

PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

Maciej Zakrzewicz
Instytut Informatyki
Politechnika Poznańska

(c) 1995-2002 M.Zakrzewicz,M.Matysiak Instytut Informatyki, Politechnika Poznańska
(c) WNT, Richard Barker, CASE*Method, 1996

Plan Wykładów

Metodyka budowy systemu informatycznego

Modelowanie danych i projektowanie bazy danych

- Model związków encji
- Metodyka budowy diagramów związków encji (ERD)
- Projektowanie struktur logicznych i fizycznych bazy danych

Modelowanie funkcji

- Model funkcjonalny, dekompozycja funkcji, zdarzenia
- Diagramy hierarchii funkcji (FHD)

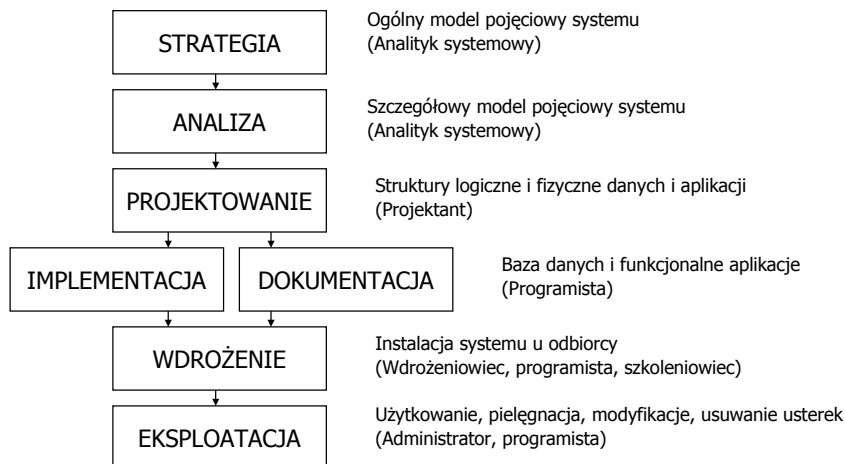
Modelowanie przepływów danych

- Diagramy przepływów danych (DFD)
- Powiązania funkcji z danymi

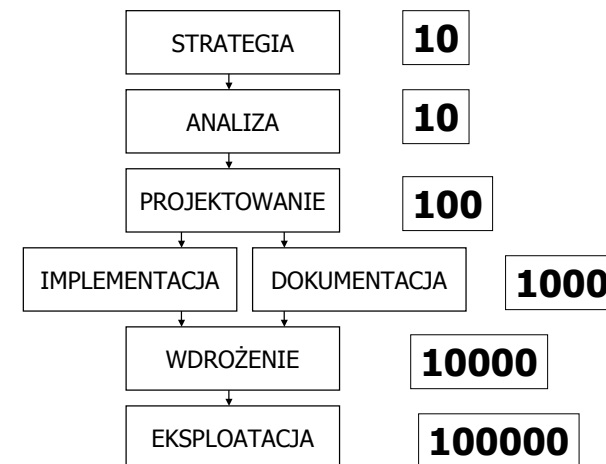
Modelowanie procesów

- Procesy, przepływy, magazyny, wyzwalacze

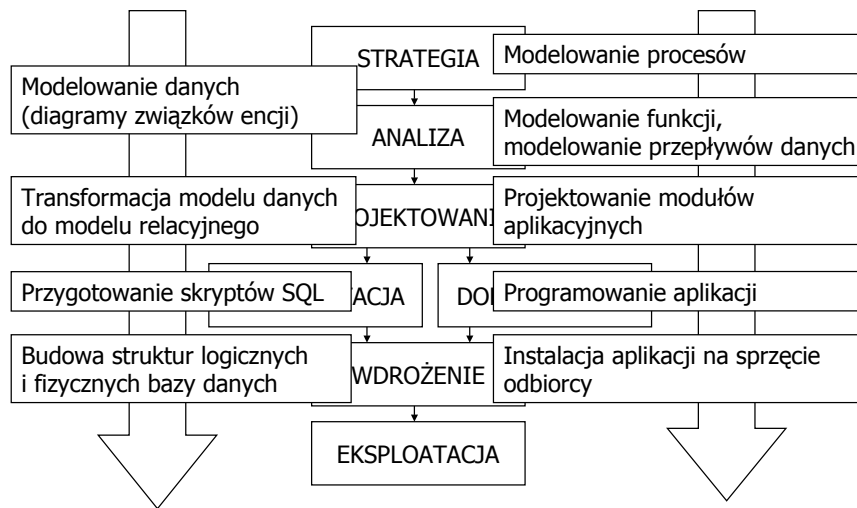
CASE*Method



Koszt zmiany



Projektowanie struktur danych a projektowanie aplikacji



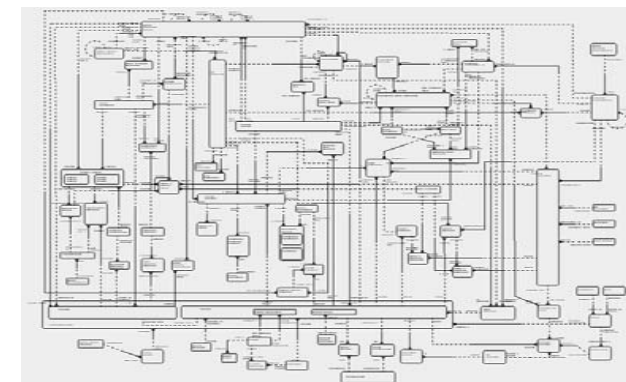
MODELOWANIE DANYCH DIAGRAMY ZWIĄZKÓW ENCJI

Cel modelowania danych

- Otrzymanie dokładnego modelu potrzeb informacyjnych przedsiębiorstwa
- Dekompozycja i strukturalizacja problemu
- Sformalizowanie opisu z wykorzystaniem języka graficznego - jednoznaczność i czytelność
- Mechanizm efektywnej komunikacji pomiędzy analitykiem i użytkownikiem, pomiędzy analitykami systemu, a nawet pomiędzy użytkownikami
- Poprawa jakości i efektywności projektowania bazy danych
- Opis danych niezależny od struktur logicznych i fizycznych
- Niezależność od implementacji pozwala na zastosowanie modelu do integracji istniejących baz danych
- Podstawa do zrozumienia procesów realizowanych w przedsiębiorstwie i jego reorganizacji
- Możliwość prezentacji potrzeb informacyjnych na różnym poziomie ogólności

Modelowanie związków encji

Modelowanie związków encji obejmuje identyfikowanie rzeczy ważnych w analizowanym przedsiębiorstwie (**encji**), własności tych rzeczy (**atrybutów**) i sposobów, jakimi te encje są ze sobą powiązane (**związków**)



Encja

Encja (ang. entity) jest bytem, rzeczą lub obiektem mającym dla nas znaczenie, rzeczywistym bądź wyobrażonym, o którym informacje muszą być znane lub przechowywane.

NAZWA ENCJI

- Nazwa encji powinna być podana w liczbie pojedynczej i zapisana wielkimi literami.
- Nazwa encji musi dokładnie reprezentować typ lub klasę rzeczy, a nie żadne jej konkretne wystąpienie
- Gdy w danym kontekście istnieją różne słowa będące nazwami tej samej encji, można używać synonimów: jedną nazwę wybieramy jako główną, natomiast synonimy wymieniamy poprzedzając je ukośnikiem
- Podanie przykładów pomaga zrozumieć istotę encji i odróżnić ją od podobnych

PORT LOTNICZY/LOTNISKO
np. Heathrow

Atrybuty encji

Atrybut jest dowolnym szczegółem służącym do kwalifikowania, identyfikowania, klasyfikowania, określania ilości lub wyrażania stanu encji (atrybut jest dowolnym opisem mającym znaczenie dla encji)

ENCJA-A
atrybut-1
atrybut-2

- Atrybut musi opisywać encję, przy której występuje
- Nazwa atrybutu musi być podana w liczbie pojedynczej
- Każda encja musi być jednoznacznie zidentyfikowana przez kombinację atrybutów i/lub związków

Przykład encji



Jan Kowalski
ul. Garbary 13
tel. 555 25 52



Zdzisław Nowak
ul. Solna 58
tel. 555 11 33



Stanisław Zieliński
ul. Św. Marcin 82
tel. 555 93 86

MODELOWANIE

ZAWODNIK
Imię
Nazwisko
Adres
Telefon

wystąpienia encji:

ZAWODNIK
Jan Kowalski ul. Garbary 13 555 25 52

Obiekty materialne i niematerialne

Obiekty materialne

- pracownik, samochód, budynek, produkt, itp.



SAMOCHÓD
marka
numer_fabryczny
prędkość_maxym
zużycie_paliwa

Obiekty niematerialne

- konto bankowe, zamówienie, grupa pracownicza, itp.



GRUPA PRACOWNICZA
nazwa_grupy
liczba_pracowników
średnie_wynagrodz.
dzień_wypłaty

Zdarzenia

- choroba pracownika, przyznanie nagrody, itp.



CHOROBA PRACOWNIKA
data_rozpoczęcia
data_zakończenia
rodzaj_choroby

Fakty

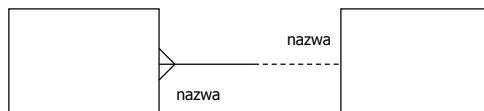
- znajomość języka obcego, stan magazynowy produktu, itp.



