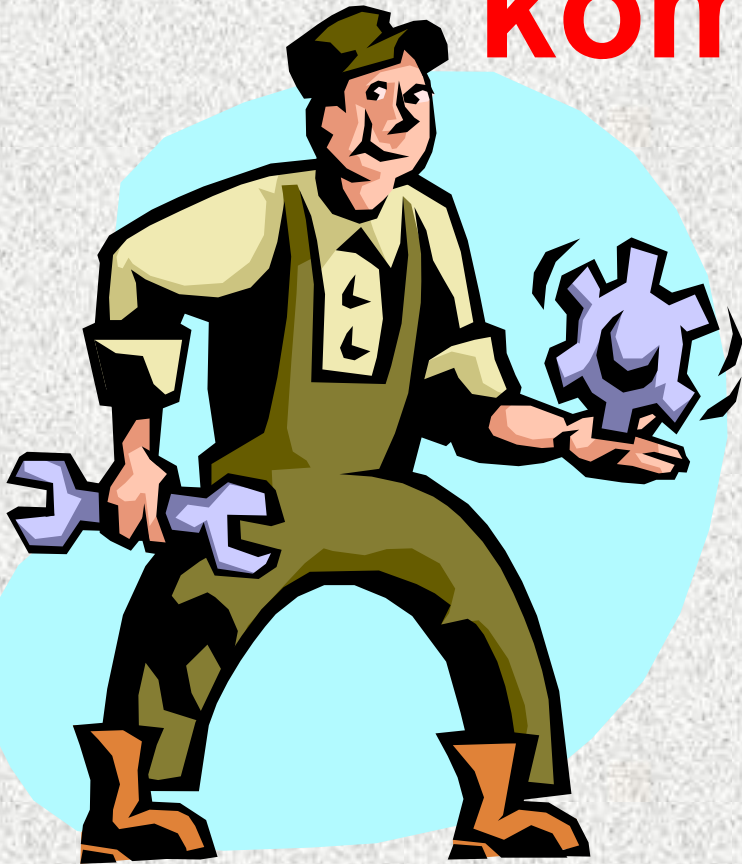


# Metody symulacji komputerowych

## Modelowanie systemów technicznych



dr inż. Ryszard Myhan

*Katedra Inżynierii Procesów Rolniczych*

# Program przedmiotu

Lp.	Temat	Zakres
1.	Wprowadzenie do teorii systemów	Definicje systemu: podstawowe pojęcia systemowe, system otwarty a system zamknięty, system - obserwator – postrzeganie, atrybuty systemowe.
		Systemy złożone: elementy i podsystemy, sterowanie i informacja, czynniki przypadkowe.
		System - model – teoria: modele i modelowanie, klasyfikacja modeli.

# Program przedmiotu

Lp.	Temat	Zakres
2.	Modele układów dynamicznych	Podstawowe pojęcia, systematyka i charakterystyka zmiennych, modele abstrakcyjne
		Klasyfikacja układów dynamicznych
		Problemy identyfikacji
		Metody badań modeli matematycznych i oceny podobieństwa do modelowanego systemu.
3.	Metody modelowania	Metoda Lagrange'a, równania Hamiltona
		Układy liniowe o parametrach rozłożonych

# Program przedmiotu

Lp.	Temat	Zakres
4.	Modelowanie wybranych zjawisk	Modelowanie układów mechanicznych
		Modele przepływu płynów, ruchu i wymiany ciepła
5.	Pakiet MATLAB	Środowisko pakietu i programowanie w języku MATLAB-a.
		Podstawowe problemy numeryczne
		Projektowanie i symulacja układów dynamicznych
6.	Przykłady	Modele optymalizacyjne procesów decyzyjnych
		Modele prostych, dynamicznych układów mechanicznych
		Modelowanie struktury złożonego systemu (modele relacyjne)





# Literatura:

- **W. Tarnowski, S. Bartkiewicz**, *Modelowanie matematyczne i symulacja komputerowa dynamicznych procesów ciągłych*, Feniks, Koszalin 1998r.
- **M.Jaros, S.Pabis**, *Inżynieria systemów*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2007r.
- **A. Zalewski, R. Cegiela**, *Matlab - obliczenia numeryczne i ich zastosowania*. Nakom, Poznań 1998r.
- **L. Müller**, *Zastosowanie analizy wymiarowej w badaniach modeli*, PWN, Warszawa
- **J. Kruszewski, E. Wittbrodt**, *Drgania układów mechanicznych w ujęciu komputerowym*, WNT, Warszawa, 1992r.
- **Saul I. Gass**, *Programowanie liniowe*, PWN, Warszawa 1980r.
- **A. Ostanin**, *Metody i algorytmy optymalizacji*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2003r
- **J. Awrejcewicz**, *Matematyczne modelowanie systemów*. Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 2007r.

