

Projektowanie techniczne

Ograniczając się do problemów **projektowania elementów konstrukcyjnych** (ogólnie nazywanych *przedmiotami technicznymi*) wyróżnimy pojęcie *projektowania technicznego*:

- *etap 1 obmyślenia* (koncypowania) elementu (wybór geometrii, materiału, spodziewanych obciążeń i innych oddziaływań)
- *etap 2 sprawdzania* czy element spełnia wymagania wytrzymałościowe i sztywności (tzw. obliczenia statyczno – wytrzymałościowe) oraz inne wymagania *norm i przepisów*
- *etap 3 sporządzania* dokumentacji wykonawczej

Podstawy teoretyczne projektowania inżynierskiego

1. Projekt – projektowanie – projektant
2. Podstawowe pojęcia
3. Rozpoznanie potrzeb projektowania
4. Cykl życia produktu
5. Czynniki projektowania

Projekt – projektowanie - projektant

Projekt:

1. Wynik wymyślania, robienia planów (wstępne założenia i koncepcje)
2. Rysunki lub wzory służące do wykonania określonego obiektu – *dokumentacja projektowo – wykonawcza* (domu, urządzenia,...)
3. Zamierzone złożone przedsięwzięcie specjalnego rodzaju (np. rozbudowa albo budowa zakładu, reorganizacja struktur przedsiębiorstwa,...)

Podstawowe pojęcia

Projektowanie techniczne – oznacza **obmyślanie** zamierzonego do wykonania przedmiotu (obiektu) technicznego , jego **zaprojektowanie** w formie możliwej do wykonania (wzorzec lub dokumentacja) oraz podanie **sposobu (metody) wykonania**.

Dwa możliwe typy projektowania:

Projektowanie zorientowane obiektowo – ma na celu *stworzenie lub zmianę obiektów materialnych*, takich jak produkty, obiekty budowlane, systemy techniczne (maszyny, urządzenia, linie technologiczne, zakłady przemysłowe) itd.

Projektowanie zorientowane procesowo – ma na celu *stworzenie lub zmianę procesów* , takich jak procesy technologiczne, procesy obróbki montażu, procesy kontroli itd.

Rozpoznanie potrzeb projektowania

Potrzeby ludzkie (Masłowski):

- fizjologiczno-bytowe (pożywienie, zdrowie, mieszkanie,...)
- psychiczne (wiedza, rozwój osobowy, bezpieczeństwo)
- społeczne (akceptacja, integracja, przynależność do grupy społecznej)

Nadrzędny cel projektowania to zaspokojenie potrzeb, stąd najpierw musimy je rozpoznać w celu określenia między innymi:

1. Jakie potrzeby występują
2. Jakie są składowe tych potrzeb
3. Jak długo utrzyma się dana potrzeba
4. Jakie są tendencje w zakresie zmian charakteru danej potrzeby

Metody ustalania rodzaju potrzeb:

1. Metoda ankietowania
2. Specjalnie prowadzone wywiady
3. Metoda prób rynkowych (wypuszczanie na rynek krótkich serii)

Ogół działań zmierzających do zaspokojenia konkretnej potrzeby za pomocą określonego wytworu technicznego nosi nazwę **procesu realizacyjnego**.

W procesie realizacyjnym występują działania koncepcyjno-projektowe oraz eksploatacyjno-użytkowe. Nadrzędną funkcję pełnią jednak prace koncepcyjno-projektowe, gdyż ich rezultatem jest informacja wystarczająca do fizycznej realizacji (wytworzenia) przedmiotu.

Wytworzony przedmiot jest eksploatowany potem następuje jego **likwidacja** :
złomowanie – czyli zwrócenie materiałów do otoczenia
recykling – tzn. powtórne wykorzystanie pewnych jego elementów.

Cykl życia produktu

Każdy produkt wprowadzany na rynek ma swój *cykl życia* , składający się z czterech faz:

