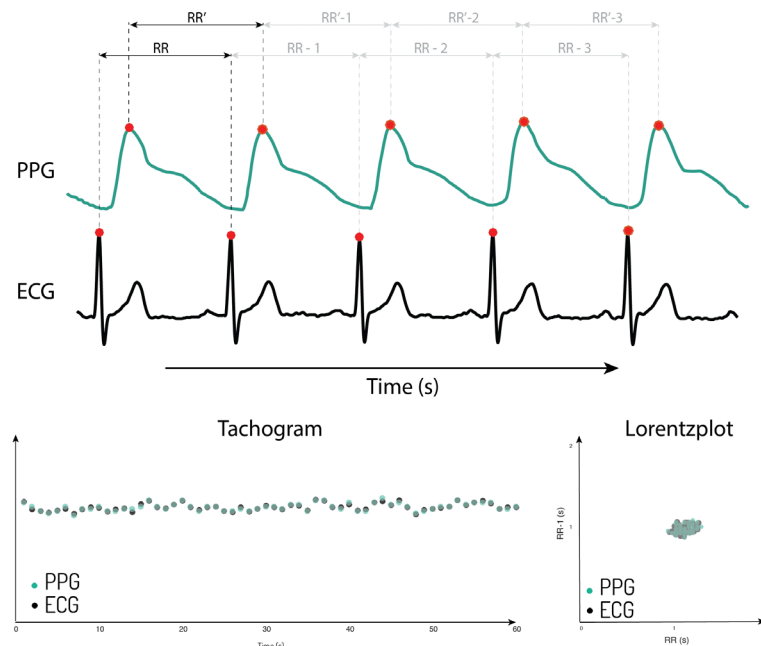
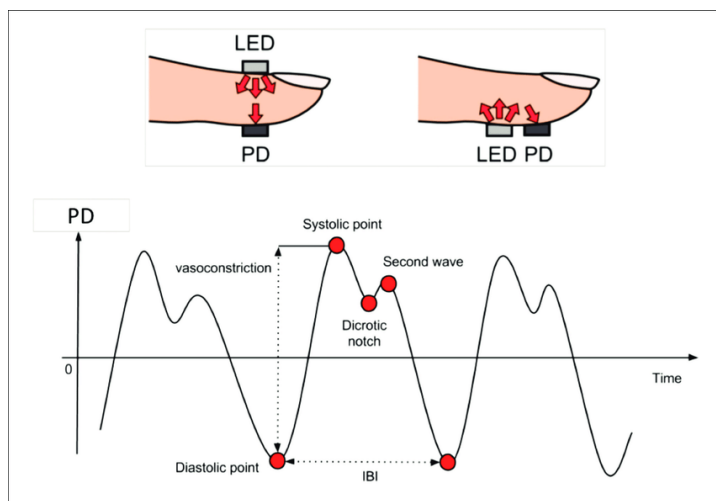
Przyjazny dla użytkownika zapis tętna w celu dalszej analizy i wizualizacji w diagnostyce medycznej, leczeniu lub ocenie postępów w sporcie i sprawności fizycznej.



Monitor tętna z uchwytem na rękę jest idealny do ciągłego monitorowania tętna przed, w trakcie i po treningu lub gdy dana osoba jest nieruchoma.

# Ocena częstości akcji serca na podstawie sygnału fali tętna PPG

Przyjazny dla użytkownika zapis tętna w celu dalszej analizy i wizualizacji w diagnostyce medycznej, leczeniu lub ocenie postępów w sporcie i sprawności fizycznej.



*Monitor tętna z uchwytem na rękę jest idealny do ciągłego monitorowania tętna przed, w trakcie i po treningu lub gdy dana osoba jest nieruchoma.*

## Analiza zmienności tętna, odzwierciedlająca nieinwazyjnie stan OUN w szerokim spektrum zastosowań

Częstość akcji serca jest modulowana i kontrolowana przez Centralny Układ Nerwowy (OUN), głównie za pomocą pętli barorefleksu, dlatego jej analiza dostarcza ważnych informacji o równowadze współczulnej i przywspółczulnej kluczowej dla stanu pacjenta – uzyskanej w sposób nieinwazyjny.

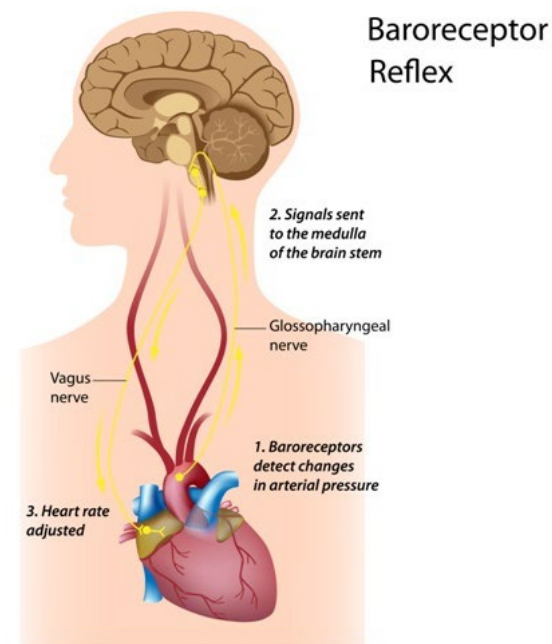
Ważne parametry wyliczane z sygnału HRV można uzyskać zarówno w:

