

# Konstruowanie urządzeń elektronicznych

Przebieg i zasady procesu konstruowania

## **Cel i zakres procesu konstruowania**

Opracowanie optymalnej (z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia) koncepcji rozwiązania problemu oraz wykonanie dokumentacji umożliwiającej wytworzenie projektowanego urządzenia.

# Konstruowanie urządzeń elektronicznych

## Przebieg i zasady procesu konstruowania

**Konstruowanie** jako praca twórcza korzysta z różnych dziedzin wiedzy, takich jak: matematyka, fizyka, chemia, psychologia, socjologia, fizjologia, ekonomia, estetyka, techniki wytwórcze, materiałoznawstwo i inne.

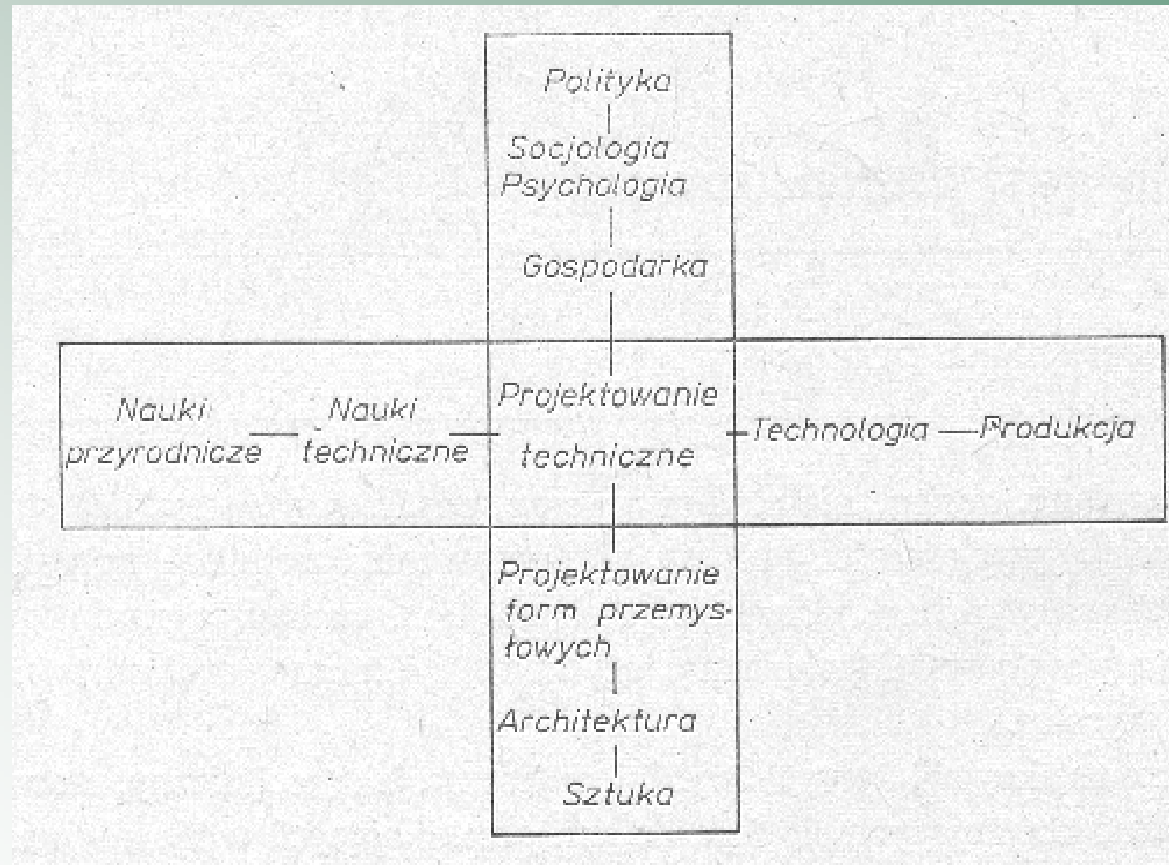
**Nauki humanistyczno-społeczne** dostarczają konstruktorowi informacji o tym, jak najlepiej dopasować wytwory myśli ludzkiej i techniki do potrzeb człowieka, głównie pod względem ergonomicznym i estetycznym.