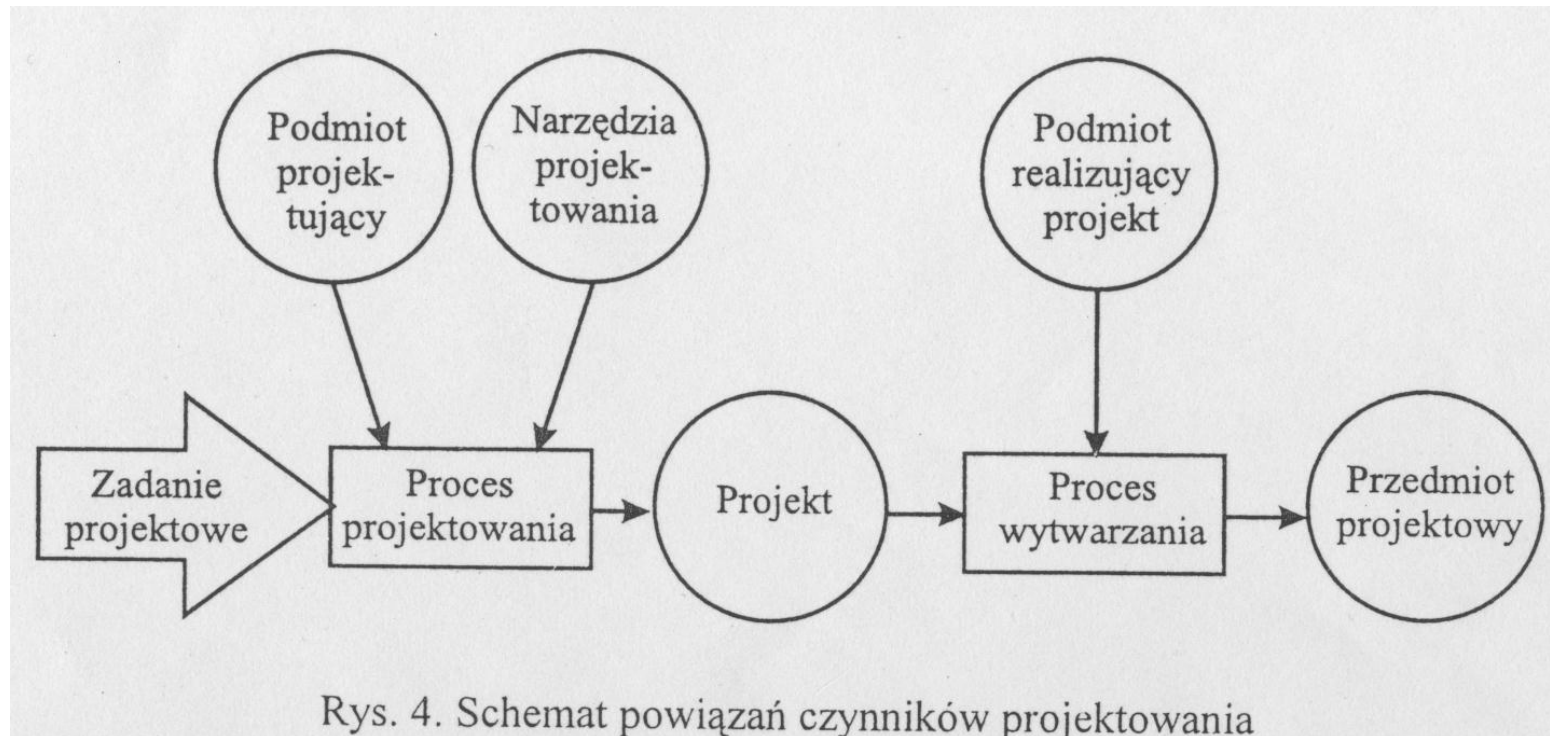
1. Wprowadzenie – umieszczenie produktu na rynku i stopniowy wzrost sprzedaży
2. Wzrost – jeśli produkt zostanie zaakceptowany
3. Dojrzałość – tempo wzrostu sprzedaży maleje (już myślimy o nowej generacji)
4. Spadek – zmniejszenie się sprzedaży (może następować powoli, ale w sposób ciągły)

Czynniki projektowania

W projektowaniu technicznym wyróżnia się zwykle osiem czynników projektowania, a mianowicie:

1. Zadanie projektowe
2. Podmiot projektujący
3. Narzędzia projektowania
4. Proces projektowania
5. Wytwór projektowania
6. Podmiot realizujący projekt
7. Proces wytwarzania
8. Przedmiot projektowany

Rysunek 4



Zadanie projektowe - określa zasadnicze wymagania stawiane przedmiotowi projektowanemu oraz istniejące ograniczenia.

Podmiotem projektującym – może być indywidualny projektant lub zespół projektowy.

Narzędzia projektowania – obejmują metody projektowania oraz narzędzia właściwe, czyli tzw. pomoce projektowe (np. komputer z oprogramowaniem).

Proces projektowania – będący uporządkowanym (logicznie i organizacyjnie) ciągiem czynności projektowych o charakterze twórczym, wiąże podmiot projektujący z przedmiotem projektowanym.

Wytwór projektowania (projekt) – stanowi etap pośredni w procesie realizacyjnym, gdyż kończy proces projektowania i stanowi punkt wyjścia do działań w sterze materialnej.

Podmiotem realizującym projekt jest osoba, zakład lub przedsiębiorstwo wraz z materiałami i energią, niezbędnymi do realizacji projektu.

Proces wytwarzania to ciąg czynności podejmowanych w celu fizycznej (materialnej) realizacji wytworu projektowania.

Przedmiot projektowany powstaje po wykonaniu, czyli materialnym zrealizowaniu wytworu projektowania.

Inżynieria systemów w projektowaniu

1. Podstawowe definicje
2. Dwa podejścia w badaniach systemowych
3. System i jego otoczenie
4. Zastosowanie inżynierii systemów w projektowaniu
5. Podsumowanie

Synergia , efekt synergiczny współdziałanie różnych czynników, którego efekt jest większy niż suma poszczególnych oddzielnych działań
(*np. w psychologii społecznej, w teorii informacji, w ekonomii, w zarządzaniu projektami, itp.*)

System – byt (na przykład projekt przedsięwzięcia) przejawiający swe istnienie poprzez *synergiczne współdziałanie* swych elementów.

Teoria systemów – przedstawia ogólne prawidłowości i *zasady, prawa praw,* wyartykułowane dla lepszego zrozumienia człowieka i jego środowiska (dostarcza ogólny język ułatwiający połączenie różnych dziedzin wiedzy).

Inżynieria systemów – służy optymalizacji *wysiłku, efektu i ryzyka* przy powoływaniu do życia i funkcjonowaniu nowych systemów w istniejącym środowisku.

W badaniach systemów wyróżnia się dwa podejścia:

Podejście redukcjonistyczne (mechanistyczne) – badając problem (system) dzielimy go na części i w ten sposób staramy się poznać jak działa całość. Metoda skuteczna przy badaniu maszyn i prostych systemów (Newton, Kartezjusz).

Podejście systemowe (holistyczne – całościowe) – nakazuje postrzegać rzeczywistość w sposób kompleksowy, co oznacza **zespołowe patrzenie na całość** poprzez rolę i funkcję części w całości z uwzględnieniem powiązania przyczynowo-skutkowego, często niejawnego i nieliniowego, oraz skutków naszych decyzji (**paradygmat Kuhna**, lata 60. XX w.)

Paradygmat – przykład w celu udowodnienia lub porównania, wzór, wzorzec.

Podstawowe cechy paradygmatu systemowego (holistycznego, Kuhna):

- dostarcza podstaw naukowych, metod i technik dla rozwiązywania problemów poprzednio nierozwiązywalnych.
- tworzy nową silniejszą platformę rozwiązywania problemów, *zachowując i aplikując* jednocześnie wszystkie uprzednie dokonania.