ZNAJOMOŚĆ JĘZYKA OBCEGO
nazwa_języka
stopień_znajomości

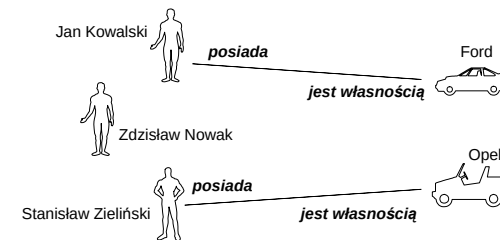
Związek

Związek jest nazwanym, istotnym powiązaniem istniejącym między dwiema encjami.

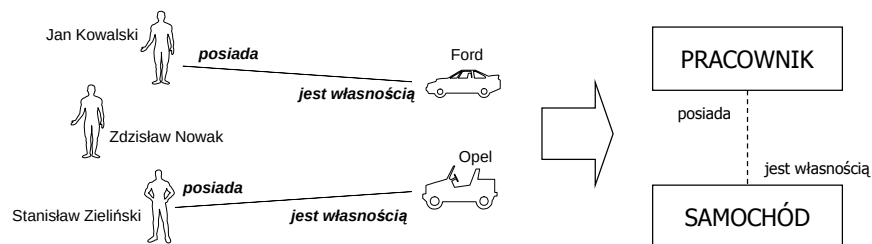


- W szczególnym przypadku związek może być powiązaniem tej samej encji ze sobą
- Każdy związek ma dwa końce, z których każdy ma przypisaną:
 - nazwę
 - stopień
 - opcjonalność
- Nazwy związku powinny być tak dobierane, aby możliwe było budowanie zdań w języku naturalnym, np. pracownik *posiada* samochód

Przykład związku



Własności związków



Wiemy, że:

Istnieją powiązania pomiędzy obiektami typu PRACOWNIK i SAMOCHÓD.

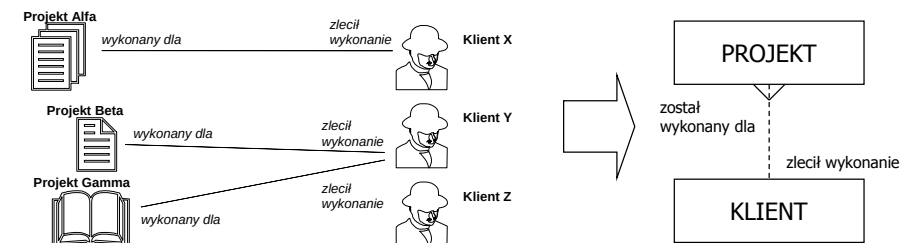
Chcemy wiedzieć:

- Ile samochodów może posiadać pracownik? Ilu pracowników może być właścicielami jednego samochodu?
- Czy każdy pracownik musi posiadać samochód? Czy musimy znać właściciela każdego samochodu?
- Czy dany samochód może stać się własnością innego pracownika?

Jakiej użyć notacji ?

Stopień asocjacji związków 1:N

Firma realizuje projekty zlecone przez różnych klientów. Dany projekt wykonywany jest dla **jednego** konkretnego klienta, a dany klient może zlecić wykonanie **wielu** projektów.

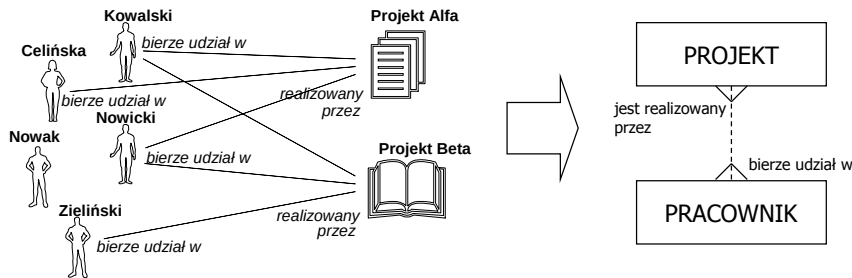


Interpretacja związku "jeden do wielu":

- Każdy projekt może być wykonywany tylko dla **jednego** klienta.
- Każdy klient może zlecić wykonanie jednego lub **wielu** projektów.

Stopień asocjacji związków M:N

Projekty są realizowane przez pracowników. Każdy projekt jest realizowany przez jednego lub wielu pracowników. Każdy pracownik może brać udział w realizacji jednego lub wielu projektów.

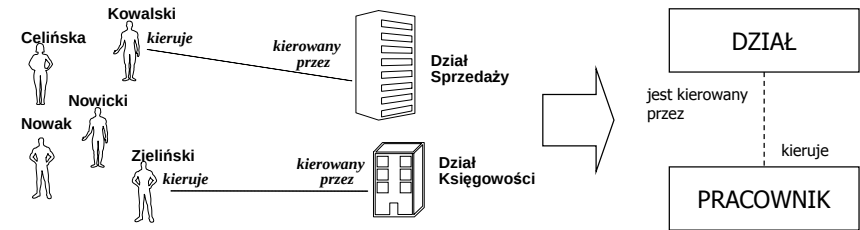


Interpretacja związku "wiele do wielu":

- Każdy pracownik może brać udział w jednym lub wielu projektach.
- Każdy projekt może być realizowany przez jednego lub wielu pracowników.

Stopień asocjacji związków 1:1

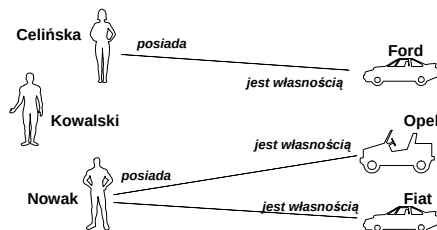
Działy firmy kierowane są przez pracowników. Dany dział może być kierowany tylko przez jednego pracownika (kierownika działu), a dany pracownik może kierować nie więcej niż jednym działem.



Interpretacja:

- Każdy pracownik może kierować jednym działem.
- Każdy dział może być kierowany przez jednego pracownika.

Opcjonalność i obowiązkowość związków

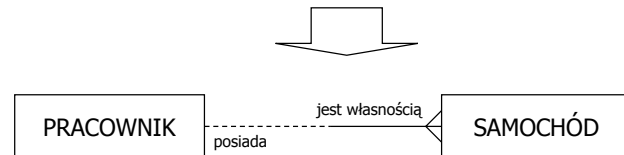


Opcjonalność w świecie rzeczywistym:

- Nie każdy pracownik posiada samochód.
- Często nie wiemy czy pracownik posiada samochód.

Obowiązkowość w świecie rzeczywistym:

- Każdy samochód (o którym chcemy przechowywać informacje) musi być własnością określonego pracownika.



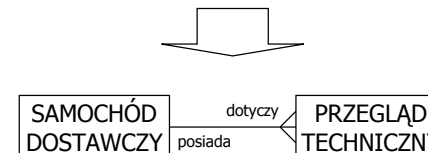
Interpretacja związku jednostronnie obowiązkowego:

- Każdy pracownik może posiadać jeden lub więcej samochodów.
- Każdy samochód musi być własnością jednego pracownika.

Opcjonalność i obowiązkowość związków

Dwustronna obowiązkowość

Firma posiada samochody dostawcze. Dla każdego samochodu musimy znać dane dotyczące ostatniego przeglądu technicznego. Każdy przegląd techniczny, o którym przechowujemy informacje, musi dotyczyć jednego z samochodów firmy.

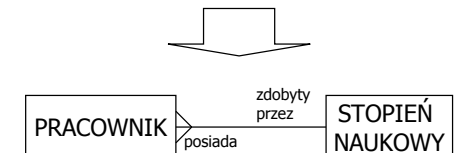


Interpretacja:

- Każdy samochód dostawczy musi posiadać jeden lub wiele przeglądów technicznych.
- Każdy przegląd techniczny musi dotyczyć jednego konkretnego samochodu.

Dwustronna opcjonalność

Każdy pracownik może (ale nie musi) posiadać stopień naukowy oraz istnieją stopnie naukowe, które nie muszą być zdobyte przez żadnego z pracowników firmy.



Interpretacja:

- Każdy pracownik może posiadać jeden stopień naukowy.
- Każdy stopień naukowy może zostać zdobyty przez jednego lub wielu pracowników.

Hierarchia encji

Dziedziczenie atrybutów

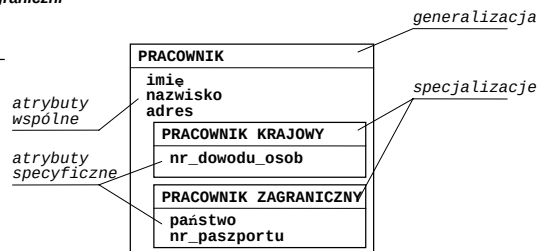
Firma zatrudnia pracowników krajowych i zagranicznych. Wszyscy pracownicy opisani są pewnymi wspólnymi atrybutami, ale zarówno pracownicy krajowi i zagraniczni posiadają atrybuty specyficzne.



Hierarchia encji

Własności hierarchii encji:

- Specjalizacje dziedziczą wszystkie atrybuty generalizacji.
- Każde wystąpienie generalizacji jest zawsze wystąpieniem jednej ze specjalizacji.



Hierarchia encji

Dziedziczenie związków

Każdy pracownik jest zatrudniony na określonym stanowisku w jednym z działów firmy. W odniesieniu do pracowników krajowych, chcemy wiedzieć, w jakich zakładach pracy byli poprzednio zatrudnieni.