**Nauki przyrodnicze** wyjaśniające prawa i zależności panujące w zjawiskach przyrody, pozwalają je wykorzystać do tworzenia coraz to doskonalszych konstrukcji.

**Techniki wytwórcze** umożliwiają w optymalny sposób wykonanie konstrukcji, powstałych w procesie konstruowania, w postaci gotowych wyrobów mogących zaspokoić określone potrzeby i decydują o tym, jak i gdzie produkować.

# Konstruowanie urządzeń elektronicznych

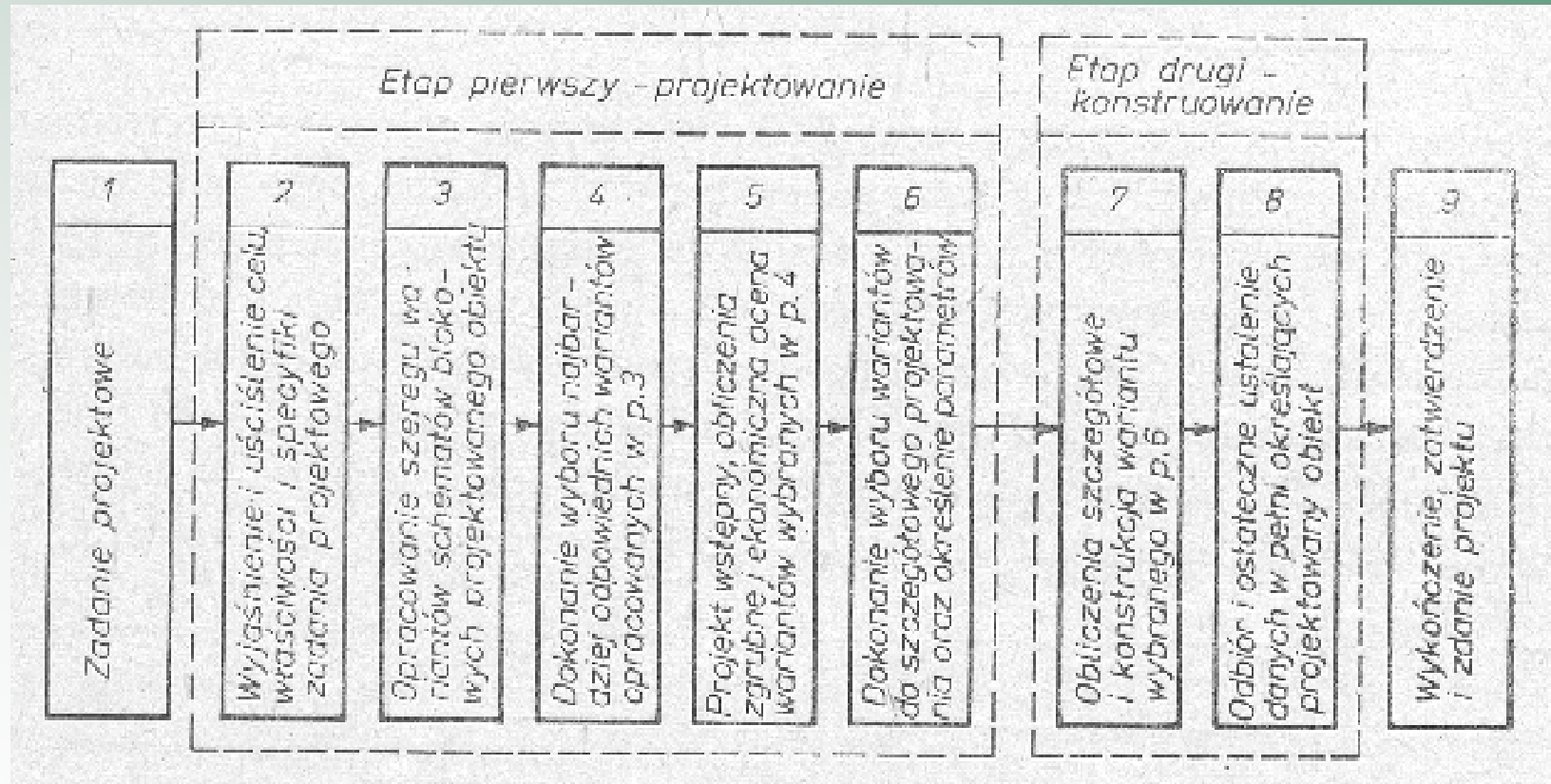
## Przebieg i zasady procesu konstruowania