Powtórzmy: *podejście systemowe to zespołowe patrzenie* na całość poprzez rolę i funkcję części w całości, z uwzględnieniem powiązań przyczynowo skutkowych, często niejawnych i nieliniowych, z uwzględnieniem dalekosiężnych skutków (ryzyko) naszych decyzji !!

Przykład wykorzystania podejścia systemowego

Kraj A – lekarze mają wysokie specjalizacje, a brak jest lekarzy domowych (pierwszego kontaktu).

Boli nas głowa. Do kogo pójść ? Do specjalisty gardła i uszu, do okulisty, neurologa ?

Możemy stracić dużo czasu i pieniędzy i nie wyzwolić się z bólu głowy.

Kraj B – służba zdrowia oparta jest o lekarzy domowych, skupionych na zdrowiu ogólnym pacjenta, a nie poszczególnych dolegliwościach. Lekarz domowy zna pacjenta i łatwiej mu znaleźć przyczynę choroby i wie do jakiego specjalisty skierować pacjenta.

Służba zdrowia jest zatem lepiej zorganizowana funkcjonalnie, działa szybciej i taniej, mimo, że oba kraje mogą mieć specjalistów tej samej klasy !

Patrząc na to systemowo, możemy powiedzieć, że opieka zdrowotna w kraju B zorganizowana według innego paradygmatu (wzorca), **bazuje na holistycznym podejściu do zdrowia pacjenta** (lekarz domowy nie jest lepszy, on jest lekarzem innego rodzaju – jest *generalistą*).

W projektowaniu inżynierskim korzysta się doświadczeń **inżynierii systemów i paradygmatu holistycznego**, w szczególności opracowując *metody analizy systemów* (badania ich właściwości) oraz *metody ich syntezy* (projektowania struktur spełniających określone funkcje).

Do podstawowych pojęć inżynierii systemów należą: **system** oraz **otoczenie**.

System jest opisywany przez dwie cechy:

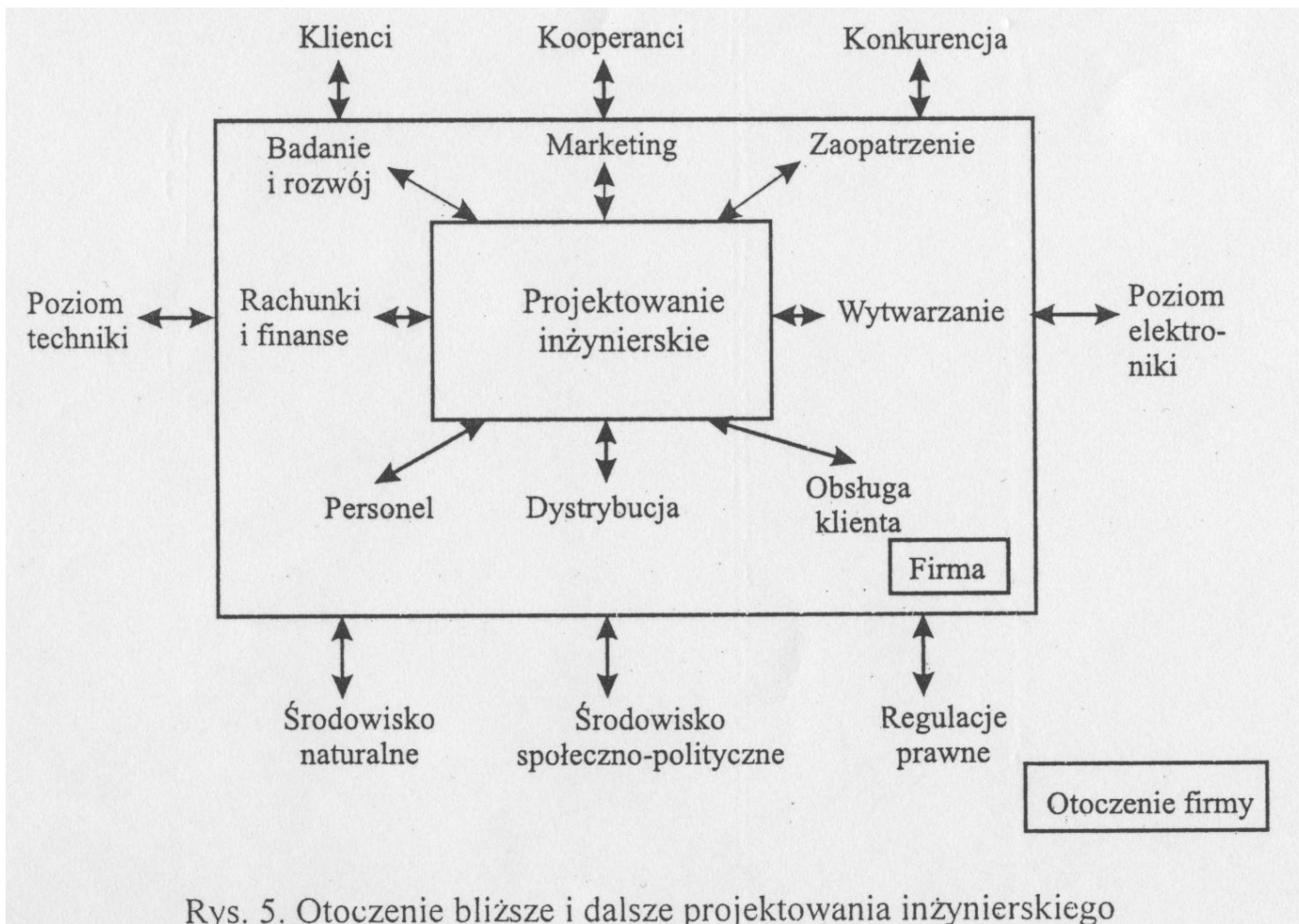
integralność – jedynie **system jako całość** jest w stanie zrealizować w pełni założone zadania (Arystoteles: całość to coś więcej niż suma części składowych!).

modułowa struktura – umożliwiająca **dekompozycję systemu** na mniejsze podsystemy (będące z kolei zespołami składników systemu).