I. Domenie czasu

II. Domenie częstotliwości

a także w wyniku analiz nieliniowych takich jak:

III. Mapy Poincaré





# Analiza zmienności tętna w szerokim spektrum zastosowań

## I. Parametry w dziedzinie czasu.

*Metody w dziedzinie czasu pochodzą z wartości odstępów RR między uderzeniami w dziedzinie czasu. Niech szeregi czasowe interwału RR obejmują N kolejnych interwałów między uderzeniami serca.*

*Średnia interwału RR ( $\overline{RR}$ ) i średnia tętna ( $\overline{HR}$ ) są następnie identyfikowane jako:*

$$\overline{RR} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N RR_n, \quad \overline{HR} = \frac{60}{\overline{RR}}$$

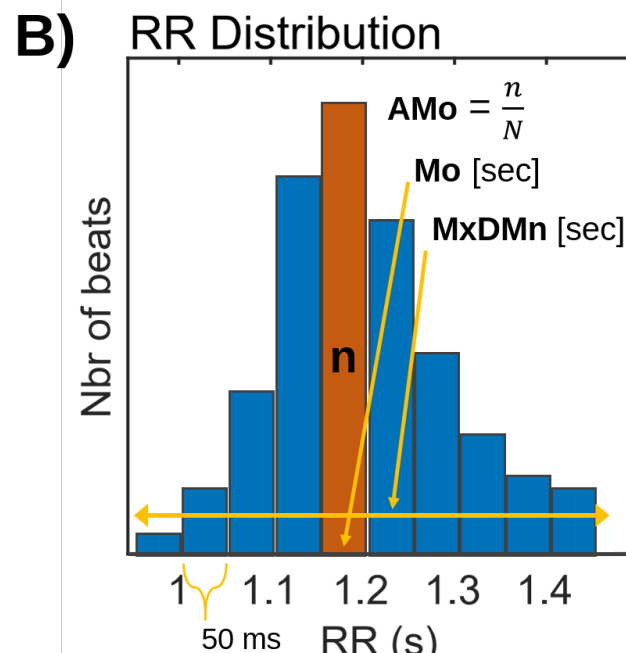
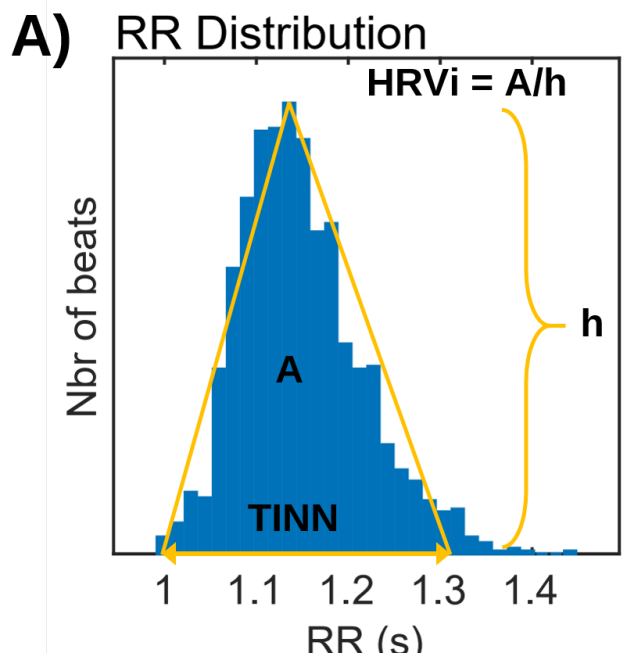
*Miarą zmienności częstości akcji serca jest odchylenie standardowe interwałów RR (SDNN), zdefiniowane jako:*

$$SDNN = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N (RR_n - \overline{RR})^2}$$

# Analiza zmienności tętna w szerokim spektrum zastosowań

## I. Parametry w dziedzinie czasu.

*Oprócz miar statystycznych przedstawionych na poprzednim slajdzie istnieje kilka miar geometrycznych, które są obliczane na podstawie rozkładu histogramu interwału RR*