Hierarchia encji

- Związki: **zatrudniony w** i **zatrudniony na**, dotyczą pracowników krajowych i zagranicznych.
- Związek **pracował w** jest specyficzny dla pracowników krajowych.

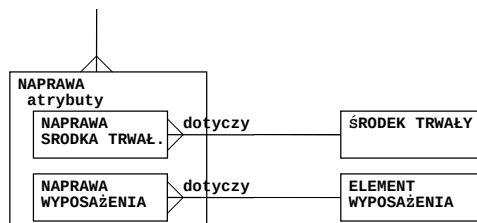


Własności hierarchii encji:

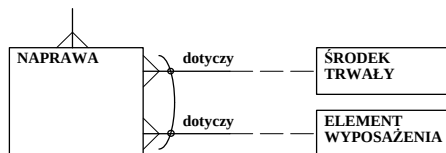
- Specjalizacje dziedziczą wszystkie związki generalizacji

Hierarchia encji bez specyficznych atrybutów - łuk

Chcemy przechowywać opis każdej dokonanej naprawy dotyczącej środków trwałych i elementów wyposażenia. Opis naprawy w obu przypadkach jest podobny.



Łuk



- Encje NAPRAWA ŚRODKA TRWAŁ i NAPRAWA WYPOSAŻENIA nie posiadają specyficznych atrybutów.
- Specjalizacje posiadają wyłącznie specyficzne związki.

Własności:

- Każde wystąpienie encji NAPRAWA musi być powiązane albo ze środkiem trwałym, albo z elementem wyposażenia

Własności atrybutów - ograniczenia integralnościowe

Dziedzina wartości

- Ograniczenie, jakiego typu i z jakiego przedziału wartości mogą być przyjmowane przez dany atrybut
- Notacja: nazwa_projektu - VARCHAR2(25) wynagrodzenie - NUMBER(8,2)

Obligatoryjność

- Ograniczenie, że dla wszystkich wystąpień encji, wartości danego atrybutu muszą być określone
- Notacja: * nazwisko o drugie_imię (opcjonalność)

Jednoznaczny identyfikator

- Wartości atrybutu, lub kombinacji atrybutów, muszą być unikalne wśród wszystkich wystąpień encji
- Notacja: # symbol_projektu

Zawężenie dziedziny wartości

- Dodatkowe ograniczenie na wartości przyjmowane przez dany atrybut, definiowane za pomocą wyrażeń logicznych i odwołań do innych atrybutów
- Przykłady: check(day(data_wypłaty) <> 'niedziela'), check(data_zakończenia > data_rozpoczęcia)

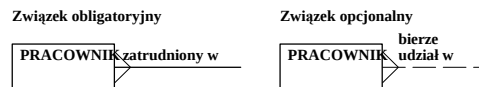
Dynamika wartości

- Ograniczenie na kolejność wartości przyjmowanych przez dany atrybut
- Przykład: kawaler, żonaty, wdowiec

Własności związków - ograniczenia integralnościowe

Obligatoryjność:

Ograniczenie, że wszystkie wystąpienia encji muszą posiadać wystąpienie danego związku



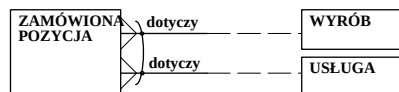
Jednoznaczność:

Wszystkie wystąpienia związku lub kombinacji związków muszą być unikalne w zbiorze wszystkich wystąpień encji



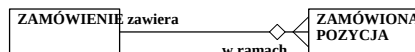
Wzajemne wykluczanie (łuk):

Ograniczenie, że każde wystąpienie związku może posiadać tylko jedno wystąpienie związku spośród związków objętych łukiem



Nieprzenaszalność:

Uniemożliwia modyfikację raz określonego powiązania

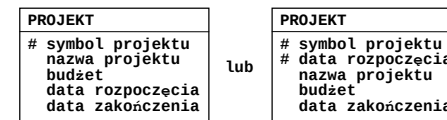


Jednoznaczny identyfikator encji

Każda encja musi być jednoznacznie identyfikowalna, aby każde wystąpienie encji można było odróżnić od wszystkich innych wystąpień tej encji. Jednoznacznym identyfikatorem może być atrybut, kombinacja atrybutów, kombinacja związków lub kombinacja atrybutów i związków.

Naturalne atrybuty identyfikujące

Na jeden lub kilka rzeczywistych atrybutów nakładamy ograniczenie unikalności.

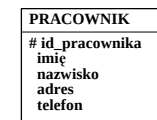


Sztuczny atrybut identyfikujący

W przypadku gdy:

- liczba atrybutów zapewniających unikalność > 2,
- wartości atrybutu unikalnego mają duże rozmiary,
- często modyfikujemy wartości atrybutów unikalnych,

do zbioru naturalnych atrybutów encji dodajemy sztuczny atrybut pełniący rolę unikalnego identyfikatora.



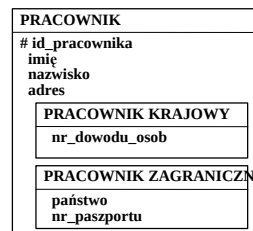
Jednoznaczne identyfikatory w hierarchii encji

Metody definiowania jednoznacznego identyfikatora w hierarchii encji:

- wiele jednoznacznych identyfikatorów na najniższym poziomie
- jeden jednoznaczny identyfikator na najwyższym poziomie

Jednoznaczny identyfikator na poziomie generalizacji:

- Wspólne, naturalne atrybuty hierarchii encji,
- Atrybut sztuczny dodany na poziomie generalizacji,
- Kombinacje związków generalizacji,
- Kombinacje związków i atrybutów generalizacji.



Jednoznaczne identyfikatory na poziomie specjalizacji:

- Dla każdej specjalizacji na najniższym poziomie (liście hierarchii) definiujemy niezależnie jednoznaczne identyfikatory

Własności:

- Jednoznaczny identyfikator jest dziedziczony przez wszystkie specjalizacje
- Umożliwia identyfikację wystąpień wszystkich specjalizacji

METODYKA KONSTRUOWANIA DIAGRAMU ZWIĄZKÓW ENCJI

Atrybut czy encja ?

Wyraźnie wyeksponowane obiekty, opisane zbiorem informacji, w naturalny sposób modelujemy jako encje.

Problem: Czy dana rzecz lub cecha, nazwana z użyciem rzeczownika, jest atrybutem opisującym encję, czy jest samodzielną encją ?

Atrybut traktujemy jako nową encję:

1. Gdy sam jest opisany dodatkowymi informacjami;
2. Gdy chcemy pamiętać dynamiczny zbiór wartości tego atrybutu niezależnie od istnienia opisywanego obiektu;
3. Gdy stwierdzamy, że atrybut może dla jednego obiektu przyjmować wiele wartości.

Przykłady:

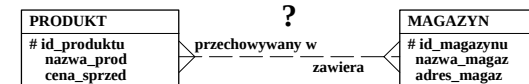
- **Pracownicy** opisani m.in. **numerem telefonu**.
 - Opisz sytuację, w której numer telefonu będzie atrybutem pracownika i sytuację, w której telefon będzie osobną encją.
- **Pracownicy** opisani są m.in. zajmowanym **stanowiskiem**.
 - Opisz sytuację, w której stanowisko będzie atrybutem pracownika i sytuację, w której stanowisko będzie osobną encją.
- **Samochody** opisane są m.in. **kolorem**.
 - Opisz sytuację, w której kolor będzie atrybutem samochodu i sytuację, w której kolor będzie osobną encją.
- **Zamówienia** opisane są m.in. **danymi odbiorcy**.
 - Opisz sytuację, w której dane odbiorcy będą atrybutami zamówienia i sytuację, kiedy odbiorca będzie osobną encją.

Związek czy encja ?

Problem: Czy dany fakt (nazwany z użyciem czasownika), dotyczący znanych już obiektów, jest związkiem łączącym określone encje, czy jest nową encją ?

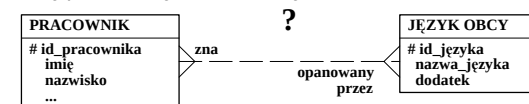
Przykład 1:

- Produkty przechowujemy w magazynach. Chcemy wiedzieć, w jakich magazynach przechowywany jest dany produkt oraz, jakie produkty przechowujemy w danym magazynie. Czy wystarczy związek wiele do wielu ?



Przykład 2:

- Pracownicy znają języki obce (modelowane jako encja). Opisz sytuację, w której wystarczy związek pomiędzy pracownikiem i językiem obcym oraz sytuację, w której potrzebna jest nowa encja

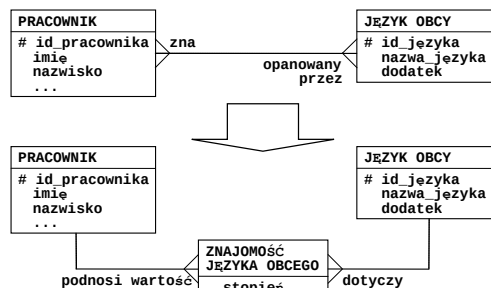


Zamiast związku M:N wstawiamy nową encję gdy fakt modelowany związkiem wymaga opisu za pomocą dodatkowych atrybutów (np. ilość danego w magazynie, stopień znajomości języka)

Zastępowanie związku M:N encją

Kiedy zastępujemy związek M:N nową encją ?