**Schemat powiązań projektowania technicznego z nauką, sztuką, produkcją i polityką**

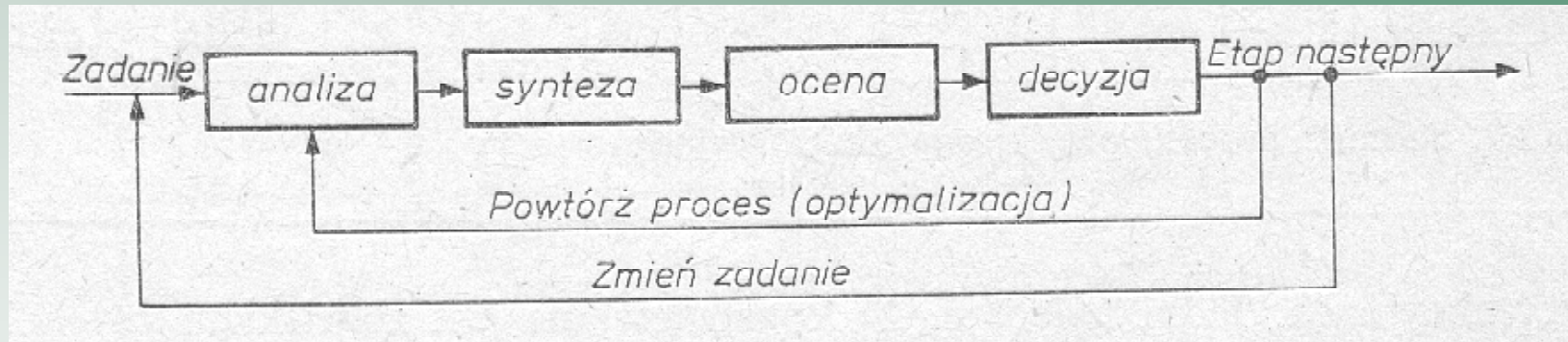
# Konstruowanie urządzeń elektronicznych

## Przebieg i zasady procesu konstruowania



**Schemat procesu projektowo-konstrukcyjnego**

# Konstruowanie jako system przetwarzania informacji



Według zwolenników takiego poglądu konstruowanie polega na przetwarzaniu informacji, podobnie jak w komputerze. Na wejście (oko i ucho konstruktora) dostarcza się informacji, następnie w umyśle konstruktora jest przeprowadzany szereg operacji analitycznych, syntetycznych i oceniających, dotąd, aż uzyska się dobre rozwiązanie.

**Analiza i synteza** są nieodłączną częścią każdej pracy twórczej i badawczej, czyli również i konstruowania. W procesie konstruowania na ogół **synteza**, czyli szukanie rozwiązania, następuje po uprzednim zbadaniu problemu lub jego części składowych w procesie **analizy**.

# Konstruowanie jako system przetwarzania informacji

**Analiza** (gr. *analysis* — *rozbiór*) w swojej istocie jest zdobywaniem informacji o pewnej całości przez jej podział i rozkładanie na pojedyncze elementy, a następnie badanie własności tych elementów i zależności występujących między nimi.

**Synteza** (gr. *synthesis* — *zestawienie*) — połączenie różnych części (elementów) w nową całość; może to znaczyć, że części starej konstrukcji łączy się w nową lub może znaczyć coś bardziej twórczego, jak np. nowy sposób łączenia nowych i starych części.

**Ocena i decyzja** – ocena konstrukcji, która została stworzona podczas zabiegu syntezy, polega na zbadaniu – często tylko myślowym – czy proponowane rozwiązanie spełnia wymagania i czy jest zgodne z kryteriami przyjętymi dla danego wyrobu.