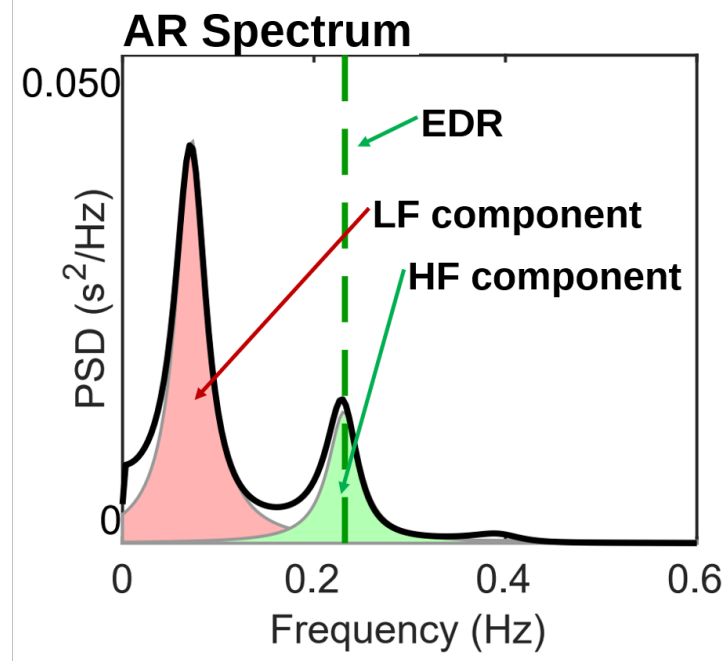
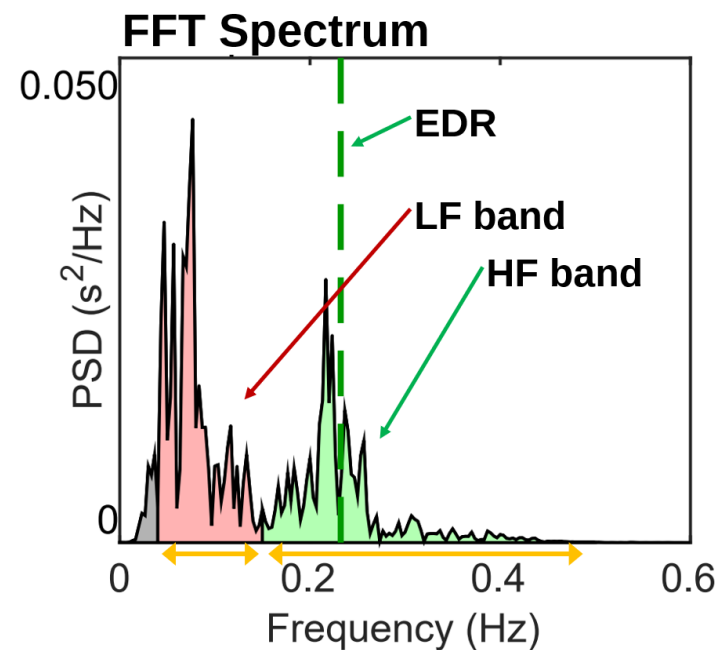


*A) indeks trójkątny (HRVi) i trójkątna interpolacja odstępów RR (TINN),  
B) Indeks stresu Baevsky'ego*



# Analiza zmienności tętna w szerokim spektrum zastosowań

## II. Parametry domeny częstotliwości z widma tętna.

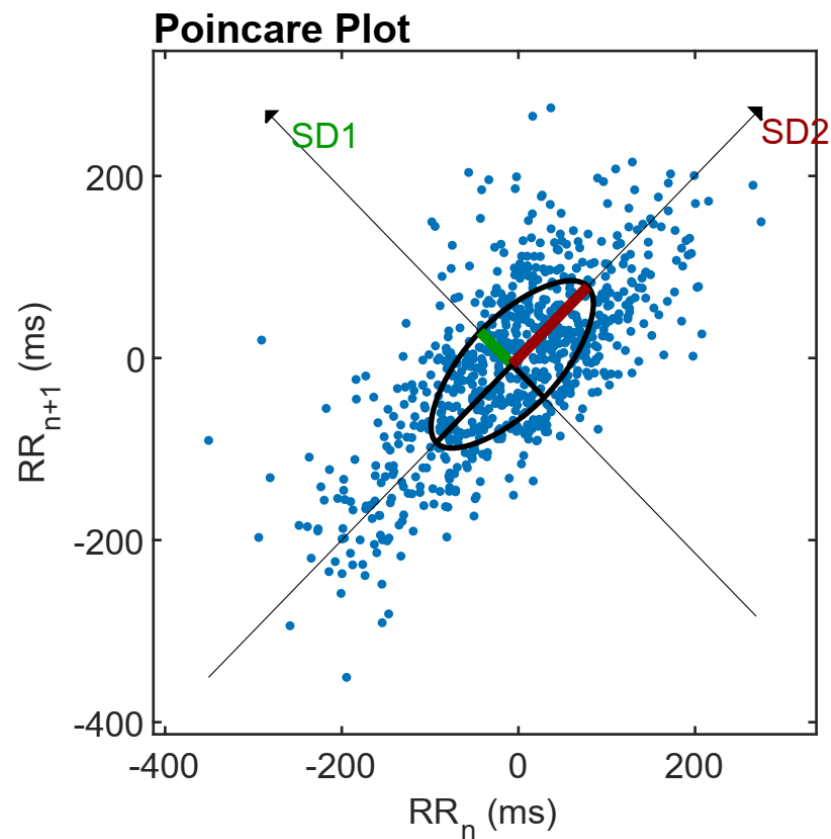


*Miary w dziedzinie częstotliwości wyodrębnione z oszacowania widma dla każdego pasma częstotliwości obejmują bezwzględne i względne moce pasm VLF, LF i HF; Moce w pasmach LF i HF w jednostkach znormalizowanych; stosunek mocy LF/HF; i szczytowe częstotliwości dla każdego pasma.*