Gdy chcemy każde powiązanie pomiędzy dwoma obiektami (np. pracownikiem i językiem obcym) opisać dodatkowymi atrybutami dotyczącymi tego powiązania (np. stopień znajomości języka).



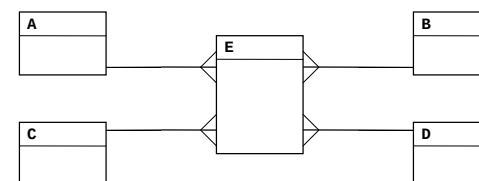
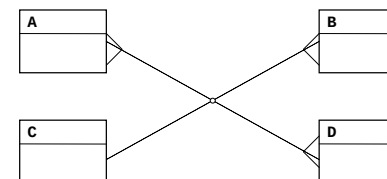
Własności:

- Związek M:N zastępujemy encją i dwoma związkami 1:N
- Związki 1:N są obowiązkowe po stronie "wiele", niezależnie od opcjonalności związku M:N
- Obowiązkowość związku M:N przenosimy jako obowiązkowość związków 1:N po stronie "jeden"
- Bezpośredni związek typu wiele do wielu przekształcony został na pośredni związek wiele do wielu (poprzez encję ZNAJOMOŚĆ JĘZYKA OBCEGO)

Zastępowanie związku n-arnego encją

Kiedy związek n-arny zastępujemy nową encją ?

- gdy chcemy każde wystąpienie związku opisać dodatkowymi atrybutami
- gdy narzędzie CASE nie umożliwia rysowania związków n-arnych

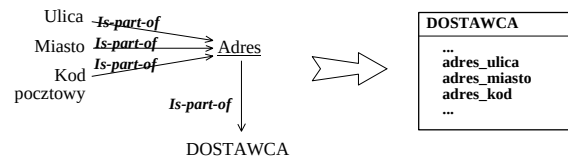


Własności:

- Związek n-arny zastępujemy encją i n-związkami 1:N
- Związki 1:N są obowiązkowe po stronie "wiele", niezależnie od opcjonalności związku n-arnego
- Obowiązkowość związku n-arnego przenosimy jako obowiązkowość związków 1:N po stronie "jeden"
- Bezpośrednia n-arna zależność przekształcona została na zależność pośrednią (poprzez encję E)

Atrybuty złożone

Atrybut jest nazywany złożonym, gdy jego wartość dla jednego wystąpienia encji jest złożeniem kilku bardziej elementarnych wartości.

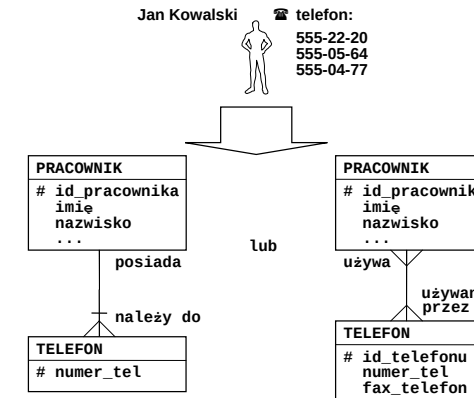


Modelowanie atrybutów złożonych:

- W definicji encji umieszczamy tylko atrybuty elementarne.
- Atrybuty elementarne można w sposób nieformalny grupować przez stosowanie przedrostków w nazwach atrybutów.

Atrybuty wielowartościowe

Atrybut jest nazywany wielowartościowym, gdy posiada wiele wartości dla jednego wystąpienia encji

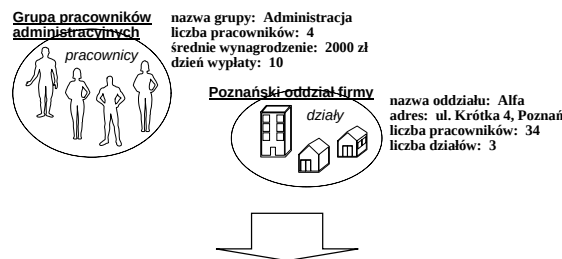


Modelowanie atrybutów wielowartościowych:

- Atrybuty wielowartościowe modelujemy za pomocą dodatkowej encji.

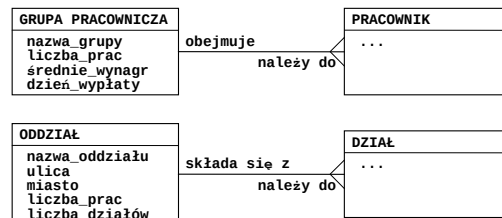
Agregacja

- Agregacja to obiekt (często abstrakcyjny) zbudowany z innych, bardziej elementarnych obiektów.



Modelowanie agregacji:

- Wprowadzamy nową encję reprezentującą agregację.
- Nową encję łączymy związkiem 1:N z encją, która modeluje obiekty tworzące agregację.

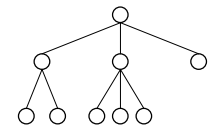


Hierarchia danych

Hierarchia danych to struktura o topologii drzewa, powiązanych wzajemnie obiektów.

Przykłady powiązań hierarchicznych:

- pracownik - pracownicy - pracownicy ...
- oddział firmy - działy firmy - zespoły
- produkt - podzespoły - inne podzespoły ...



Modelowanie hierarchii danych

- encja i związek rekurencyjny



- encje i związki 1:N



- encja ze związkiem rekurencyjnym i encją klasyfikującą



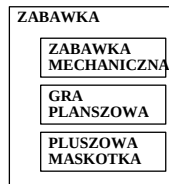
Hierarchia encji a agregacja

Różne rodzaje obiektów w świecie rzeczywistym

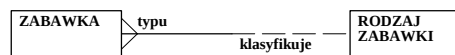
Firma produkuje trzy rodzaje zabawek:

- mechaniczne,
- gry planszowe
- pluszowe maskotki.

Hierarchia encji



Agregacja



Który model jest prawidłowy ?

- Czy poszczególne rodzaje zabawek posiadają specyficzne atrybuty ?
- Czy poszczególne rodzaje zabawek posiadają specyficzne związki ?
- Czy chcemy przechowywać informacje dotyczącego danego rodzaju zabawek ?

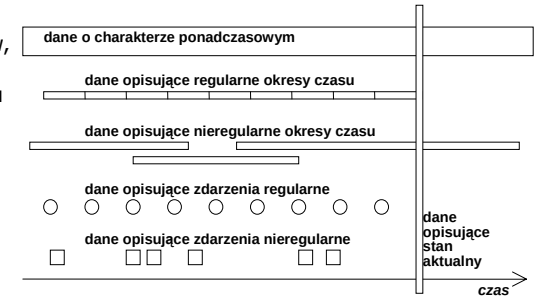
Modelowanie czasu

Dane ponadczasowe:

- zbiór stanowisk, marki samochodów, miasta, itp.
- charakter statyczny - brak elementu czasu

Dane opisujące stan aktualny:

- wynagrodzenie, koszt surowców, cena sprzedaży, itp.
- charakter dynamiczny - brak elementu czasu
- możliwość wersjonowania



Dane opisujące zdarzenia nieregularne:

- przyznanie nagrody, zakup towaru, itp.
- opis zdarzenia, moment zajścia zdarzenia

Dane opisujące zdarzenia regularne:

- wypłata dla pracownika, pobranie składki, itp.
- opis zdarzenia, odwołanie do zegara czasowego

Dane opisujące nieregularne okresy czasu:

- urlop pracownika, wypożyczenie książki, itp.
- moment rozpoczęcia i zakończenia

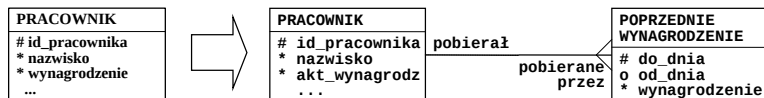
Dane opisujące regularne okr. czasu:

- przyznany budżet, limit roczny, itp.
- opis merytoryczny, odwołanie do zegara czasowego (np.: okresu rozrachunkowego)

Wersjonowanie danych

- Historyczne wersje modyfikowanych danych, modelujemy za pomocą dodatkowej encji.
- Jeden z atrybutów nowej encji pełni rolę stempla czasowego.

Wersjonowanie atrybutów



- brak elementu czasu
- opis stanu bieżącego

- aktualne wynagrodzenie

- poprzednie wersje wynagrodzenia
- moment zmiany lub okres czasu

Wersjonowanie związków



- Aktualnie zajmowane stanowisko - brak elementu czasu

- Aktualne i poprzednie stanowiska zajmowane przez pracownika - okresy czasu

Kontrola jakości encji

Czy jest to znacząca nazwa podana w liczbie pojedynczej?

Czy zachodzi wzajemne wykluczanie się?

Czy encja ma przynajmniej dwa atrybuty?

Czy encja nie ma więcej niż osiem atrybutów?

Czy występują synonimy/homonimy encji?

Czy jest to kompletna definicja encji?

Czy uwzględnia się ilościową informację?

Czy encja ma jednoznaczny identyfikator?

Czy z encji wychodzi przynajmniej jeden związek?

Czy istnieje przynajmniej jedna funkcja do utworzenia, wyszukania, modyfikowania, usuwania, archiwizowania i używania encji?

Czy uwzględnia się wymagania dot. rozproszenia?

Czy uwzględnia się zmiany w czasie?

Czy w odniesieniu do encji spełnione są zasady normalizacji danych?