# CO TO JEST SYSTEM ?

- Pojęcie „SYSTEM” należy do najbardziej podstawowych ale i najogólniejszych pojęć we współczesnej nauce.
- Funkcjonuje około 2000 różnych definicji systemu  
*[J. Awrejcewicz, 2007: Matematyczne modelowanie systemów].*

# SYSTEM -DEFINICJE

## DEFINICJE ENCYKLOPEDYCZNE

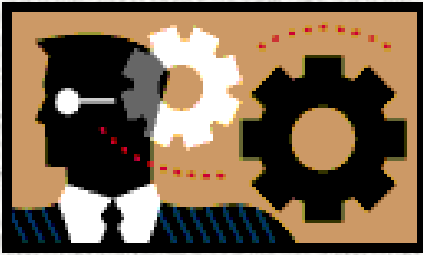
- *„System to zbiór wzajemnie powiązanych elementów wyodrębnionych z otoczenia ze względu na te powiązania”.*
- *„System to układ tak powiązanych elementów, że ich wzajemne relacje tworzą*

**p** PRZYKŁAD:

Rozebrany na części zegarek jest jedynie zbiorem elementów.

Systemem staje się, gdy elementy te zostaną ze sobą powiązane właściwymi relacjami.





# SYSTEM

Definicja systemu zależy od celu badań.

- Zbiór obiektów (fizycznych lub abstrakcyjnych), które oddziałują na siebie.
- Zbiór elementów i zachodzących między nimi relacji.

Zbiór relacji jest określony jako **struktura systemu**.

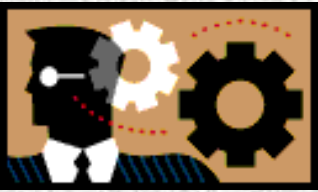
$$S = \{ X, R \}$$

S – system

X – zbiór obiektów

R - relacje





# SYSTEM

## Każdy system ma swoje podsystemy

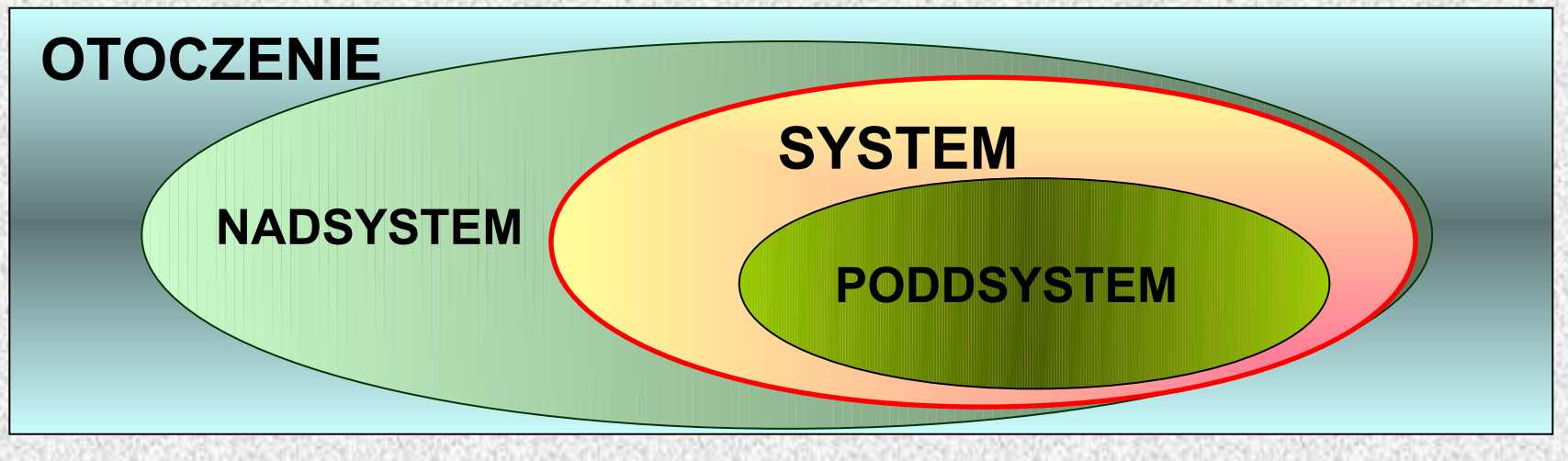
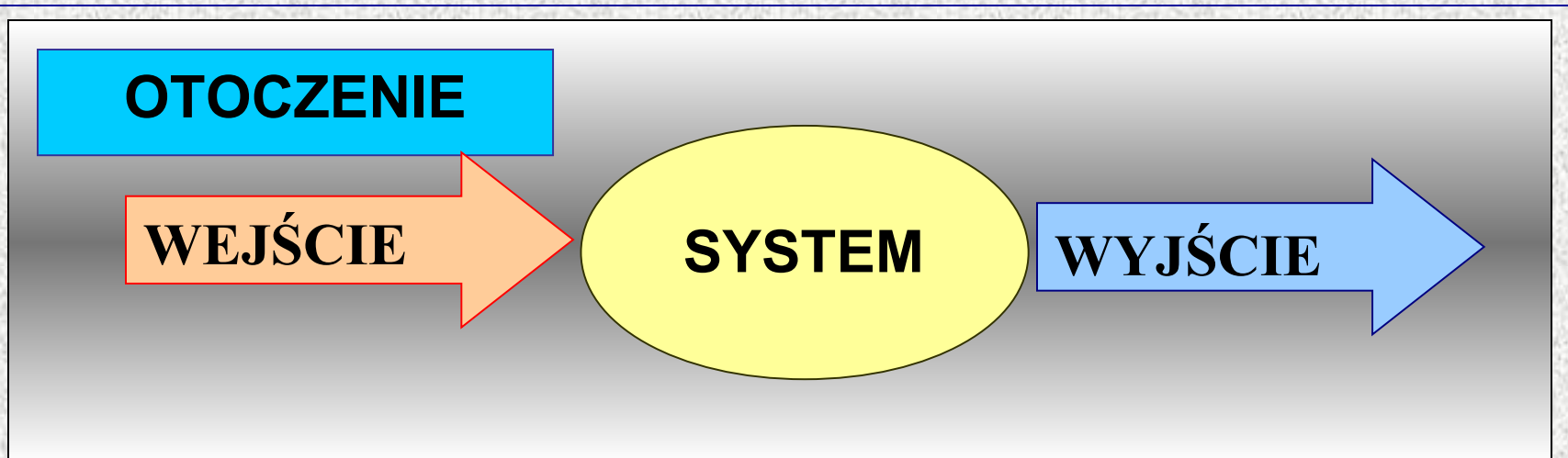
- systemy są nieskończone w głąb;
- praktycznie niektóre systemy określa się jako podstawowe (niepodzielne) i z nich budujemy cały system.