# Metody poszukiwania nowych rozwiązań

## Zasady ogólne

- **Metody ewolucyjne konstruowania** – (zwane metodami prób i błędów) – polegają na tym, że konstrukcja na przestrzeni dłuższego czasu przechodzi naturalną ewolucję (wprowadzanie zmian i ulepszeń).

Zalety:

- małe ryzyko popełnienia zasadniczych błędów (każda zmiana to nieznaczne ulepszenie poprzedniego modelu)

Wady:

- droga ewolucji jest długa i kosztowna

Historia samochodu Polonez





## Metody rewolucyjne poszukiwania rozwiązań

Zalety:

- wykorzystanie najnowszych technologii
- wyrób spełnia oczekiwania klienta w zakresie najnowszych trendów wzorniczych
- możliwość wyprzedzenia konkurencji

Wady:

- wysokie koszty wprowadzenia nowego wyrobu (dokumentacja i park maszynowy)
- duże ryzyko popełnienia zasadniczych błędów

Historia samochodu Opel Vectra





# Metody poszukiwania nowych rozwiązań

## Zasady ogólne

- burzenie stereotypów myślowych, przyzwyczajień i rutyny
- wykorzystywanie myślenia podświadomego
- oddzielanie w czasie procesu tworzenia pomysłów od ich oceny (zmniejszenie lęku przed krytyką)
- rozbudzanie wyobraźni, fantazji, pomysłowości
- nie przywiązywanie wagi do względów formalnych i nieistotnych szczegółów

### Przegląd metod

- metody intuicyjne
- metody dedukcyjne (dyskursywne)
- metody spekulatywne
- metody heurystyczne

# Metody poszukiwania nowych rozwiązań

## Przegląd metod

**Metody intuicyjne** – swoboda w przygotowaniu i poszukiwaniu pomysłów.

Źródłem pomysłów jest intuicja twórcza. Rozmyślania i pomysły na zasadzie „ośnienia”.

Do podstawowych metod intuicyjnych należą:

- burza mózgów,
- metoda delficka,
- metoda 635,
- senektyka.

**BURZA MÓZGÓW (BM)** (ang. Brainstorming; niem. Gedankenblitz lub Gedankensturm) jedna z najstarszych i najbardziej uniwersalnych metod. Jest metodą pracy grupowej. Ludzie powołani do zespołu BM mają różne zawody, specjalności, doświadczenie, temperamenty.

# Metody poszukiwania nowych rozwiązań

## Przegląd metod

### BURZA MÓZGÓW (BM) c.d.

Etapy realizacji metody:

- **prace przygotowawcze,**
  - powołanie zespołu (6-12 osób, wybór przewodniczącego), jednoznaczne określenie problemu, przygotowanie środków sprawnego rejestrowania pomysłów.
- **szukanie pomysłów - zasady,**
  - swobodna atmosfera
  - ujmowanie podstaw problemu (bez wchodzenia w szczegóły)
  - nie krytykowanie zgłaszanych pomysłów,
  - zgłaszanie wszystkich (nawet z pozoru nierealnych) pomysłów – pojedynczo, w zwięzły sposób
  - czas trwania do 45 min
- **ocena i selekcja pomysłów.**
  - przeglądanie, segregowanie i ocenianie pomysłów pod kątem ich przydatności i możliwości realizacji (kompetentni specjaliści z udziałem przewodniczącego sesji)
  - wybrane pomysły – ponowna dyskusja z zespołem.

# Metody poszukiwania nowych rozwiązań

## Przegląd metod

**METODA DELFICKA** – starannie opracowany program oparty na anonimowych ankietach.

Pytania przebiegają według następującego schematu:

1. Jakie widzisz możliwości rozwiązania przedstawionego problemu.
2. Przejrzyj załączoną listę rozwiązań i podaj dalsze własne propozycje.
3. Przejrzyj załączoną listę końcowych ocen obu rund. Podaj własne propozycje, które wydają ci się najlepsze ze względu na możliwości realizacji.

Szukanie rozwiązań odbywa się na ogół korespondencyjnie.