Czy encja już istnieje w innych systemach użytkowych, być może pod inną nazwą?

Czy nie jest za bardzo ogólna?

Czy jest wystarczająco ogólna?

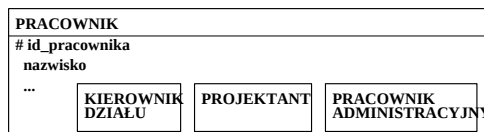
Kontrola jakości podtypów

- Czy podtypy są wzajemnie wykluczające się?
- Czy podtyp ma jakieś atrybuty i/lub związki?
- Czy wszystkie podtypy mają własne jednoznaczne identyfikatory lub czy mają identyfikator wspólny z nadtypem?
- Czy jest to kompletny zbiór możliwych podtypów?
- Czy podtyp nie jest przypadkiem przykładem encji?
- Czy znasz atrybuty i/lub związki oraz warunki, które pozwalają odróżnić jeden podtyp od drugiego?

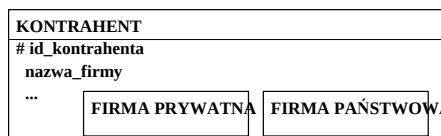
Kontrola jakości atrybutów

- Czy jest to znacząca nazwa podana w liczbie pojedynczej?
- Czy nazwa nie obejmuje nazwy encji?
- Czy ma tylko jedną wartość w danej chwili?
- Czy jest podana definicja formatu, długości, dozwolonych wartości, wyliczenia, itd.?
- Czy nie jest to czasem brakująca encja, być może wymagana przez inny istniejący lub przewidywany system użytkowy?
- Czy nie jest to czasem brakujący związek?
- Czy nie jest to czasem rzecz skądś zapożyczona, jako "cecha projektowania", którą trzeba usunąć na poziomie przedsiębiorstwa?
- Czy jest istotne, aby znać różne wartości w czasie?
- Czy wartość atrybutu zależy tylko od rozważanej encji?

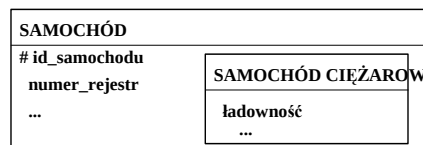
Przykłady błędnych hierarchii encji



Intencja: klasyfikacja pracowników
Błąd: dane opisujące kierowników, projektantów i pracowników administracyjnych są identyczne
Rozwiązanie: pojedyncza encja z rozróżniającym atrybutem



Intencja: inna obsługa firm prywatnych i państwowych
Błąd: różne przetwarzanie pewnej grupy obiektów nie może być powodem utworzenia hierarchii encji
Rozwiązanie: pojedyncza encja z rozróżniającym atrybutem



Intencja: samochody ciężarowe wymagają dodatkowego opisu
Błąd: każde wystąpienie encji SAMOCHÓD jest samochodem ciężarowym.
Rozwiązanie: dodatkowa specjalizacja, np.: INNY SAMOCHÓD

Sprawdzanie jakości związków

Test składniowy:

- Czy nazwy są znaczące, pozwalające zbudować w języku naturalnym dwie interpretacje związku?
 - Czy określono stopień asocjacji związku?
 - Czy określono obligatoryjność / opcjonalność związku?
 - Czy związek należy do zbioru konstrukcji uznanych za błędne?
- Łuki:
- Czy obejmuje minimum dwa związki?
 - Czy wszystkie związki w łuku mają taką samą obligatoryjność?
 - Czy wszystkie związki w łuku dochodzą do tej samej encji?
 - Czy żaden ze związków w łuku nie tworzy unikalnego identyfikatora?

Test semantyczny:

- Czy związek wprowadza nową wiedzę do modelu (nie jest redundantny)?
- Związek nie ma znaczenia efektywnościowego?
- Jeśli obligatoryjny, czy nie występują nawet krótkie chwile gdy nie można dowiązać obiektu po drugiej stronie?

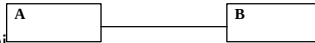
Łuki:

- Czy każde wystąpienie encji jest łączone tylko jednym ze związków?

Wadliwe konstrukcje związków

Związek 1:1 dwustronnie obligatoryjny

- Wystąpienia A i B pojawiają się zawsze parami.
- Encje A i B są prawdopodobnie różnymi perspektywami.
- ☞ Połącz atrybuty i związki encji A i B w jedną encję.

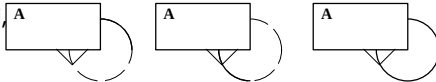


Obligatoryjne związki rekurencyjne

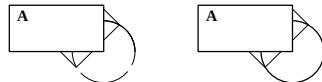
- ☐ Nieskończone listy.
- ☞ Zastąp obligatoryjność opcjonalnością



- ☐ Nieskończone hierarchie - kolejno: brak liści, brak korzeni, obustronna nieskończoność.
- ☞ Zastąp obligatoryjność opcjonalnością

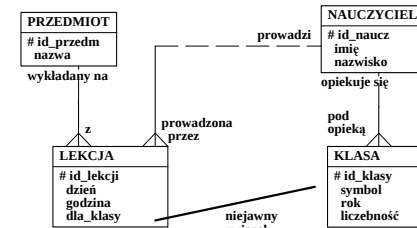


- ☐ Nieskończone sieci.
- ☞ Zastąp obligatoryjność opcjonalnością

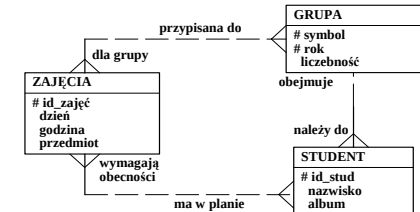


Przykłady typowych błędów

Niejawny związek pomiędzy encjami



Redundancja związków



MODELOWANIE FUNKCJI i MODELOWANIE PRZEPŁYWÓW DANYCH

Modelowanie funkcji

- Technika modelowania systemu poprzez opis tego co on robi:
 - identyfikacja działań - funkcji,
 - identyfikacja przyczyn tych działań - zdarzeń,
 - identyfikacja obiektów (encji), na których operują funkcje.

Korzyści z modelowania funkcji

- ☐ precyzyjne określenie potrzeb funkcjonalnych organizacji - **co robić** (obecnie i w przyszłości), aby osiągnąć zamierzone cele.
- ☐ **rozumienie potrzeb** użytkowników przed rozpoczęciem projektowania aplikacji i implementacji systemu,
- ☐ **żywołność** modelu funkcjonalnego spowodowana niezależnością od struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa i postępu technologicznego,
- ☐ uzyskanie **jednoznaczności** opisu i efektywnego mechanizmu **komunikacji**.
- ☐ dostarczenie mechanizmu do **usprawnienia** funkcjonowania przedsiębiorstwa (wykrycie redundancji działań, złe odwzorowanie na strukturę organizacyjną, itp.)
- ☐ uwzględnienie **działań strategicznych**, niezbędnych dla realizacji celów długoterminowych.
- ☐ zmiana punktu widzenia użytkowników - zrozumienie kontekstu indywidualnych działań

Funkcja

- Funkcja jest opisem tego co robi przedsiębiorstwo dla osiągnięcia określonego celu.

Założenia dotyczące własności funkcji:

- odpowiedź na pytanie "**Co robi ?**",
- brak szczegółowego opisu przetwarzanych **danych**,
- **brak** odpowiedzi na pytanie "**Kto to robi ?**"
- **brak** odpowiedzi na pytanie "**Kiedy to robi ?**"
- **brak** odpowiedzi na pytanie "**W jaki sposób ?**"

Korzyści płynące z przyjętych założeń:

- niezależność od **struktury organizacyjnej**;
- strukturę organizacyjną można zmodyfikować pod kątem realizowanych funkcji
- niezależność od **metody realizacji**;
- sposób realizacji można modyfikować w miarę postępu technologicznego
- duża trwałość modelu

Przykład:

Uczelnia realizuje zbieranie informacji o dorobku naukowym pracowników.

- Model funkcjonalny zawiera zatem funkcję o nazwie "Uzupełnienie informacji o dorobku naukowym pracownika". Nazwa funkcji mówi co robi uczelnia, ale nie mówi:
 - jak realizowana jest funkcja od strony technicznej,
 - która komórka organizacyjna się tym zajmuje,
 - kiedy ma miejsce to uzupełnianie informacji.
- Modyfikacja, któregośkolwiek czynnika **nie wpływa na model** funkcjonalny uczelni.

Przykłady funkcji

- Funkcją (business function) jest to co przedsiębiorstwo robi, lub będzie musiało robić, aby osiągnąć zamierzone cele.
- Zgodnie z przyjętą definicją, funkcjami są:
- (realizowane np. przez dział sprzedaży)
 - "Przyjęcie zamówienia od odbiorcy"
 - "Wystawienie faktury sprzedaży dla odbiorcy"
 - "Sporządzenie wykazu niezrealizowanych zamówień"
- (realizowane np. przez dział ds. osobowych):
 - "Przygotowanie umowy o pracę"
 - "Wystawienie karty obiegowej"
- (realizowane np. przez dział ds. finansowych):
 - "Dekretowanie raportów kasowych"
 - "Sporządzanie sprawozdania o przychodach i kosztach"
 - "Prowadzenie księgi druków ścisłego zarachowania"
- (realizowane np. przez dział zarządzania majątkiem)
 - "Wystawienie dokumentu przyjęcia składnika majątkowego"
 - "Nadanie numeru inwentarzowego przyjętemu składnikowi majątkowemu"
- (realizowane np. przez redakcję czasopisma)
 - "Ewidencja danych o reklamującej się firmie"
 - "Wystawienie faktury za reklamę, dla firmy reklamowanej w czasopiśmie"
 - "Sporządzenie aktualnego wykazu prenumeratorów"

Nazwa funkcji

□ Nazwa funkcji jest opisem wykonywanego działania lub czynności.