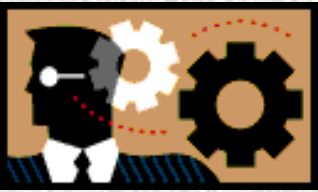
## Każdy system ma swoje nadsystemy

- systemy są nieskończone wyżej;
- system rozważany jest ze swoim wejściem i wyjściem, co określa tym samym granice systemu;
- system kontaktuje się z "otoczeniem", przy czym otoczenie pochodzi z innego systemu, w którym rozważany system jest podsystemem.



# SYSTEM





# SYSTEM

## System empiryczny

- Zbiór obiektów materialnych, posiadających strukturę utworzoną przez rodzaj związków owe obiekty łączących.

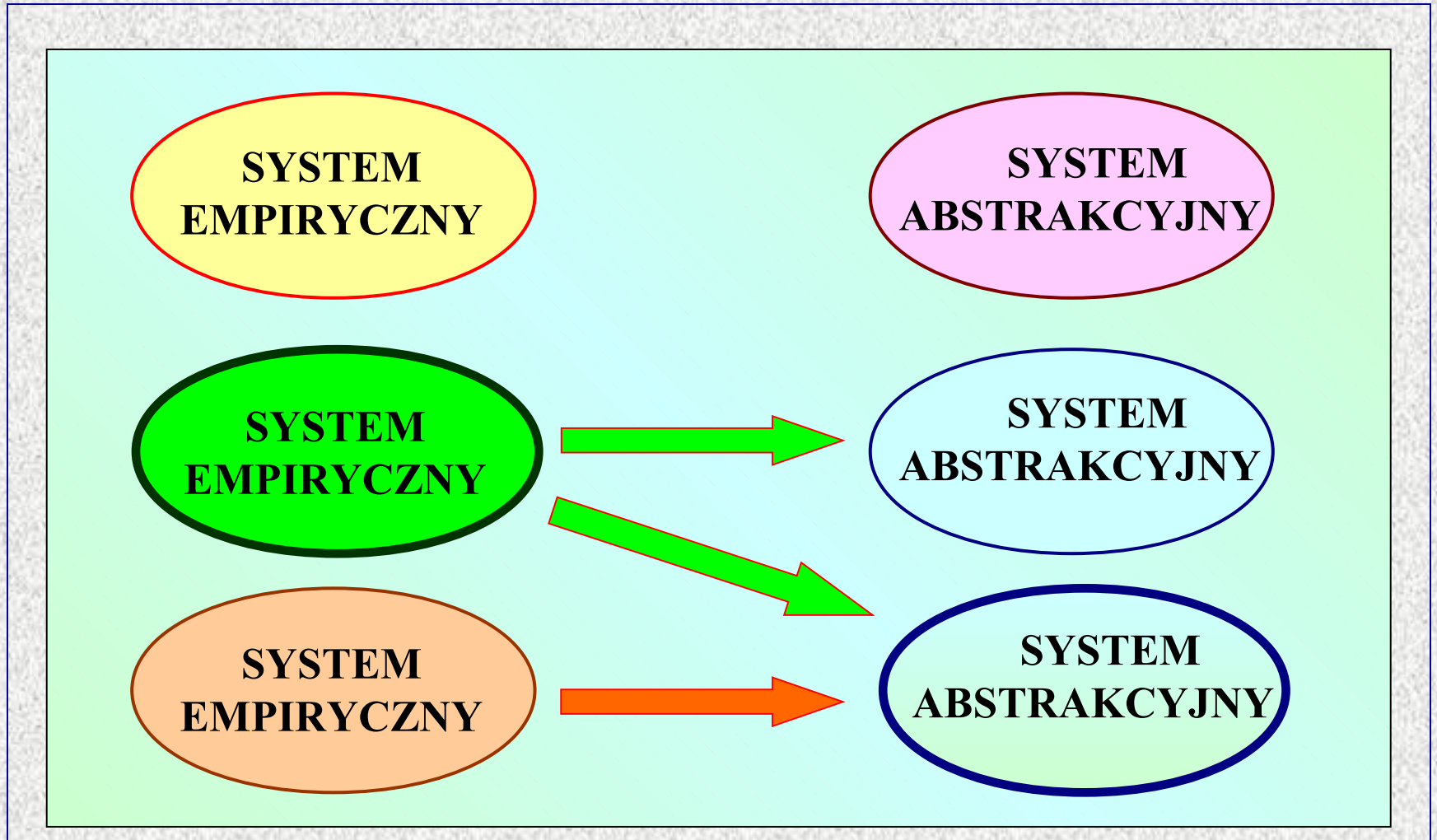
## System abstrakcyjny

- Zbiór obiektów abstrakcyjnych (elementów) oznaczonych symbolami znakowymi, posiadający strukturę utworzoną przez relacje lub funkcje (rozumiane w sensie matematycznym) określone na tym zbiorze.
- Systemy abstrakcyjne mogą być modelami (także matematycznymi) pewnych systemów empirycznych.

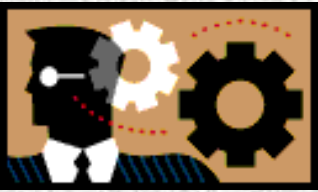




# SYSTEM







# SYSTEM

## ❖ System techniczny

To taki system empiryczny, którego obiekty nie są organizmami żywymi, a związki między obiektami tego systemu, tworzące jego strukturę są związkami materialnymi, w których nie zachodzą żadne procesy życiowe.

### ❖ System statyczny

Stan systemu nie jest zależny od czasu.

### ❖ System dynamiczny

Stan systemu zmienia się w zależności od czasu.



# PROCES

- **Celowo zorientowany system dynamiczny.**
- **Proces realizowany jest w określonym czasie, a tym samym ma początek i koniec.**



# PROCES



## Proces deterministyczny

W kolejnych realizacjach, przy powtarzalnych danych na wejściu, uzyskuje się tą samą informację na wyjściu.



## Proces probabilistyczny

W kolejnych realizacjach, przy powtarzalnych danych na wejściu, informacja na wyjściu ma charakter określonego rozkładu losowego.





# PROCES



## Proces ciągły

Dane na wejściu i informacja na wyjściu mają charakter ciągły (wartości ze zbioru liczb rzeczywistych).