Otoczenie systemu jest to zespół obiektów nie należących do rozpatrywanego systemu, lecz wzajemnie na siebie oddziaływujących.

Na przykład, *otoczeniem bliższym dla zakładu produkcyjnego* są: baza surowcowa, lokalny rynek zbytu, oraz firmy konkurencyjne. *Otoczeniem dalszym* będą: polityka podatkowa, polityka kredytowa, import itp.

Również na potrzeby **projektowania inżynierskiego**, wyróżnia się otoczenie bliższe i dalsze co przedstawiono na rysunku.



Rys. 5. Otoczenie bliższe i dalsze projektowania inżynierskiego

Zastosowanie inżynierii systemów w projektowaniu

Z punktu widzenia zasad inżynierii systemów można wyróżnić w projektowaniu następujące systemy podstawowe:

- Proces zaspakajania potrzeb jako *nadsystem projektowania*,
- Projektowanie,
- Podmiot projektujący,
- Przedmiot projektowany.

Szczególnie istotne znaczenie ma wykorzystanie inżynierii systemów w przypadku *przedmiotu projektowanego*, zwłaszcza jeśli jest złożony. Analiza systemowa pozwala ustalić najkorzystniejsze struktury systemu, a więc podziału systemu na podsystemy, oraz ustalenie relacji i sprzężeń zwrotnych zarówno między podsystemami, jak też między systemem a otoczeniem.

W ten sposób określona struktura definiuje system w **stanie statycznym** i dla właściwej optymalizacji musimy wprowadzić: energię, materiały, informację, aby system przeszedł w **stan dynamiczny**, w którym dopiero mogą zachodzić pewne procesy, w efekcie których pojawia się finalny produkt działalności systemu.

Jeśli projektowanym systemem jest *system produkcyjny*, to na **wejściu** znajdują się: surowce, materiały pomocnicze, maszyny i urządzenia, załoga, energia oraz informacja, natomiast na **wyjściu**: produkty, odpady i ścieki, maszyny i urządzenia, załoga oraz informacja.

Systemowe ujęcie procesu produkcyjnego pozwala więc wyróżnić elementy składowe, które w różnym stopniu wpływają na końcowy efekt ekonomiczny firmy; np. *operacje i procesy jednostkowe składające się na proces technologiczny* dodają produktowi nowych wartości, należy je doskonalić i doinwestowywać, natomiast *operacje transportowe* (niezbędne) nie dodają wartości, stąd powinny być ograniczone do niezbędnego minimum. Podobne ograniczone powinny być operacje magazynowania i składowania.

Podział systemu na podsystemy ułatwia optymalizację systemu jako całości, uwzględniając jednakże relacje z innymi podsystemami.

Podział systemu na podsystemy jest korzystny również ze względu na typizację to jest korzystanie ze składników typowych (ich zestawienie, dopasowanie wejść i wyjść).

Podsumowanie

Zastosowanie inżynierii systemów w projektowaniu umożliwia:

1. Wyodrębnienie badanego lub projektowanego systemu z otoczenia, zdefiniowanie systemu i otoczenia.
2. Określenie celu funkcjonowania systemu.
3. Dekompozycję systemu na podsystemy i elementy składowe oraz syntezę systemu z elementów i podsystemów.
4. Badanie struktury systemu, powiązań między elementami systemu oraz między systemem a otoczeniem.
5. Analizę wejść i wyjść systemu oraz operatora przekształcającego wejścia na wyjścia.
6. Analizę systemu jako całości zależnej od własności jego elementów składowych, wartościowanie rozwiązań projektowych systemu.
7. Planowanie oraz harmonogramowanie prac systemu projektującego.

Charakterystyka procesu projektowania

1. Istota procesu projektowania
2. Struktura procesu projektowania
3. Metody działań podstawowych w procesie projektowania
4. Metody poszukiwania rozwiązań, wybór i optymalizacja

1. Istota procesu projektowania

Proces projektowania jest *procesem informacyjno – decyzyjnym* polegającym na przetwarzaniu i generowaniu informacji w celu podjęcia ostatecznych decyzji.

Nie ma jednoznacznych modeli procesu projektowania, ale cechą wspólną, charakterystyczną dla wszystkich procesów projektowania, jest *etapowość* co oznacza, że realizowane są poszczególne fazy projektu, po zakończeniu których ocenia się wyniki i podejmuje dalsze decyzje.

Proces projektowania udoskonala się poprzez:

1. Ustalanie optymalnej struktury procesu projektowania.
2. Stosowanie właściwych metod projektowania.

2. Struktura procesu projektowania

Strukturą procesu projektowania nazywa się *porządek działań tego procesu*, wyróżnionych ze względu na określone kryterium, lub *zbiór relacji pomiędzy określonymi elementami procesu*, wyróżniony ze względu na *odpowiednie* kryterium.

Wyróżnia się :

strukturę pionową (makrostrukturę) - w której podziału procesu projektowania dokonuje się biorąc pod uwagę fazy różniące się stopniem szczegółowości

strukturę poziomą (mikrostrukturę) – w której uwzględnia się działania typowe dla zadań elementarnych

strukturę operacyjną – w której dokonywany jest podział procesu na działania przydzielone *odpowiednim wykonawcom*.

Struktura pionowa

Strukturę tą tworzy sieć typowych stadiów (faz) projektowania obejmujących cały proces projektowania:

- studia i analizy przedprojektowe, mające na celu dostarczenie informacji niezbędnych do właściwego projektowania,*
- opracowane koncepcji projektowej, mającej postać założeń techniczno-ekonomicznych (ZTE), pozwalających na rozpoczęcie realizacji przedmiotu projektowanego,*
- weryfikacja rozwiązania projektowego, mająca na celu wykrycie ewentualnych jego wad,*
- opracowanie projektu technicznego, czyli szczegółowej dokumentacji wykonawczej przedmiotu projektowanego.*

Stadia projektowe są ustalane indywidualnie przez głównego projektanta i ich optymalizacja polega na takim podziale, który gwarantuje minimalizację kosztów i czasu projektowania oraz maksymalizację jakości uzyskanego rozwiązania.