Metoda nadaje się do rozwiązywania problemów konstrukcyjnych długoterminowych.

# Metody poszukiwania nowych rozwiązań

## Przegląd metod

**METODA 635** - jest modyfikacją burzy mózgów. Zasady : uczestnicy (np. 6 osób) pisemnie zgłaszają trzy pomysły; po 5 min. wymieniają się kartkami; każdy stara się zweryfikować otrzymany pomysł i uzupełnić go własnym; proces kończy się gdy wszyscy uczestnicy zapoznają się ze wszystkimi pomysłami.

Nazwa: 6 osób, 3 pomysły, 5 minut.

### **Zalety w porównaniu z BM:**

- każdy z pomysłów początkowych jest systematycznie uzupełniany i rozwijany,
- twórcy mogą mieć udokumentowane potwierdzenie autorstwa swoich pomysłów
- nie trzeba wyznaczać przewodniczącego

### **Wady w stosunku do BM:**

- gorsze twórcze współdziałanie między uczestnikami, spowodowane izolacją i brakiem czynnika stymulującego,
- konieczność wyrażania myśli na piśmie może być utrudnieniem dla niektórych uczestników.

# Metody poszukiwania nowych rozwiązań

## Przegląd metod

**SYNEKTYKA** – (spokrewniona z BM) – metoda pracy grupowej; grupa do 7 osób; wskazane są osobowości kontrastowe; ok..3 osoby znające problem (technolog konstruktor) wskazany udział biologa i 3 osób różnych zawodów.

Kierownik grupy postępuje zgodnie z następującym schematem:

- 1. Rozpoznanie problemu** – badanie problemu, jego własności, specyfiki, wpływu otoczenia, zależności i powiązań.
- 2. Oddalenie się od problemu** – oderwanie się od problemu przez wykonywanie innych czynności (niezależne działanie świadomości i podświadomości).
- 3. Tworzenie połączeń** – poprzez swobodne myślenie i przeprowadzenie podświadomych porównań oraz systematyczne stosowanie analogii udaje się oderwać od dotychczasowych rozwiązań i dojść do połączenia odległych treści z rozwiązywanym problemem. Tworzy to korzystny klimat dla powstania nowych pomysłów.
- 4. Rozwiązanie problemu** – przez połączenie i modyfikacje znanych pomysłów. Propozycje techniczne osiągnane drogą nieprawdopodobnych analogii.

# Metody poszukiwania nowych rozwiązań

## Przegląd metod

### SYNEKTYKA c.d.

Analogie fazy rozwiązywania problemu:

- **analogie bezpośrednie** – porównanie poszukiwanego rozwiązania z funkcjonowaniem organizmów biologicznych,
- **analogie osobowe** – utożsamianie się z rozwiązywanym obiektem, wykorzystanie własnego ciała dla osiągnięcia wymaganej funkcji,
- **analogie symboliczne** – skojarzenia abstrakcyjne, cechy jednej rzeczy lub pojęcia identyfikuje się z cechami innych rzeczy lub pojęć,
- **analogie fantastyczne** – oparte na nierealnych, fantastycznych założeniach, na wyobrażaniu sobie rzeczy, o których wiadomo, że nie istnieją w rzeczywistości.

Przeciwnicy wykorzystywania metod intuicyjnych do rozwiązywania problemów konstrukcyjnych twierdzą – nie bez racji – że metody te są bardzo ryzykowne, nie można bowiem opierać twórczości konstruktorskiej na szczęśliwym przypadku. Natchnienie i olśnienie oraz dobre pomysły przychodzą nie zawsze wtedy, kiedy są najbardziej potrzebne.

# Metody poszukiwania nowych rozwiązań

## Przegląd metod

### Metody dedukcyjne (dyskursywne)

Oparte są na rozumowym ujmowaniu rzeczywistości i wnioskowaniu za pomocą racji logicznych. Rozwiązywanie problemów przez świadome zebranie faktów i odpowiednie ich przygotowanie. Postępowanie dedukcyjne nie wyklucza działań intuicyjnych (ale powinny być one wykorzystywane raczej do rozwiązywania problemów cząstkowych, a nie od razu do rozwiązań całościowych).