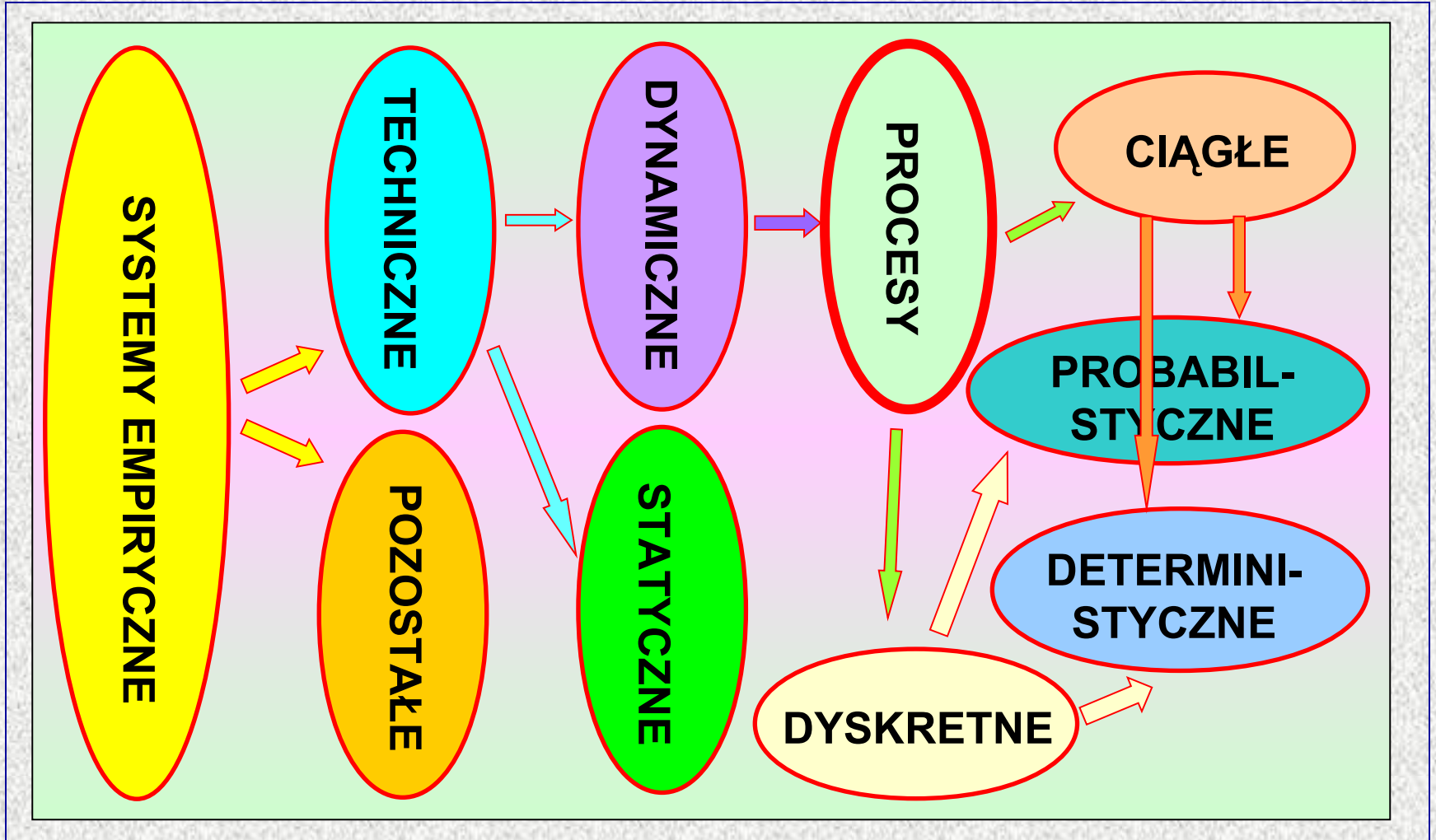
## Proces dyskretny

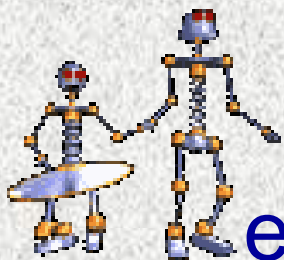
Przynajmniej część danych na wejściu i (lub) część informacji na wyjściu mają charakter dyskretny (wartości ze zbioru liczb całkowitych).