Do wyniku dochodzi się w sposób sekwencyjny (liniowy).

Struktura pozioma

Strukturę tą tworzą pewne stale powtarzające się sekwencja działań podstawowych, realizowanych najczęściej przez jednego człowieka (*pojedyncze działania*).

W takim przypadku optymalizacja polega na *iteracyjnym dochodzeniu do wyniku*.

W odróżnieniu od makrostruktury, w mikrostrukturze wyniki kolejnych etapów nie muszą być dokumentowane.

Struktura operacyjna (dekompozycyjna)

Strukturę operacyjną tworzą działania składowe, tzn. takie, które jako *do pewnego stopnia autonomiczne*, mogą być wyodrębnione i przydzielone do wykonania określonym podsystemom systemu projektującego (zespołom, projektantom).

Zadania składowe są rozwiązywane osobno, po czym następuje ich połączenie.

Optymalizacja struktury operacyjnej ma na celu *właściwy podział* zadań większych na zadania mniejsze.

3. Metody działań podstawowych w procesie projektowania

Metoda jest świadome i celowe działanie zmierzające do rozwiązania danego problemu w skończonej liczbie kroków.

Metody mogą być **algorytmiczne**, jeśli problem jest jednoznacznie sformułowany, albo – w przeciwnym przypadku - **heurystyczne** (oparte na doświadczeniu).

Działania podstawowe w procesie projektowania:

1. Sformułowanie zadania projektowego – określenie celu projektowania
2. Analiza zadania projektowego – określenie wymagań projektowych i ich optymalizacja (racjonalizacja ?)
3. Poszukiwanie możliwych rozwiązań - spełniających wymagania projektowe, bez błędów, możliwych do realizacji
4. Wybór i optymalizacja (kryterium optymalizacji, funkcja celu, zmienne decyzyjne)
5. Sporządzanie dokumentacji

4. Metody poszukiwania rozwiązań

1. **Metoda prób i błędów** (*trial and error method*) – stopniowe dochodzenie do rozwiązań
2. **Metoda pytań** (*check-list method*) – symulowanie wyobraźni projektanta za pomocą pytań
3. **Burza mózgów** (*brainstorming*) – grupowe, spontaniczne myślenie (jak najwięcej pomysłów, nie dbając o możliwość ich realizacji)
4. **Metoda morfologiczna** (*morphological method*) – jej podstawową tezę jest twierdzenie, że każdy system można określić zbiorem charakterystycznych cech (parametrów), każdą zaś cechę (będącą zmienną niezależną) – zbiorem środków jej spełnienia. Cechy i warianty ich spełnienia są zbiorem różnych koncepcji rozwiązania
5. **Metoda drzewa rozwiązań** – w metodzie tej tworzy się strukturę drzewiastą możliwych rozwiązań, uwzględniając na jednym poziomie szczegółowości tylko jedną cechę (nie tak jak w p.4 !).
Np. Ochrona garażu (*pień*): np. zniechęcić złodziei (*duża gałąź*): zagrozić konsekwencjami prawnymi, **lub** stworzyć pozory, że włamanie jest bardzo trudne, **lub** stworzyć pozory, że garaż jest stale pod obserwacją, **lub** inne (*małe gałęzie*)
6. **Metoda systemowa** (wcześniej omówiona!)

5. Wybór i optymalizacja

Mając wiele rozwiązań należy dokonać wyboru !!

Metody preferencyjne – w metodach optymalizacji oznacza to przyjęcie jednej funkcji celu, np. całkowity koszt czy zysk, możliwe też są kryteria techniczne (niezawodność lub ciężar)

Metody generacyjne – na początku ustala się zbiór kryteriów i szuka się według nich zbioru rozwiązań efektywnych. Następnie z udziałem eksperta wybiera się rozwiązanie kompromisowe uwzględniając odpowiedni *system wartości*