### Metody spekulatywne

Są metodami złożonymi, w których pomysłu poszukuje się przy pomocy metodycznie ułożonych działań (spekulacji). Do podstawowych metod tej grupy są zaliczane: metoda morfologiczna i analiza wartości.

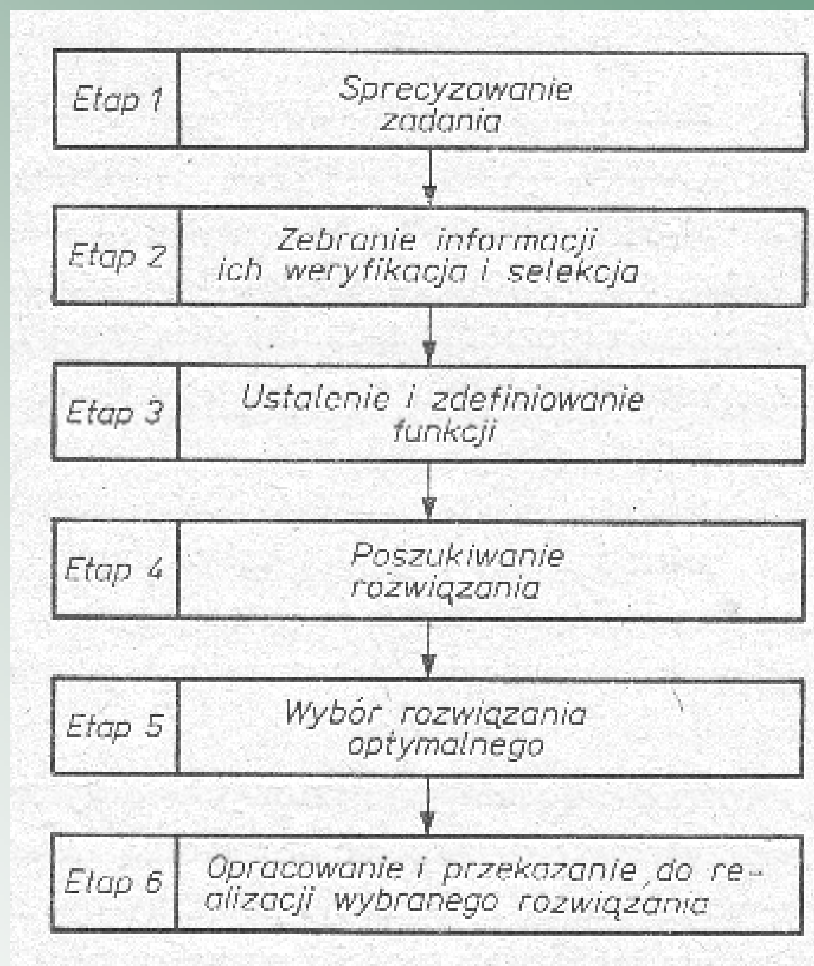
**Metoda morfologiczna** – do nowych rozwiązań dochodzi się przez utworzenie systematyki rozwiązań dotychczas istniejących, nazywanej ich morfologią. Istotą metody jest podział problemu na niezależne od siebie problemy, ustalenie ich rozwiązań oraz zestawienie w jednej tablicy problemów, które mają być rozwiązane i znanych już rozwiązań takich problemów, ewentualnie pomysłów rozwiązań.



# Metody poszukiwania nowych rozwiązań

## Przegląd metod

### Analiza wartości (AW)



# Metody poszukiwania nowych rozwiązań

## Przegląd metod

**Analiza wartości (AW)** – zorganizowane działanie, którego celem jest ujawnienie zbędnych kosztów; krytyczna analiza i ocena funkcji, jakie ma spełniać badany wyrób lub jego część;

**Wynikiem AW** jest określenie zbioru **funkcji koniecznych, drugorzędowych i zbędnych.**

AW przeprowadza zespół złożony ze specjalistów różnych dziedzin.