## Analiza zmienności tętna w szerokim spektrum zastosowań

### III. Nieliniowa analiza sygnału tętna.

*Biorąc pod uwagę złożone systemy kontroli pracy serca, uzasadnione jest założenie, że w regulację rytmu serca zaangażowane są mechanizmy nieliniowe. Nieliniowe właściwości HRV zostały przeanalizowane za pomocą miar, takich jak wykres Poincarégo. Jest to graficzna reprezentacja korelacji między kolejnymi przedziałami RR, czyli wykres  $RR_{n+1}$  w funkcji  $RR_n$ . Kształt wykresu jest niezbędny, a powszechnym podejściem do parametryzacji kształtu jest dopasowanie elipsy do wykresu, jak pokazano na rys.*



## Zastosowania analityczne do rejestracji i analizy sygnału elektromiograficznego (EMG)

### Sygnały elektromiograficzne EMG

mogą być wykorzystywane do:

- zastosowania kliniczne/biomedyczne,
- Ewoluujący sprzętowy układ scalony (EHW) oraz
- współczesna interakcja człowiek-komputer (MMI) m.in. w bioprotezach kontrolowanych EMG

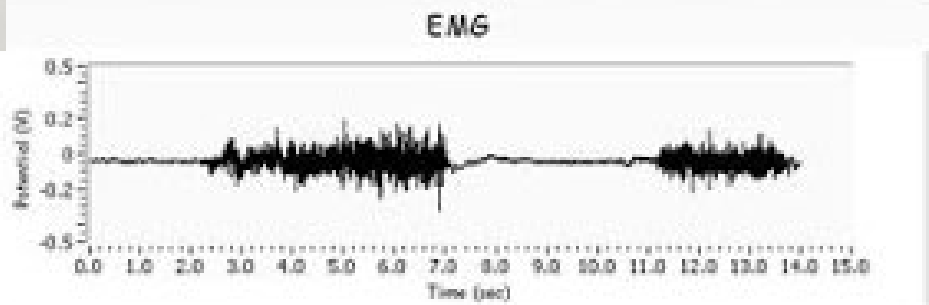
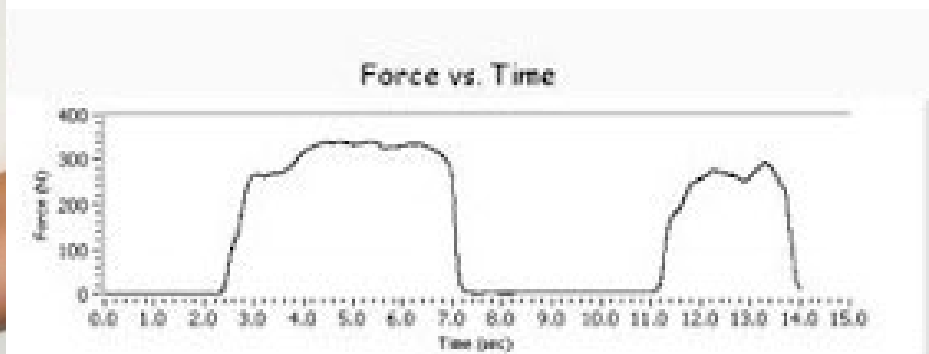
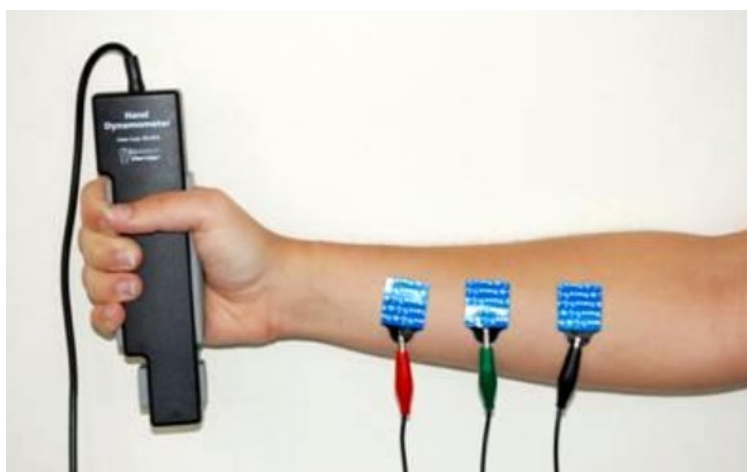
*Sygnały EMG uzyskane z mięśni wymagają zaawansowanych metod wykrywania, rozkładu, przetwarzania i klasyfikacji.*