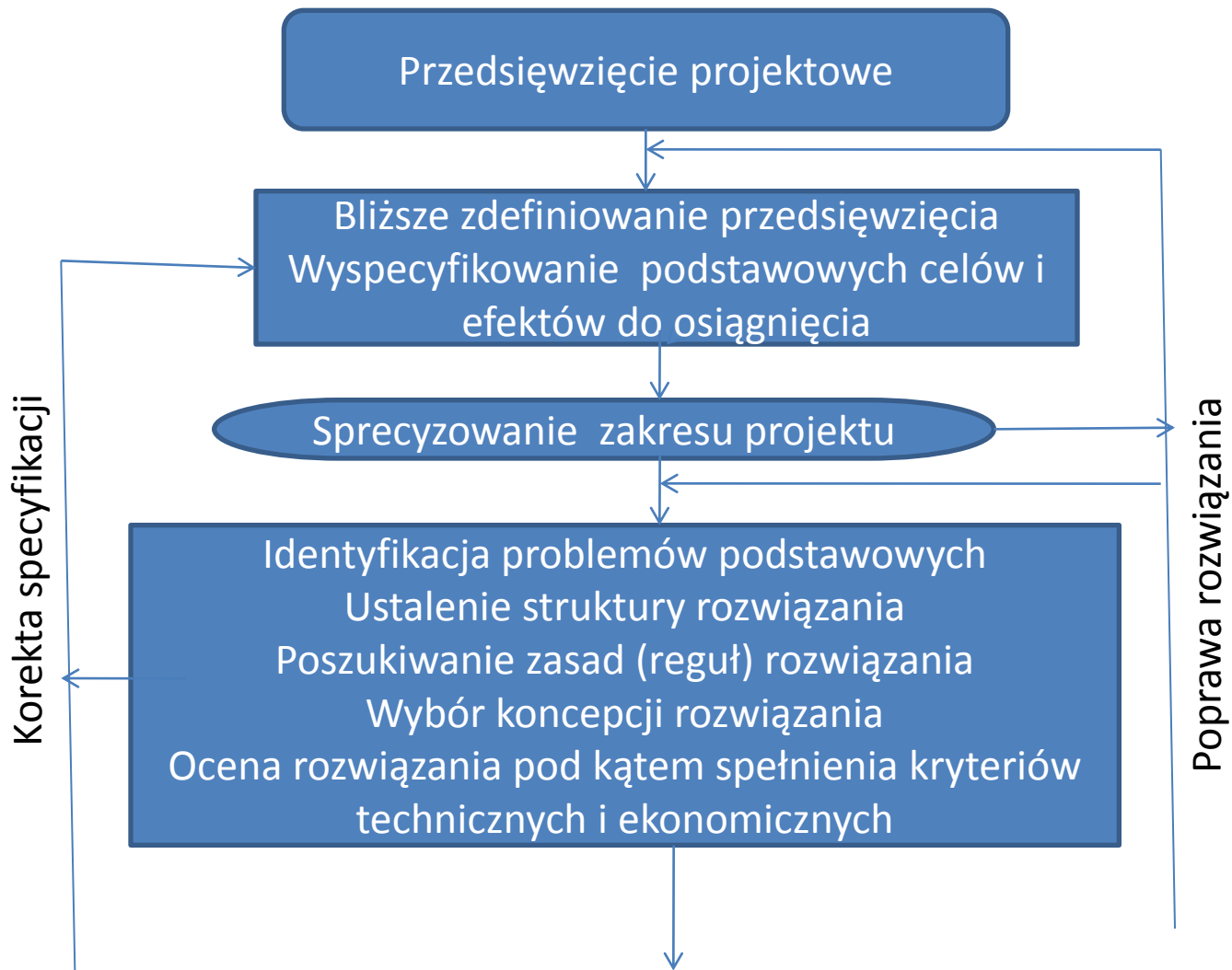
Optymalizacja ma zastosowania szczególne w zadaniach konstrukcyjnych : programowanie liniowe, nieliniowe, wielokryterialne (wiele funkcji celu), wielopoziomowe (kilka zbiorów ograniczeń). Wymaga zdefiniowania funkcji celu, zmiennych decyzyjnych i ograniczeń.

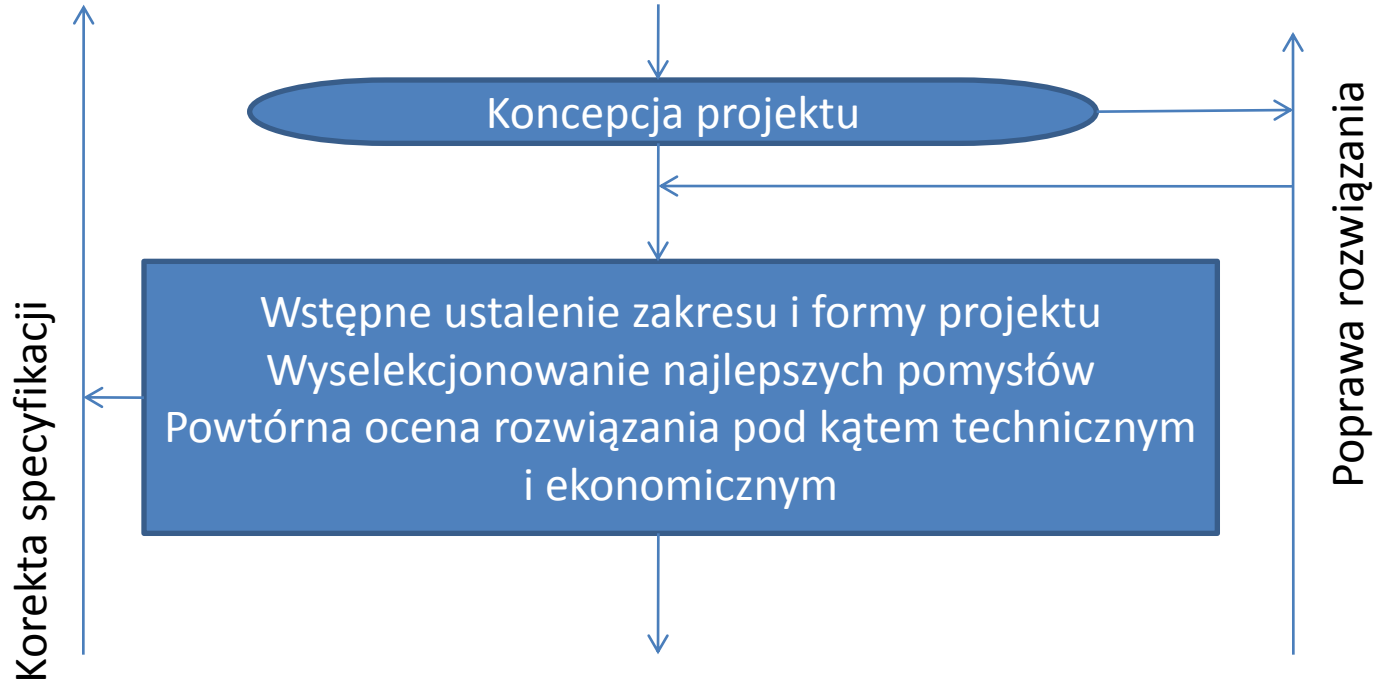
Sporządzanie dokumentacji rozwiązania zadania projektowego

Jest to ostatni etap procesu projektowania (komputer !!)