ETAPY:

1. **Sprecyzowanie zadania** – przy wyborze przedmiotu do analizy należy wybierać wyroby, które:

- przedstawiają sobą dużą wartość jednostkową,
- są produkowane w wielkich seriach,
- odgrywają istotną rolę w wyrobie wyższego rzędu,
- są pracochłonne lub materiałochłonne

# Metody poszukiwania nowych rozwiązań

## Przegląd metod

### **2. Zebranie informacji, ich weryfikacja i selekcja**

- informacje powinny być rzetelne, prawdziwe i pewne,
- należy zbadać cechy decydujące o jakości i popycie na dany wyrób,
- zebranie informacji kosztowych (robocizna i materiały)

### **3. Ustalenie i zdefiniowanie funkcji**

- rozpoznanie problemu i ukierunkowanie poszukiwań,
- wyodrębnienie funkcji podstawowych i drugorzędnych,
- praca zespołowa (fachowcy-konstruktorzy, technolodzy, ekonomiści, specjaliści od kontroli jakości),

### **4. Poszukiwanie rozwiązań**

- prowadzi się najczęściej poprzez porównanie i analizę,
- rozwiązania muszą spełniać zadane funkcje po najniższych kosztach
- podczas poszukiwań można się oprzeć na wcześniejszych metodach.

# Metody poszukiwania nowych rozwiązań

## Przegląd metod

### **5. Wybór rozwiązania**

- rejestracja pomysłów i wariantów
- wybór najkorzystniejszego
- ocenę dokonuje zespół
- aby nie sugerować się wzajemnie, ocenianie powinno być tajne,

### **6. Opracowanie wybranego wariantu**

- opracowanie w formie tablic, wykresów, szkiców i rysunków technicznych.

# Elementy opracowania konstrukcyjnego

- Sprecyzowanie wymagań technicznych i ekonomicznych
- Obliczenia i opracowanie schematu elektrycznego
- Analiza pól tolerancji elementów urządzenia
- Obliczenia i wykonanie dokumentacji mechanicznej
- Obliczenia przewidywalnej niezawodności
- Opracowanie programów badań
- Przeprowadzenie badań lub nadzór nad prowadzonymi badaniami
- Weryfikacja dokumentacji po badaniach prototypu

**Opracowanie konstrukcji nie ogranicza się do jednego tylko rozwiązania, lecz obejmuje kilka wariantów. Do realizacji wybierany jest ten, który w sposób optymalny spełnia podstawowe wymagania techniczne i ekonomiczne .**

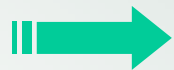
# Przebieg i etapy procesu konstruowania

**Podział procesu konstruowania na etapy ułatwia kontrole przebiegu prac oraz (co jest najważniejsze) umożliwia systematyczną ocenę wyników.**

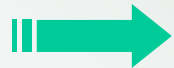
## ETAP I

**Wstępne wymagania techniczno-eksploatacyjne**

**Wstępna analiza ekonomiczna**



Opracowanie wymagań



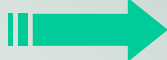
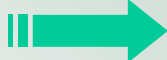
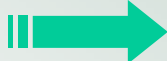
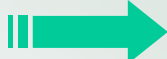
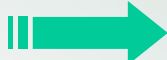
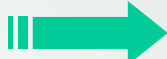
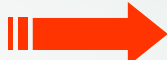
Opracowanie analizy ekonomicznej



CEL:     -sprecyzowanie wymagań techniczno-eksploatacyjnych  
          -oszacowanie opłacalności przedsięwzięcia

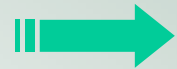
# Przebieg i etapy procesu konstruowania

## ETAP II Projekt wstępny

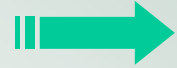
-  Obliczenia i opracowanie schematu elektrycznego z analizą pól tolerancji
-  Wybór i konstrukcja podzespołów
-  Obliczenie niezawodności
-  Badanie czystości patentowej
-  Opracowanie konstrukcji mechanicznej i okablowania
-  Wykonanie modelu i analiza wyników badań modelu
-  **CEL:**
  - opracowanie konstrukcji
  - praktyczne sprawdzenie przyjętej koncepcji szczegółowych rozwiązań