Zasady nazywania funkcji

- Nazwa funkcji powinna się rozpoczynać od czasownika imperatywnego lub rzeczownika odczasownikowego:
 - "Przyjmij zamówienie od odbiorcy" lub:
 - "Przyjęcie zamówienia od odbiorcy"
- Dobierając nazwę funkcji należy sprawdzać:
 - Czy zdefiniowano „jak coś jest robione” zamiast „co jest robione” ?;
 - Czy ta sama funkcja może być zrealizowana w różny sposób ?

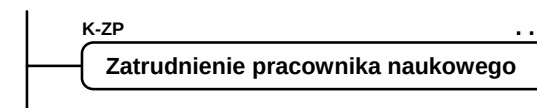
Przykład

- Elementem zatrudniania pracownika jest wprowadzenie tego pracownika do ewidencji i zapamiętanie w ten sposób m.in. jego danych personalnych.
- Poprawna nazwa funkcji:
 - "Ewidencja danych personalnych zatrudnianego pracownika"
- Złe nazwy funkcji:
 - "Wypełnienie druku KP-3 zawierającego dane personalne pracownika"
 - "Wprowadzenie pracownika do ewidencji w pokoju 14"

Funkcje wykonywane warunkowo:

- mogą zawierać słowny opis warunków realizacji funkcji:
- "Znajdź odpowiedniki leku, gdy zamówionego leku nie ma w magazynie"

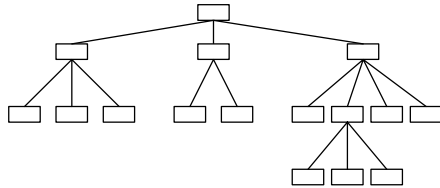
Reprezentacja funkcji



- Funkcja (działanie) jest reprezentowana przez prostokąt.
- Wewnątrz prostokąta umieszczamy pełną nazwę funkcji;
 - nazwa, nie jest nazwą w klasycznym rozumieniu tego słowa - jest to raczej zdanie określające czynność jaka powinna być wykonana,
 - należy unikać skrótów, żargonu, akronimów,
 - nazwa musi być przejrzysta i zrozumiała - może być rozbudowana,
 - w miarę możliwości należy używać tych samych określeń, np. zawsze "*Ewidencja danych o ...*", a nie raz "*Ewidencja danych o ...*", a innym razem "*Wprowadzenie danych o ...*" lub "*Zapisanie danych o ...*".
- Na zewnątrz prostokąta umieszczamy unikalną etykietę funkcji dla jej jednoznacznej identyfikacji;
 - etykieta funkcji może pokazywać lokalizację funkcji w hierarchii. Na przykład: funkcja K-ZP jest częścią (podfunkcją) funkcji K.
- Symbol "..." w prawym górnym rogu oznacza, że funkcja została zdekomponowana i jej bardziej szczegółowy opis znajduje się na niższym poziomie hierarchii

Hierarchia funkcji

- najprostsza i najbardziej użyteczna technika modelowania funkcji



- Struktura drzewiasta: korzeń reprezentuje całą działalność przedsiębiorstwa lub zakres badań analityków.
- Wyróżnić można następujące poziomy ogólności:
 - poziom ogólny przedsiębiorstwa,
 - poziom systemu,
 - poziom procedur.
- Każda funkcja nadrzędna (inaczej - funkcja *rodzica*) w hierarchii funkcji powinna być w sposób kompletny opisana za pomocą funkcji podrzędnych (inaczej - funkcji *dzieci*)

Trzy główne poziomy funkcjonalne

Poziom ogólny

- gdy funkcje pokazują ogólne działania realizowane w przedsiębiorstwie:
 - prowadzenie sprzedaży produktów
 - dokonywanie zakupu surowców
 - działalność marketingowa
 - obsługa prenumeraty czasopism

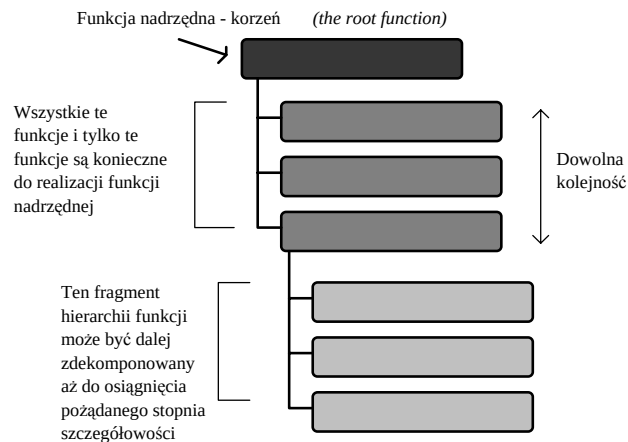
Poziom systemu

- gdy funkcje pokazują elementarne działania na poziomie operacyjnym:
 - ewidencja nowego zamówienia od odbiorcy
 - wydanie towaru z magazynu
 - wystawienie faktury
 - sporządzenie polecenia przelewu bankowego.

Poziom procedur

- gdy funkcje pokazują elementarne operacje, które nie są wykonywane samodzielnie
 - sprawdzenie czy odbiorca znajduje się już w bazie danych,
 - wprowadzenie danych nowego odbiorcy, gdy jest to jego pierwsze zamówienie
 - określenie daty przyjęcia zamówienia i przewidywanego terminu realizacji

Poziomy hierarchii funkcji



- Interpretacja funkcji na różnych poziomach szczegółowości: obszary działalności, funkcje ogólne, czynności, elementarne operacje.
- Funkcja położona najwyżej w hierarchii reprezentuje całą działalność modelowanej organizacji lub cały zakres przedsięwzięcia

Dekompozycja funkcji

- Funkcję można zdekomponować na kilka bardziej szczegółowych funkcji składowych, które tworzą kolejny poziom w hierarchii.
- Funkcja podlegająca dekompozycji, nazywana jest **funkcją nadrzędną** a funkcje znajdujące się na kolejnym poziomie, **funkcjami podrzędnymi**.

Interpretacja dekompozycji funkcji

- Wykonanie funkcji nadrzędnej jest realizowane przez wykonanie funkcji podrzędnych.

Przykład

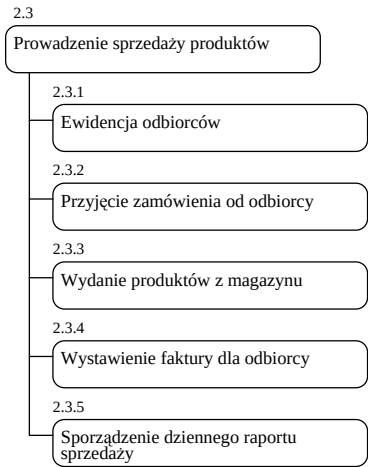
- Funkcja (1) "Ewidencja kandydata " została zdekomponowana na bardziej szczegółowe funkcje:
- Funkcja (1.1) "Wprowadzenie danych personalnych"
- Funkcja (1.2) "Wprowadzenie ocen ze świadectwa maturalnego" co oznacza, że zrealizowanie funkcji (1) polega na wykonywaniu wszystkich funkcji podrzędnych (1.1) i (1.2).

Własności nowego poziomu hierarchii funkcji:

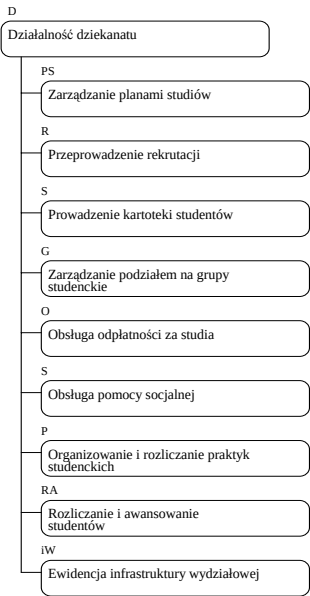
- nie ma zależności kolejnościowych - funkcje mogą być realizowane w dowolnej kolejności,
- nie ma zależności częstościowych - funkcje mogą być wykonywane różną ilość razy.

Kiedy zakończyć dekompozycję ?