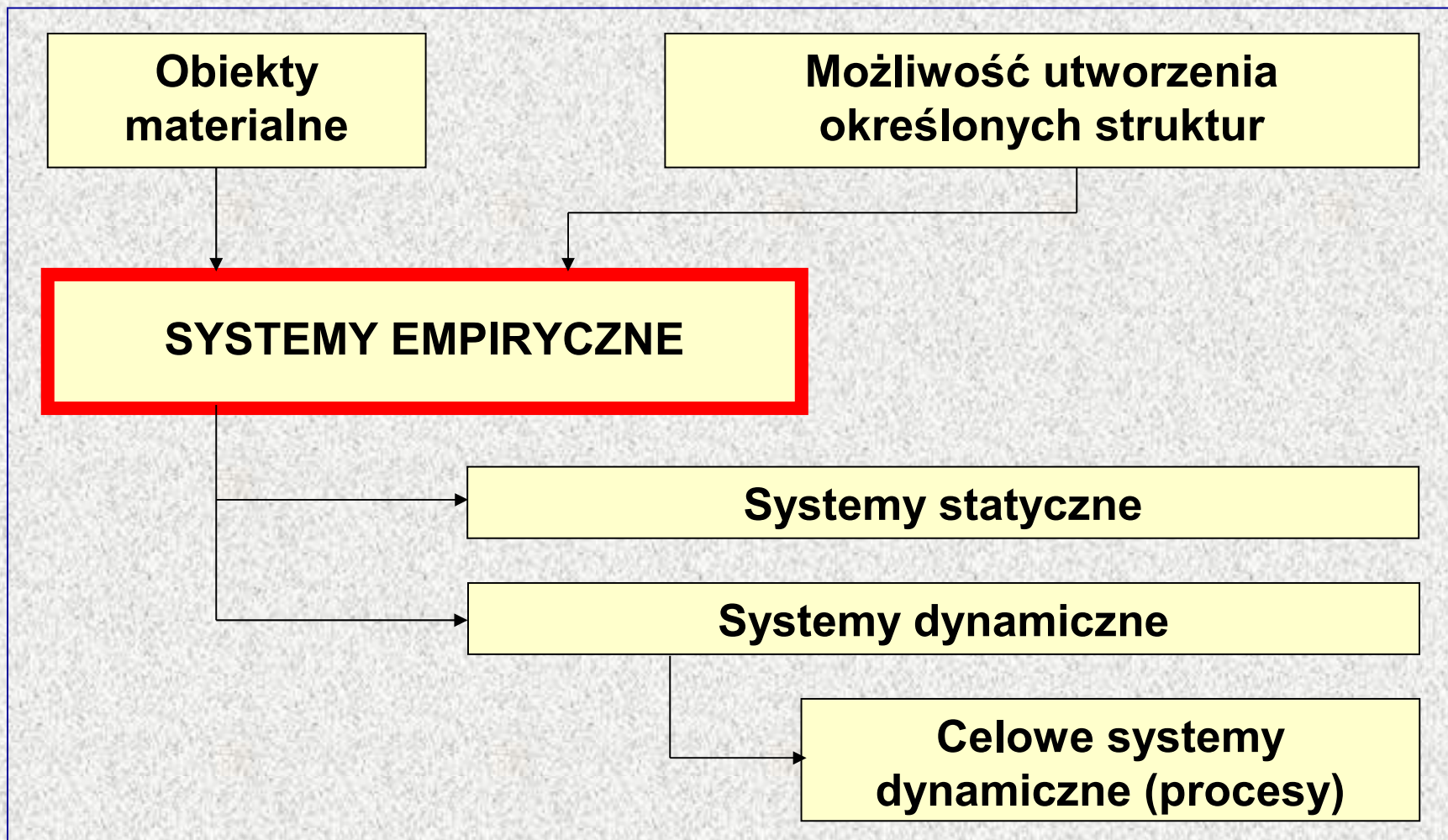


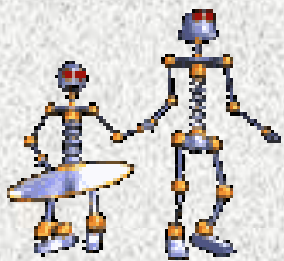
# PROCES





# Schemat powstawania systemów empirycznych i ich