Algorytm procesu projektowania przedsięwzięcia

(K. S. Hurst)









Komputerowe wspomaganie projektowania technicznego

1. Istota komputerowego wspomaganie projektowania
2. Metody komputerowego wspomaganie projektowania
3. Zastosowanie systemów komputerowego wspomaganie projektowania
4. Wspomaganie podejmowania decyzji
5. Tworzenie dokumentacji technicznej

1. Istota komputerowego wspomaganie projektowania

Komputerowym wspomaganie projektowania (KWP) nazywa się proces użytkowania zbioru metod i środków informatycznych (komputerowych) wspomagających możliwości Twórcze konstruktora czy projektanta.

W dalszym ciągu szczególną uwagę skupimy na wybranych czynnikach projektowania jakimi są **metody projektowania** oraz **pomoce projektowe**.

Wśród *metod projektowania inżynierskiego* (technicznego) konstruowania maszyn i innych elementów konstrukcyjnych są szczególnie nas interesujące *metody komputerowe obliczeń*, a wśród nich **metoda elementów skończonych (MES)**.

Pomocami technicznymi są komputery z oprogramowaniem (właśnie MES: Abaqus, Robot, Matlab,...) , normy, *katalogi, sprzęt kreślarski...*

2. Metody komputerowego wspomaganie projektowania (KWP)

KWP jest stosowane na różnych etapach szeroko pojmowanego projektowania inżynierskiego. Oczywiście musi być spełniony podstawowy warunek: *aby można było wykorzystać komputer do wspomżenia rozwiązania problemu to problem ten musi być algorytmiczny !!!*

CAM (Computer Aided Manufacturing) – wspomagane komputerowo *sterowanie procesem wytwarzania* (MasterCAM, EdgeCAM,...).

CADD (Computer Aided Design and Drafting) – wspomagane komputerowo geometryczne modelowanie (rysowanie) w zintegrowanym procesie konstruowania i projektowania (AutoCAD, Solid Works,...).

CIM (Computer Integrated Manufacturing) – komputerowo zintegrowane wytwarzanie (integracja zarządzania, planowania, projektowania konstrukcyjnego i technologicznego, programowanie urządzeń sterowanych numerycznie, sterowania produkcją, gospodarowania zasobami magazynowymi,...).

CAT (computer Aided Testing) – sterowany komputerowo proces kontroli technicznej w procesie wytwarzania.

CAE (Computer Aided Engineering) – komputerowe wspomaganie prac inżynierskich (MES, obsługa eksperymentu, bazy danych,..., Abaqus, Adina, Robot, Matlab,...).

CAP (Computer Aided Planning) – komputerowo wspomagane planowanie.

CAPP (Computer Aided Process Planning) – komputerowo wspomagane planowanie procesów (szersza klasa CAP).

CAQ (Computer Aided Quality Control) – komputerowo wspomagane sterowanie jakością.

3. Zastosowanie systemów komputerowego wspomaganie projektowania

Problemy projektowe, które mogą być rozwiązane za pomocą komputera:

Przechowywanie informacji

W procesie projektowania informacje są:

- Wyszukiwane
- Gromadzone
- Przetwarzane
- Przechowywane

Informacje są przechowywane w *bazie danych*. W tym celu wykorzystujemy, na przykład, *system zarządzania relacyjną bazą danych*, który składa się z oprogramowanych Procedur wprowadzania danych, zapisu i przetwarzania danych.

Modelowanie geometryczne

Bardzo ważne przy projektowaniu grafiki, lub kształtów projektowanych przedmiotów.

Elementy geometryczne określamy poprzez użycie:

- Opisu analitycznego w danym układzie współrzędnych
- Opisu parametrycznego, nie posługujemy się układem współrzędnych tylko pewnymi atrybutami przypisanymi do obiektów geometrycznych jak promień, wysokość walca,...

Modele geometryczne mogą być zapisane cyfrowo w CAD techniką 2D lub 3D.

W modelowaniu 3D wyróżniamy:

Model krawędziowy (drutowy) – odpowiednio ułożone i połączone krawędzie

Model powierzchniowy – tworzony za pomocą punktów, krawędzi i płaskich ścian

Model bryłowy – tworzony z brył geometrycznych (slajd 56)

Wykonywanie obliczeń

Obszary zastosowań obliczeń wspomaganych komputerowo wynikają z przebiegu procesu projektowania:

Etap ogólnego sformułowania problemu

Matematyczne sformułowanie zadania, obliczenia komputerowe (slajd 65, 66)

Etap poszukiwania zbioru rozwiązań

Wykonanie serii obliczeń dla różnych danych wejściowych

Etap oceny zbioru rozwiązań

Wybór rozwiązania optymalnego stosownie do przyjętego kryterium

4. Wspomaganie podejmowania decyzji

Systemy ekspertowe

Składowe systemu ekspertowego:

1. Baza wiedzy (zbiór reguł: **GDY** *coś zajdzie ...* **TO** *coś się stanie*),
Np. **GDY** (ładna buzia) **I** (ładne nogi) **I** (kształtne ciało)... **TO** (będzie mi się podobać)
2. Baza danych (dotycząca rozważanej grupy zagadnień)
3. Reguły wnioskowania – dostępne i jednoznaczne !!!
4. Procedury objaśniające strategię wnioskowania
5. Procedury sterowania dialogiem między użytkownikiem i programem
6. Procedury umożliwiające rozszerzanie oraz modyfikację wiedzy (pozyskiwanie wiedzy).

Jeśli reguły wnioskowania nie są jednoznaczne (wiedza niejawna) to wówczas w sukurs systemom ekspertowym przychodzi następna warstwa *sztucznej inteligencji* – **sieci neuronowe**.

5. Tworzenie dokumentacji technicznej

Jest to końcowy etap projektowania, czasochłonny i nużący bez użycia komputera!

Wspomaganie komputerowe projektowania umożliwia:

- Tworzenie rysunków technicznych na podstawie geometrycznych modeli 2D i 3D
- Automatyczną aktualizację rysunków
- Automatyczny wymiarowanie
- Tworzenie dowolnych rzutów
- Generowanie powierzchni przekrojów
- Przeskalowywanie rysunków
- Tworzenie opisów, tabel, zestawień materiałów
- Przechowywanie dokumentacji w postaci elektronicznej
- Wykonywanie wielokrotnych kopii

Polskie Normy

Polska Norma – jest dokumentem o zasięgu krajowym ustalającym pewne jednolite zasady w określonym obszarze działalności ludzkiej – projektowej, wytwórczej, eksploatacyjnej,...