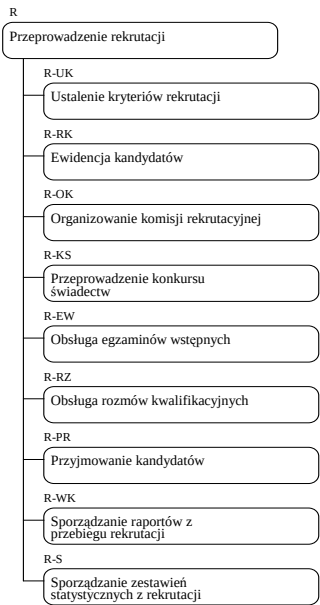
Przykład prostej dekompozycji



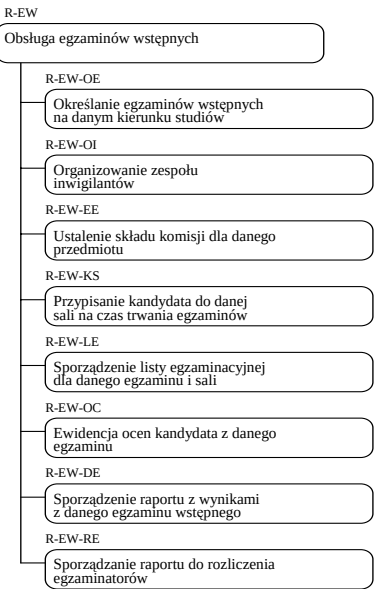
Przykład rozbudowanej dekompozycji (1)



Przykład rozbudowanej dekompozycji (2)



Przykład rozbudowanej dekompozycji (3)



Funkcje elementarne

- Funkcje elementarne to funkcje, które po zainicjowaniu muszą być zrealizowane pomyślnie w całości.
- W przypadku niemożności zakończenia funkcji elementarnej, powinny zostać wycofane wszystkie wprowadzone przez nie zmiany.
- Funkcje elementarne umieszczane są najczęściej na najniższym poziomie hierarchii funkcji.

Przykłady funkcji elementarnych

- "Ewidencja nowego zamówienia"
- "Naliczenie danemu pracownikowi dodatku za wysługę lat"

Zalety identyfikacji funkcji elementarnych

- kontrola poziomu dekompozycji hierarchii funkcji,
- łatwe odwzorowanie funkcji na aplikację,
- możliwość szacowania czasochłonności fazy implementacji

Kopie funkcji

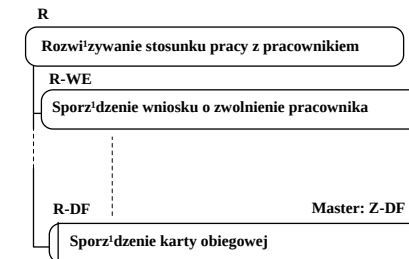
- Funkcja może być kopią innej funkcji w hierarchii, gdy reprezentuje dokładnie to samo działanie.

Wprowadzanie kopii funkcji do hierarchii

- Dokładnie tą samą akcją w innym miejscu hierarchii funkcji możemy zamodelować poprzez wstawienie kopii funkcji (*common function*) z referencją na funkcję wzorcową (*master function*).

Zalety stosowania kopii funkcji:

- identyfikacja podobnych akcji w różnych obszarach działalności przedsiębiorstwa
- zmniejszenie liczby definicji funkcji w modelu
- uniknięcie podwójnego projektowania i implementacji bardzo podobnych aplikacji

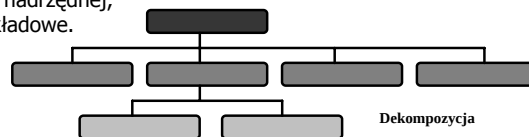


Techniki konstruowania hierarchii

Podejście *Top-down* (od ogółu do szczegółu)

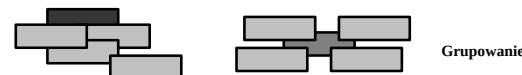
Modelowanie rozpoczyna się od funkcji nadrzędnej, którą następnie dekomponuje się na składowe.

Proces jest powtarzany dla każdej funkcji podrzędnej, aż do otrzymania funkcji elementarnych.

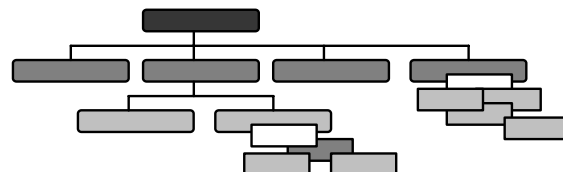


Podejście *Bottom-Up* (od szczegółu do ogółu)

Na podstawie informacji, uzyskanych z wywiadów, sporządza się szczegółową listę funkcji, a następnie grupuje się tematycznie uzyskując bardziej ogólne funkcje.



Technika mieszana



Zdarzenia

- Zdarzenia definiują przyczyny podejmowania określonych działań - wykonywania odpowiednich funkcji.
- Definicje zdarzeń stanowią rozszerzenie modelu funkcjonalnego

Kategorie zdarzeń

- **zdarzenia zewnętrzne** - wynikają z akcji podejmowanych przez obiekty zewnętrzne względem systemu.

Przykłady:

- przesłanie zamówienia przez odbiorcę,
- złożenie podania o przyjęcie do pracy;

- **zmiany w systemie** - gdy wprowadzamy, modyfikujemy lub usuwamy informacje w ramach systemu.

Przykłady:

- wydanie towaru z magazynu,
- obniżenie stanu magazynowego produktu poniżej wartości minimalnej,
- zmiana wynagrodzenia pracownika;

- **zdarzenia czasowe** (lub czasu rzeczywistego) - gdy czas osiąga pewien wyznaczony punkt.

Przykłady:

- koniec okresu rozliczeniowego,
- dzień sporządzania listy wypłat.

Związek zdarzenia z funkcją

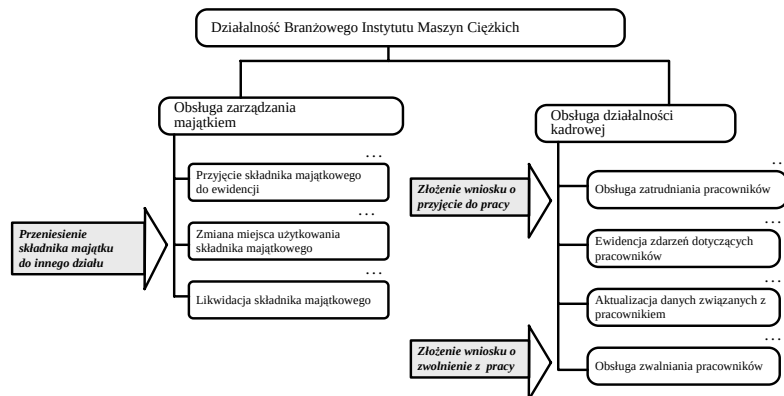
Związek wyrażany w języku naturalnym:

- „<nazwa zdarzenia> powoduje wykonanie funkcji <nazwa funkcji>.”

Przykład

- Wykrycie przeterminowania towaru powoduje wykonanie funkcji "Zwrot towaru do dostawcy".

Związek zdarzenia z funkcją wyrażany graficznie



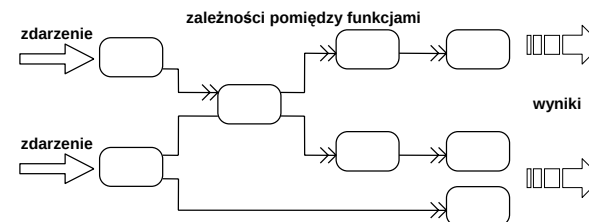
Modelowanie zależności funkcji

- Jedno zdarzenie, może wywołać realizację sekwencji funkcji zakończonych wyprodukowaniem określonych danych.
- Definicje zależności pomiędzy zdarzeniem i realizowanymi funkcjami stanowią kolejne rozszerzenie modelu funkcjonalnego
- Możliwość prezentacji związków przyczynowo-skutkowych w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa:
- Jakie działania zostaną wykonane po zajściu zdarzenia "Otrzymanie podania o przyjęcie do pracy" ?

Przyczyny zależności:

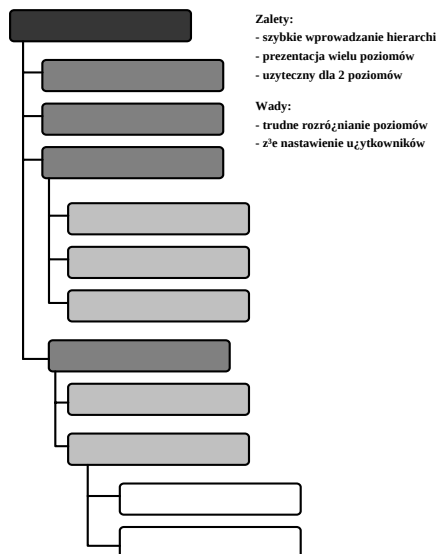
- dane - funkcja A produkuje dane potrzebne funkcji B
- przepisy - wymogi formalne decydują że funkcja A musi być zrealizowana przed funkcją B
- zasady - uwzględniające względy ekonomiczne, przyzwyczajenia, wizerunek firmy, itp.