### Izometryczny dynamometr ręczny oparty na tensometrze

może być używany do pomiaru siły chwytu, siły szczypania i wykonywania badań zmęczenia mięśni. Może być używany z innymi czujnikami (np. Czujnik EKG) do badania zdrowia i aktywności mięśni

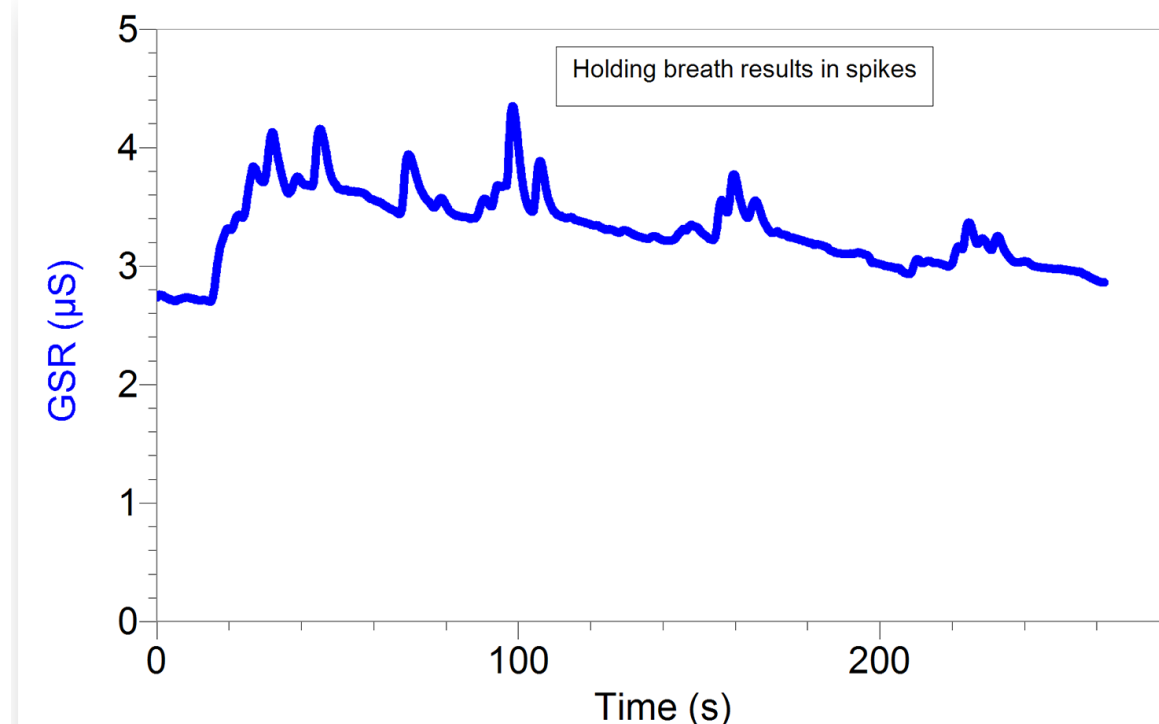
# Zsynchronizowana siła ręki (czujnik uchwytu) i rejestracja EMG, m.in. w ocenie postępów rehabilitacji



Length of Experiment (sec) 15  
Sample Rate (samples/sec) 1000  
**STOP Data Collection**