zasadniczy podział



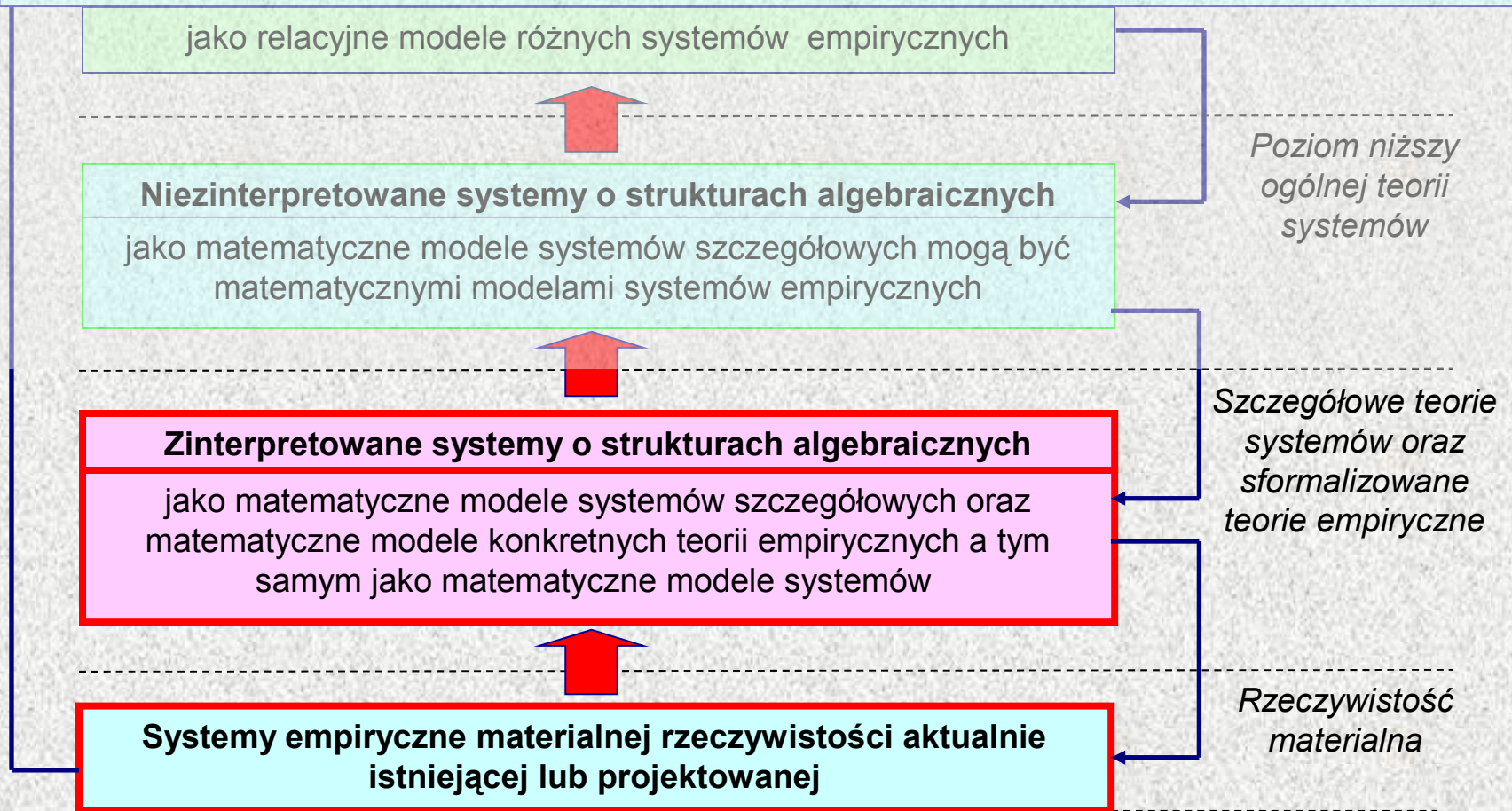


# Skutki wzajemnego oddziaływania systemów empirycznych\_





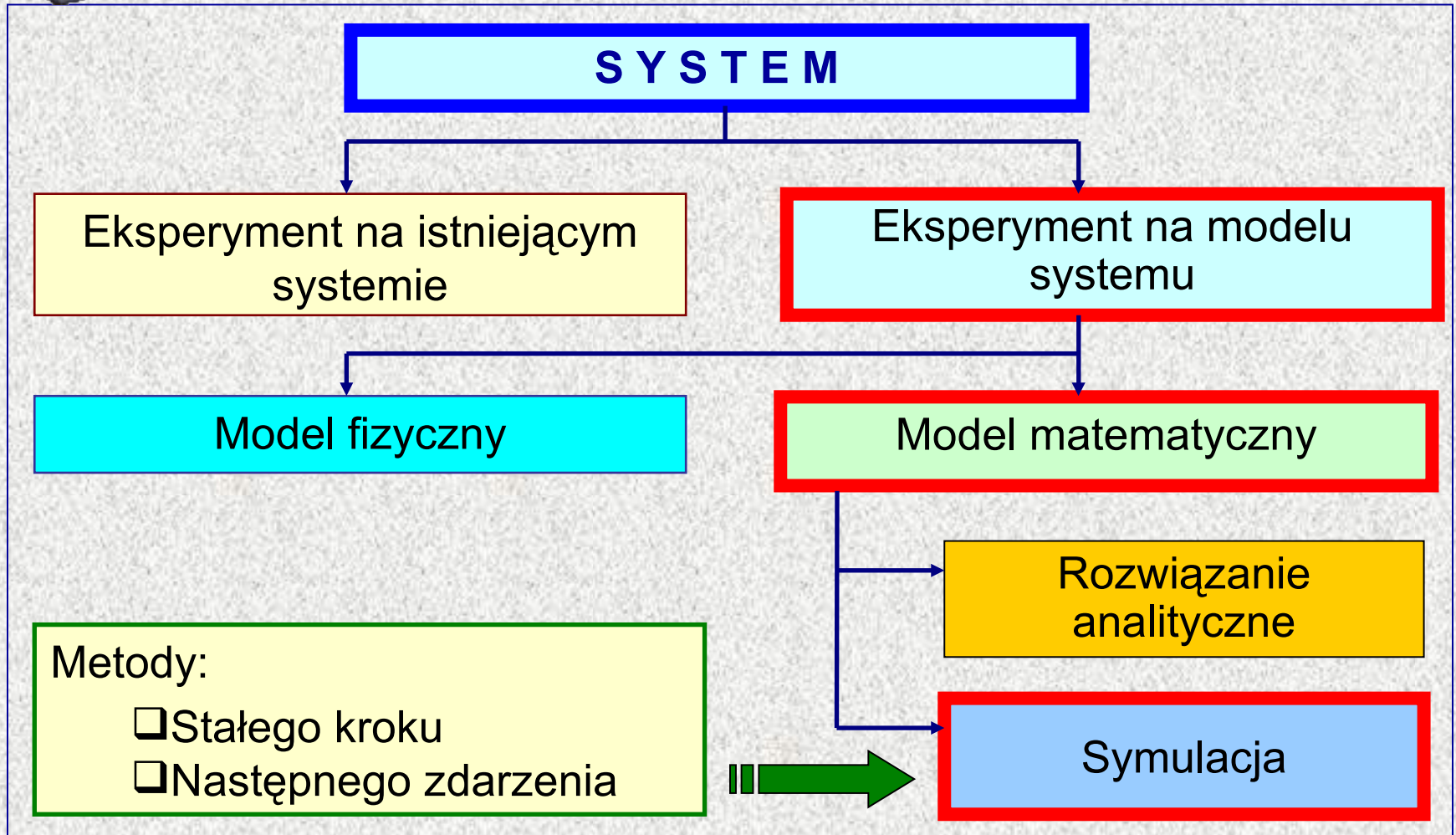
# Schemat przejścia od empirycznych systemów rzeczywistości materialnej do uogólnionego systemu ogólnej teorii systemów