# Przebieg i etapy procesu konstruowania

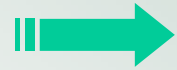
## ETAP III Projekt techniczny



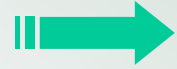
Opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej



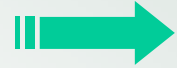
Analiza wartości



Budowa prototypu



Badanie i analiza wyników badań prototypu



Rewizja I dokumentacji

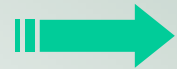


CEL:     -opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej  
          -sprawdzenie jej poprawności

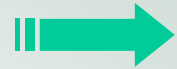


# Przebieg i etapy procesu konstruowania

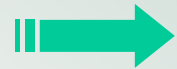
## ETAP IV Seria informacyjna



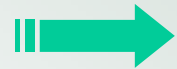
Opracowanie dokumentacji technologicznej



Wykonanie oprzyrządowania



Wyprodukowanie serii informacyjnej



Rewizja II dokumentacji



CEL:     -opracowanie dokumentacji technologicznej  
          -sprawdzenie jej prawidłowości

# Czynniki decydujące o wyborze rozwiązań konstrukcyjnych

- Przeznaczenie sprzętu i przewidywane warunki eksploatacji
  - Wymagana żywotność i niezawodność – decydują o wyborze materiałów, zabezpieczeń przed czynnikami narażeniowymi, koncepcji konstrukcji mechanicznej
  - Warunki klimatyczne – odporność na narażenia klimatyczne i biotyczne (stopień szczelności konstrukcji, wybór syst. chłodzenia, wybór zabezpieczeń)
  - Czynniki narażeniowe mechaniczne – zabezpieczenia przeciwwstrząsowe
  - Charakter obsługi – stopień wykszolenia (zabezpieczenie dostępu do wnętrza, ilość manipulatorów)
  - Problem przyszłego serwisu (przewidywana organizacja napraw)
  
- Seryjność produkcji jej wielkość determinuje wybór metod wytwarzania. Od seryjności produkcji (jednostkowa, seryjna, masowa) jest uzależniony rodzaj obróbki detali, stopień oprzyrządowania, stopień mechanizacji, organizacja gniazd produkcyjnych i taśm montażowych, system kontroli wyrobów gotowych.

# Czynniki decydujące o wyborze rozwiązań konstrukcyjnych

- Baza podzespołowa i materiałowa ( **podstawowe błędy**: opieranie konstrukcji o trudno dostępne elementy i podzespoły lub takie których produkcja będzie zaniechana w niedługim czasie)
- Poziom techniczny producenta
  - Posiadany przez zakład park maszynowy i aparaturę pomiarowo-kontrolną
  - Organizacja i poziom techniczny załogi
  - Możliwości techniczne narzędziowni

**Konstrukcje tworzone bez uwzględnienia możliwości zakładu produkcyjnego są z reguły konstrukcjami nieudanymi w sensie produkcyjnym. Wiele takich konstrukcji nawet udanych technicznie nie może być wdrażanych do produkcji ze względu na trudności i zbyt wysokie koszty w procesie produkcyjnym**

# Kryteria oceny konstrukcji

Przed ostateczną decyzją o podjęciu produkcji nowego wyrobu, a więc zazwyczaj po wykonaniu i przebadaniu prototypu, opracowana konstrukcja raz jeszcze podlega szczegółowej analizie i ocenie.

Ocenę przeprowadza się zazwyczaj analizując kolejno następujące cechy konstrukcji:

- zespół parametrów technicznych (czy osiągnięto, czy będą łatwo osiągalne)
- zespół parametrów ekonomicznych (czy koszty własne niższe od założonych)
- funkcjonalność (z udziałem przyszłych użytkowników)  
oceniata również „podatność naprawcza” – łatwość przeprowadzania napraw i remontów
- technologiczność (produkcja najbardziej ekonomiczna- koszty materiałów, robocizny, oprzyrządowania)
- estetykę,

Analiza zespołu uzyskanych parametrów technicznych powinna dać odpowiedź nie tylko na pytanie, czy osiągnięto w pełni założone parametry, lecz również, czy parametry te będą łatwo osiągalne w normalnym procesie produkcyjnym.