## Reakcja galwaniczna skóry - zastosowania

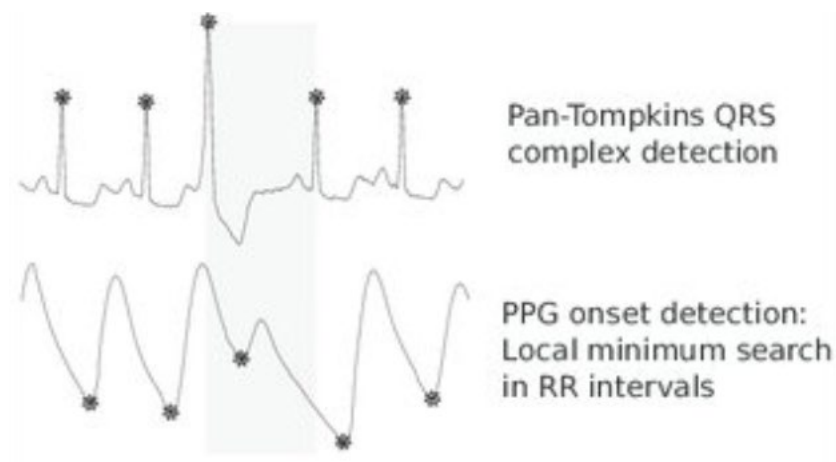
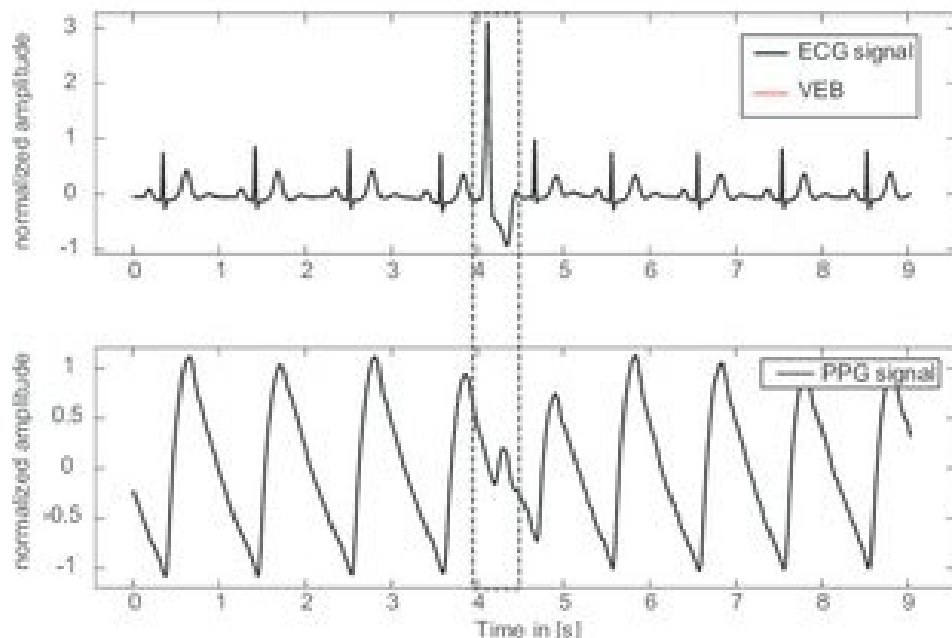
Galvanic Skin Response mierzy odruch fizjogalwaniczny. Generuje on zmiany w przewodnictwie skóry w okresach stresu, podniecenia lub szoku i jest wykorzystywany jako miernik aktywności współczulnego układu nerwowego. Może monitorować zarówno szybkie, jak i powolne zmiany przewodnictwa skóry, co czyni go idealnym do badań obejmujących szok, pobudzenie i biofeedback.



Monitoruje przewodnictwo skóry pomiędzy dwoma jednorazowymi elektrodami zakładkowymi, które są umieszczone np. na dwóch sąsiadujących palcach jednej ręki.

# Sieci czujników ciała - Multimodalny zapis zsynchronizowany

Przykład szybkiej wielomodalnej metody detekcji pobudzeń ektopowych, zastosowanej do szacowania ciśnienia krwi na podstawie pomiaru prędkości fali tętna w czujnikach typu noszonego.



**Metody cyfrowego przetwarzania sygnałów (DSP) do automatycznej ekstrakcji cech**

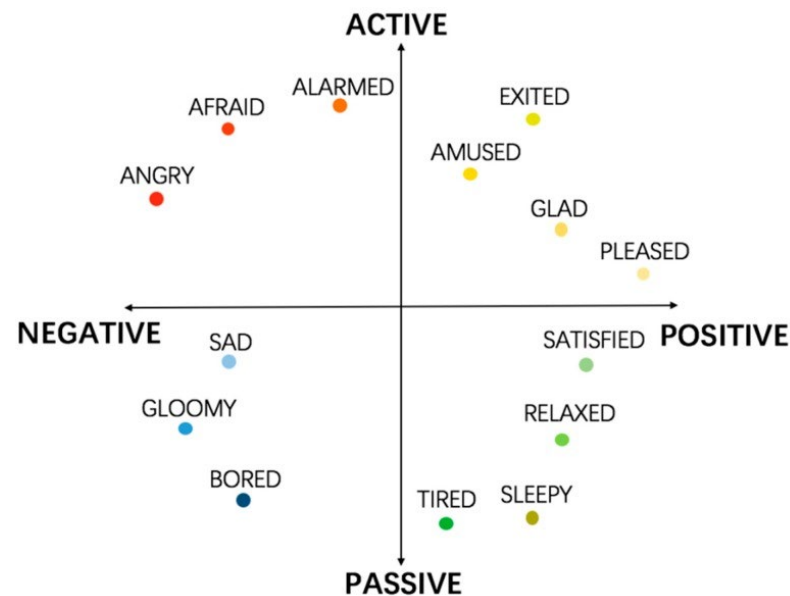
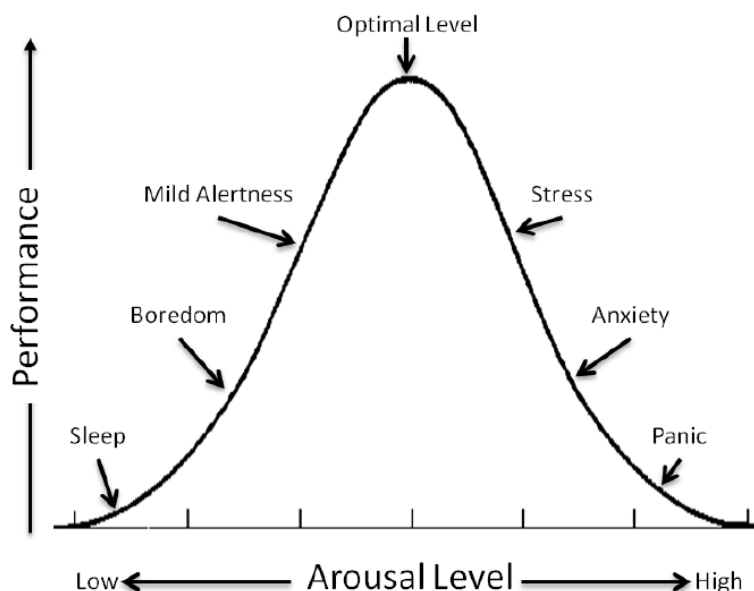
*Synchronizacja przebiegów elektrokardiograficznych (EKG) i fotopletyzmograficznych (PPG) w wykrywaniu pojedynczego przedwczesnego komorowego pobudzenia ektopowego.*