# Metody analizy systemów

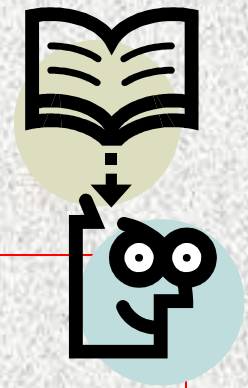


# MODEL



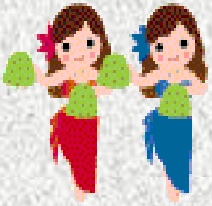
- ❖ Uproszczona imitacja (reprezentacja) systemu rzeczywistego.
- ❖ Materialnym lub abstrakcyjnym modelem systemu empirycznego jest taka abstrakcyjna lub materialna struktura, pozostająca w relacji podobieństwa do struktury modelowanego systemu, **której badanie może dostarczyć informacji spełniających cele badania, projektowania lub doskonalenia tego systemu.**

# MODELOWANIE



- ❖ Próba przedstawienia jakiegoś *zjawiska* lub *właściwości* którą staramy się zrozumieć lub zbadać, w kategoriach innych zjawisk, które już rozumiemy.
- ❖ Modeluje się nie obiekt lecz zachodzący w tym obiekcie proces.





# MODELOWANIE

- Modelowanie służy do poznania danego procesu, poprzez zastąpienie go uproszczonym układem, który odzwierciedla **jedynie wybrane cechy tego procesu**.
- Analizę informacji przeprowadza się dwustopniowo:
  - model porównuje się z rzeczywistym zjawiskiem i uważa się, że jest on dobry jeżeli otrzymane różnice są niewielkie,
  - sprawdza się czy model spełnia stawiane oczekiwania.



# Wybór i budowa modelu procesu

- Proces modelowania sprowadza się do wyznaczenia zależności matematycznej między wielkościami wyjściowymi i wejściowymi:

$$y = f(x, z, u)$$

*y* - wielkości wyjściowe badanego systemu

*x, z, u* - wielkości wejściowe

# Modelowanie matematyczne



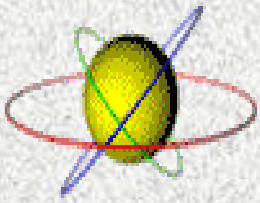
- Metoda ta jest stosowana do badania procesów mających opis matematyczny.
- Proces modelowania matematycznego składa się z trzech etapów:
  - uzyskanie formalnego opisu badanego procesu (wyznaczenie modelu matematycznego)
  - ustalenie algorytmu wyznaczenia wartości liczbowych szukanych parametrów
  - sprawdzenie zgodności modelu z procesem



# Modelowanie matematyczne

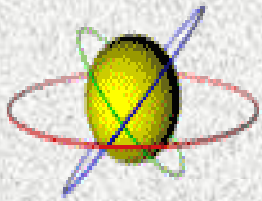


- Przy wyznaczaniu modelu matematycznego rzeczywiste zjawisko jest upraszczane i przedstawiane w postaci schematycznej.
- W modelu powinny być uwzględnione jedynie najważniejsze elementy wpływające na proces.
- Opis matematyczny modelu przedstawia się w postaci układu **równań algebraicznych** lub **różniczkowych**.



# Model matematyczny

- **Model matematyczny** jest zbiorem reguł i zależności, na podstawie których można przewidzieć (w drodze obliczeń) przebieg modelowanego procesu.
- **Model matematyczny** badanego układu materialnego to taki układ równań, którego **rozwiązania są podobne** do przebiegów wielkości modelowanej.



# Model matematyczny

Większość modeli matematycznych jest tworzona na podstawie:

- teorii danego zjawiska (fizycznego, chemicznego, ekonomicznego, biologicznego itp.);
- rozwiniętych teorii matematycznych, pozwalających opisywać istotne cechy zjawisk, za pomocą równań (najczęściej różniczkowych lub różnicowych).





# Modele matematyczne - klasyfikacja

## Model o parametrach rozłożonych

- to model opisujące procesy, w których zmienne zmieniają się zarówno w **czasie** i w **przestrzeni** lub jeśli zmiany zachodzą tylko w **przestrzeni** ale **więcej niż jednowymiarowej**.

## Model o parametrach skupionych

- to model w którym podstawowe zmienne procesu nie zmieniają się w przestrzeni.



# Modele matematyczne - klasyfikacja

## Model statyczny

- opisuje proces w stanie ustalonym (nie uwzględnia zmian wielkości w czasie).

## Model dynamiczny

- opisuje proces w stanie nieustalonym.



# Modelowanie fizyczne

- Modelowanie fizyczne to badanie danego zjawiska na nim samym przez odtwarzanie go w różnych skalach i badanie wpływu cech fizycznych oraz rozmiarów aparatu.
  - Doświadczenie jest prowadzone bezpośrednio na badanym procesie fizycznym.
  - Modelowanie fizyczne sprowadza się do zachowania stałości kryteriów podobieństwa określających model i obiekt.
  - Proces odtwarza się w kilku etapach przechodząc stopniowo do co raz większej skali.





## Jaki model wybrać ?

- ✓ Modelowanie fizyczne nadaje się jedynie do prostych systemów.
- ✓ Modelowanie matematyczne jest znacznie tańsze od fizycznego, niezależnie od tego czy porównuje się czas czy koszty realizacji badań.