Jest przyjmowana na zasadzie konsensusu i zatwierdzana przez **Polski Komitet Normalizacyjny** (PKN), powszechnie dostępna i oznaczona – na zasadzie wyłączności – symbolem **PN**.

Jako dokument obdarzony zaufaniem publicznym PN może być powoływana w przepisach prawnych jak dobry sposób rozwiązywania zagadnień technicznych i spraw spornych.

Od 1 stycznia 2003 stosowanie PN jest całkowicie dobrowolne, za wyjątkiem działań wykonywanych ze środków publicznych podlegających ustawie o zamówieniach publicznych oraz innych ustaw.

Polskie Normy są opracowywane przez **Komitety Techniczne** – ciała złożone z ekspertów delegowanych przez instytucje zainteresowane normalizacją. Zatwierdzenie przez PKN jest tylko formalnym stwierdzeniem zgodności normy z jej przepisami wewnętrznymi i oznacza nadanie projektowi statusu normy krajowej.

Od chwili podpisania układu akcesyjnego z UE (1 maja 2004) PKN zajmuje się przede wszystkim wprowadzaniem do PN Norm Europejskich, które są ważnym elementem harmonizującym jednolity rynek europejski.

Normy Europejskie nie są powszechnie dostępne (nie można kupić Normy Europejskiej), są natomiast dostępne w implementacjach krajowych.

W każdym kraju członkowskim UE i EFTA teksty norm krajowych wprowadzających Normy Europejskie są takie same.

Polska Norma wprowadzająca Normę Europejską ma oznaczenie **PN-EN**, niemiecka DIN-EN itd.

PKN współpracuje z Europejskimi Organizacjami Normalizacyjnymi oraz z międzynarodowymi organizacjami normalizacyjnymi ISO i IEC. Normy będące efektem tej współpracy mają odpowiednio oznaczenia **PN-ISO** i **PN-IEC**.

Możliwe oznaczenia norm:

- PN-B -PN o zasięgu krajowym (litera B oznacza dziedzinę normalizacji, tutaj Budownictwo)
- PN-ISO -PN wprowadzająca (metodą tłumaczenia) normę międzynarodową)
- PN-EN -PN wprowadzająca (metodą tłumaczenia) normę europejską

Każda norma posiada *numer referencyjny* (np. 03200 i rok publikacji w Polsce (np. 1990)).

Z dniem 1.10.2007 nastąpiło ujednoczenie zapisu numeru norm PKN w bazach Zintegrowanego Systemu Informatycznego (ZSI) NORMA opublikowanych do 1993 roku włącznie. I tak, numer na wydrukowanym dokumencie PN-90/B-03200 (Konstrukcje metalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie) ma w ZSI NORMA numer ujednoczony PN-B-03200:1990.

Zestawienie pytań z zakresu wykładów

1. Objaśnij pojęcia: projektowanie techniczne, projektowanie zorientowane obiektowo lub procesowo.
2. Jakie czynniki projektowania występują w projektowaniu technicznym? Opisz je krótko.
3. Zdefiniuj pojęcia: system, teoria systemów, inżynieria systemów.
4. Opisz jakie dwa podejścia (paradygmaty) wyróżnia się w badaniach systemowych.
5. Opisz pojęcia: system oraz otoczenie występujące w inżynierii systemów.
6. Jakie systemy podstawowe występują w inżynierii systemów? Jakie są zalety systemowego ujęcia procesu produkcyjnego?
7. Opisz pojęcie procesu projektowania.
8. Opisz strukturę pionową procesu projektowania.
9. Opisz strukturę poziomą procesu projektowania.
10. Opisz strukturę operacyjną procesu projektowania.

11. Jakie są działania podstawowe w procesie projektowania ?
12. Wymień i krótko opisz metody rozwiązań w procesie projektowania.
13. Jakie mogą być metody wyboru rozwiązania w procesie projektowania ?
14. Wymień i krótko opisz ważniejsze metody komputerowego wspomagania projektowania (KWP).
15. Opisz cechy modelowania geometrycznego w KWP.
16. Jakie etapy wykonywania obliczeń występują w KWP ?
17. Jakie są składowe systemu ekspertowego ?
18. Jak KWP pomaga w tworzeniu dokumentacji technicznej ?
19. Co to jest *Polska Norma*, kto je opracowuje i zatwierdza?
20. Co to są *Normy Europejskie* i jak jest oznaczana Polska Norma wprowadzająca takie normy ?
21. Co znaczą oznaczenia norm: PN-B, PN-ISO, PN-EN ?

22. Podaj przykładowy algorytm projektowania inżynierskiego? Co w tym przykładzie jest przedmiotem projektowania ?
23. Narysuj przykładowy schemat analizy konstrukcji („*od obiektu rzeczywistego po rozwiązanie końcowe*”).
24. Sformułuj modele matematyczne lokalny i globalny dla zadania rozciągania pręta.
25. Opisz podstawowe etapy procedury MES.
26. Zilustruj procedurę MES na przykładzie rozwiązania statycznego belki dwuprzęsłowej: jakie są niewiadome pierwotne i wtórne, jak obliczamy macierze sztywności elementów, jaką postać ma globalny układ równań MES, jak uwzględniamy kinematyczne warunki brzegowe ?
27. Opisz sposób obliczania wektora sił przywęzłowych w belkowym elemencie skończonym (co jest dane i z jakich wzorów korzystamy).
28. Jak stosując MES rozwiązujemy problem drgań własnych ramy ? Napisz odpowiednie równanie MES, zdefiniuj występujące w nim wektor i macierze.