# Sieci czujników ciała:

## Przykład systemu złożonego dla rozpoznawania emocji

Stan emocjonalny człowieka zależy od wielu czynników, dlatego rozwijane są systemy multimodalne zbierające i przetwarzające informacje z wielu różnych czujników.

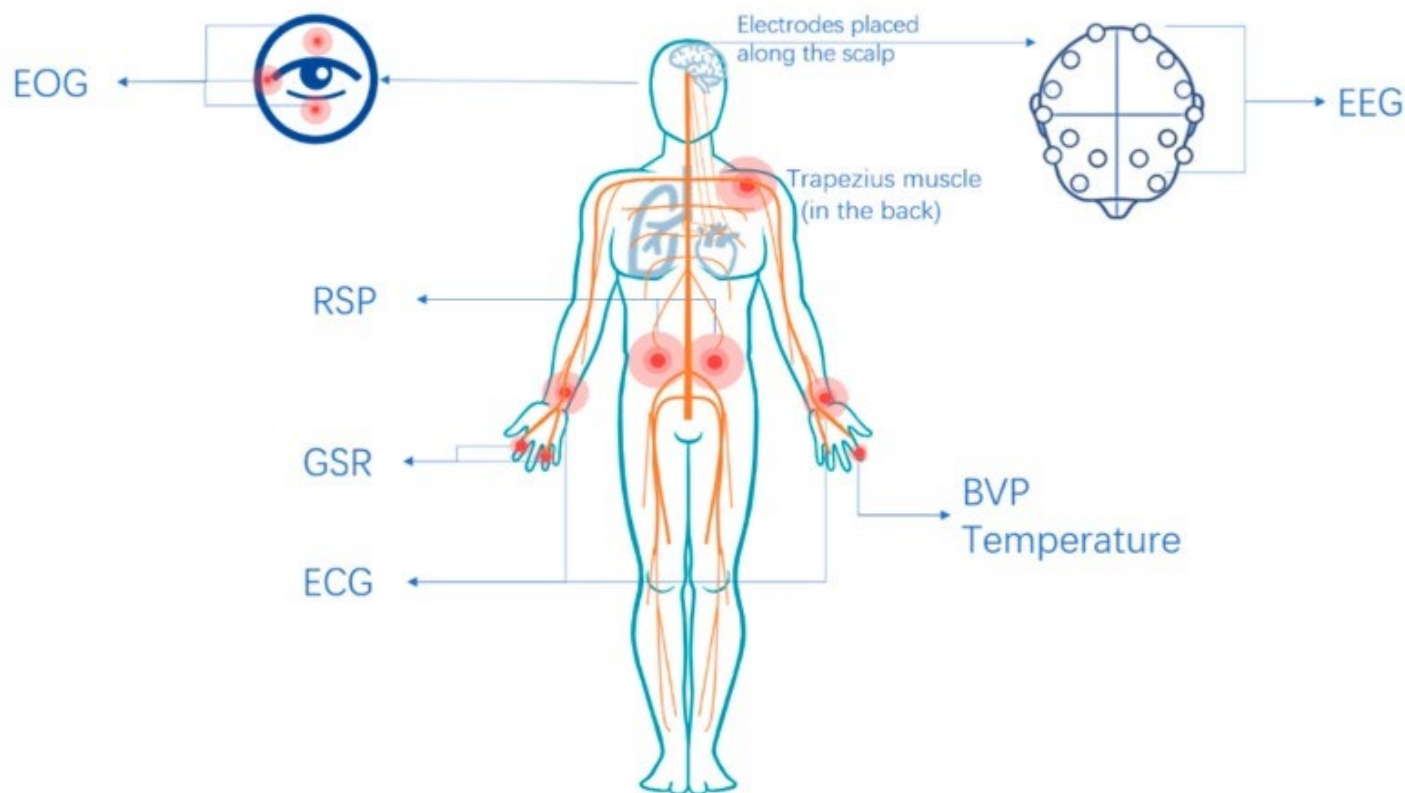


*Przedstawiono związek między wydajnością i pobudzeniem oraz model 2-D przestrzeni emocji.*

## Sieci czujników ciała:

### Przykład systemu złożonego dla rozpoznawania emocji

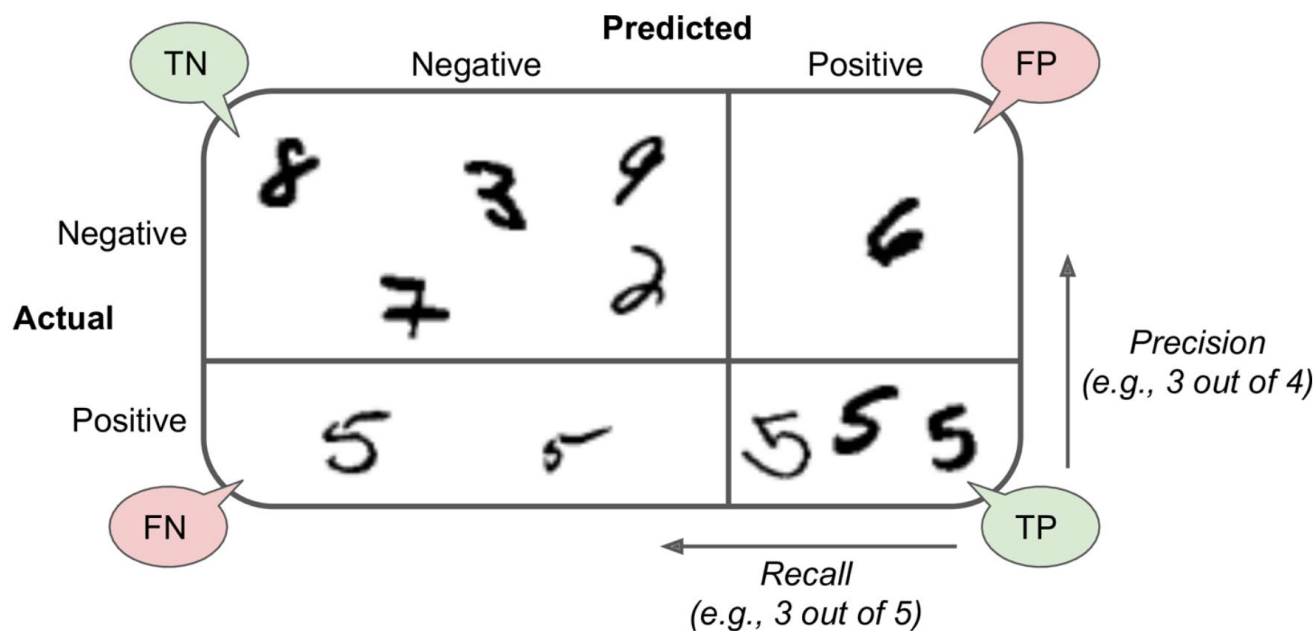
Przeprowadzone badania wykazały, że **specyfika autonomicznego układu nerwowego** pozwala na rozpoznanie pewnych emocji za pomocą znaków zarejestrowanych z sygnałów psychologicznych.



- EOG,
  - RSP,
  - GRS,
  - ECG,
  - EEG,
  - BP,
  - T
- sygnały psychologiczne są wykorzystywane w multimodalnym systemie rozumowania.

# Kilka wskazówek, jak prawidłowo ocenić wyniki przeprowadzonych badań, za pomocą miar wydajności klasyfikatorów

## Macierz konfuzji



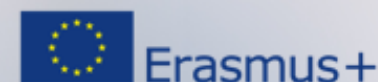
Ilustrowana macierz konfuzji pokazuje przykłady prawdziwych negatywów (u góry po lewej), fałszywie dodatnich (u góry po prawej), fałszywie ujemnych (na dole po lewej) i prawdziwych dodatnich (na dole po prawej)

## Macierz konfuzji – miary, wskaźniki

Confusion Matrix		Target			
		Positive	Negative		
Model	Positive	a	b	Positive Predictive Value	$a/(a+b)$
	Negative	c	d	Negative Predictive Value	$d/(c+d)$
		Sensitivity	Specificity	Accuracy = $(a+d)/(a+b+c+d)$	
		$a/(a+c)$	$d/(b+d)$		

Często wygodnie jest połączyć precyzję i odwołanie w jednym wskaźniku zwanym wynikiem *F1*

$$F_1 = \frac{2}{\frac{1}{\text{precision}} + \frac{1}{\text{recall}}} = 2 \times \frac{\text{precision} \times \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} = \frac{2TP}{2TP + FN + FP}$$



Wsparcie Komisji Europejskiej dla produkcji tej publikacji nie stanowi poparcia dla treści, które odzwierciedlają jedynie poglądy autorów, a Komisja nie może zostać pociągnięta do odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie informacji w niej zawartych.