Przykład diagramu zależności funkcji:



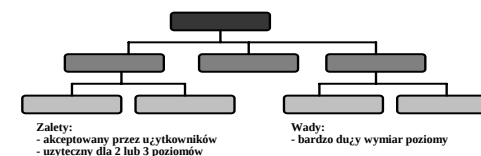
Prezentacja hierarchii funkcji

Układ pionowy

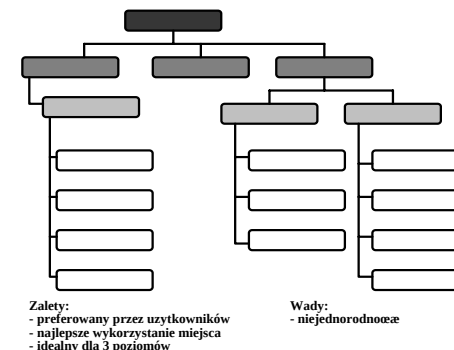


Układ poziomy i mieszany hierarchii funkcji

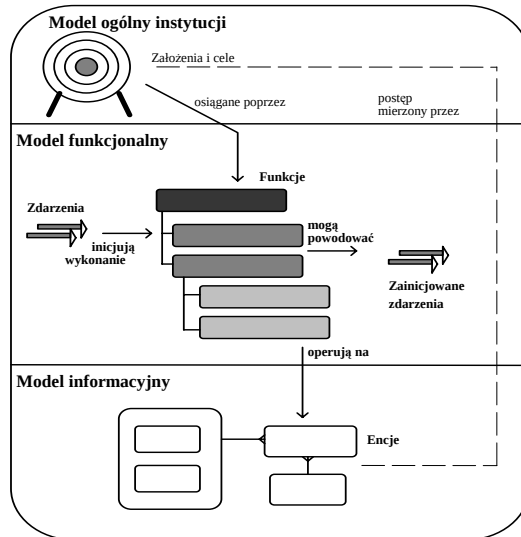
Układ poziomy



Układ mieszany



Związek funkcji z danymi



- Diagramy matrycowe funkcje - dane
- Diagramy przepływu danych

Jakość modelu funkcjonalnego

- Czy **nazwa** funkcji rozpoczyna się od czasownika lub rzeczownika odczasownikowego, opisując w ten sposób działanie, które jest modelowane?
- Czy nazwa funkcji nie sugeruje kto ją wykonuje (jednostka organizacyjna, osoba, itp.) ?
- Czy nazwa funkcji nie sugeruje jaka technologia jest użyta do jej realizacji ?
- Czy nazwa funkcji nie sugeruje kiedy funkcja jest wykonywana ?
- Czy model nie ogranicza się do opisu działań w dniu dzisiejszym ?
- Czy model jest zrozumiały i zaakceptowany przez użytkowników ?

Diagramy przepływu danych

- Technika modelowania systemu poprzez opisanie przepływu informacji pomiędzy procesami (funkcjami).

<u>Termin angielski</u>	<u>Termin polski</u>
1. The company is planning to launch a new product line.	1. Firma planuje wprowadzić nową linię produktów.
2. The project is currently in the development phase.	2. Projekt jest obecnie w fazie rozwoju.
3. The team is working on optimizing the system's performance.	3. Zespół pracuje nad optymalizacją wydajności systemu.
4. The client is satisfied with the results of the initial consultation.	4. Klient jest zadowolony z wyników pierwszej konsultacji.
5. The data indicates a significant increase in user engagement.	5. Dane wskazują na znaczący wzrost zaangażowania użytkowników.
6. The company is committed to sustainable business practices.	6. Firma jest zaangażowana w praktyki biznesowe oparte na zrównowagowaniu.
7. The project timeline is subject to change based on resource availability.	7. Termin projektu może ulec zmianie w zależności od dostępności zasobów.
8. The team is conducting a thorough review of the project's progress.	8. Zespół przeprowadza dokładną ocenę postępów projektu.
9. The client has expressed interest in exploring further collaboration opportunities.	9. Klient wyraził zainteresowanie poszukiwaniem dodatkowych możliwości współpracy.
10. The company is focused on delivering high-quality solutions to its customers.	10. Firma koncentruje się na dostarczaniu wysokiej jakości rozwiązań swoim klientom.

<i>dataflow</i>	przepływ danych
-----------------	-----------------

<i>datastore</i>	zbiornik danych (magazyn danych)
------------------	----------------------------------

external entity byt zewnętrzny (obiekt zewnętrzny)

dataflow diagram diagram przepływu danych

Rodowód

- Opis obiegu dokumentów

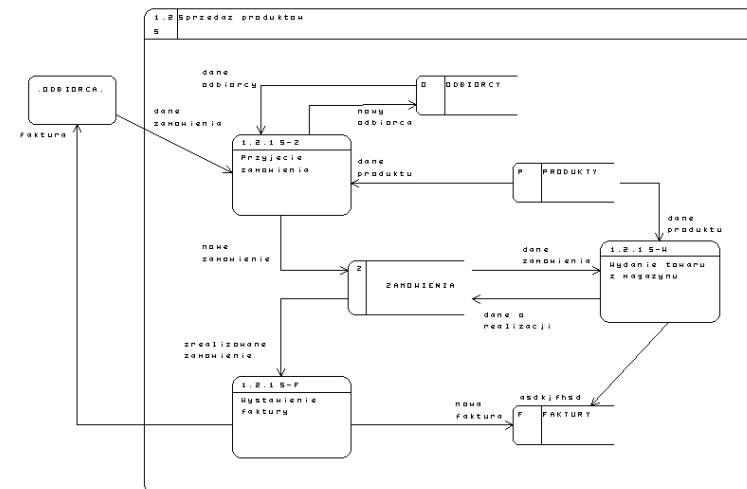
Do czego służą diagramy DFD ?

- Pokazują wewnętrzną strukturę systemu łączącą działania (akcje, operacje) z przetwarzanymi danymi.
- Pokazują procesy w systemie i wymieniane pomiędzy nimi informacje.
- Pokazują zależności pomiędzy procesami wynikające z produkowania i konsumowania danych.
- Pokazują wymianę danych ze światem zewnętrznym.
- Pomagają decydować o dalszej dekompozycji procesów.
- Stanowią podstawę do specyfikacji aplikacji, procedur ręcznych, urządzeń elektronicznych.

Czego nie pokazują diagramy DFD ?

- Nie pokazują algorytmu przetwarzania danych wewnątrz procesów.
- Nie pokazują momentów czasowych kiedy proces jest rozpoczynany.

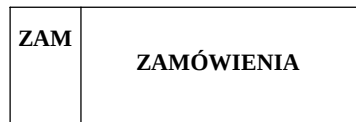
Przykładowy diagram przepływu danych



Zbiornik danych

- Zbiornik danych jest **nazwanym zbiorem** obiektów, atrybutów, związków i innych jeszcze niesformalizowanych jednostek informacji, które muszą zostać **przechowane** przez pewien okres czasu.

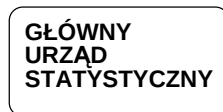
Reprezentacja:



Byt zewnętrzny

- Byt zewnętrzny jest obiektem zlokalizowanym na zewnątrz systemu, który jest źródłem informacji przesyłanej do systemu lub miejscem przeznaczenia informacji wychodzącej z systemu.

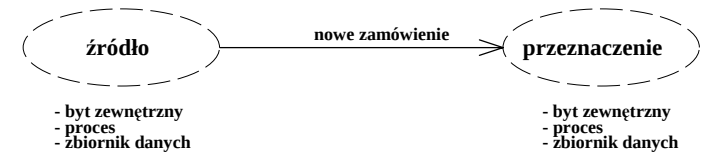
Reprezentacja:



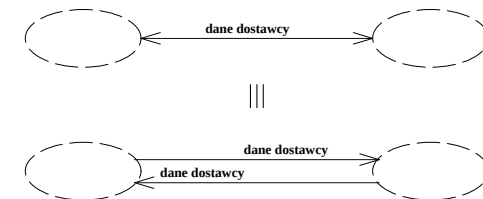
Przepływ danych

- Przepływ danych jest **nazwanym zbiorem** obiektów, atrybutów, związków i innych, jeszcze niesformalizowanych jednostek informacji, przesyłanych:
 - z jednego miejsca w drugie,
 - między procesami,
 - między procesem i zbiornikiem danych.

Reprezentacja:



- grot strzałki pokazuje kierunek przepływu danych
- nazwa przepływu w sposób zbiorczy opisuje wszystkie przekazywane informacje



Dwukierunkowy
przepływ danych

Interpretacje przepływu danych

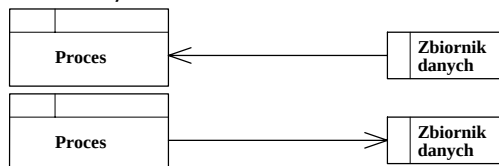
Przepływ między procesami

- Proces A produkuje dane i **przekazuje** je do procesu B.
- Brak zwłoki czasowej między procesami.



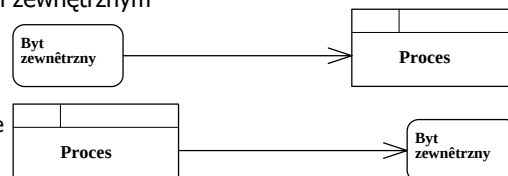
Przepływ między procesem i zbiornikiem danych

- Proces **odczytuje** dane zapamiętane w zbiorniku danych.
- Proces modyfikuje zawartość zbiornika danych: **wprowadza** nowe dane, **modyfikuje** istniejące lub **usuwa** dane ze zbiornika.



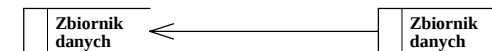
Przepływ między procesem i bytem zewnętrznym

- Byt zewnętrzny jest źródłem danych wchodzących do systemu i konsumowanych przez proces.
- Proces produkuje dane i przekazuje je na zewnątrz systemu do określonego bytu zewnętrznego.



Błędne konstrukcje przepływów danych

Przepływ danych między zbiornikami



- Zbiorniki danych jako elementy pasywne, nie mogą inicjować przepływu danych.

Przepływ danych między bytem zewnętrznym i zbiornikiem danych



- Przetwarzanie danych znajdujących się wewnątrz systemu nie może być realizowane bez udziału procesu

Definiowanie struktury zbiornika danych

- Struktura zbiornika danych to zbiór encji, atrybutów, związków i jeszcze niesformalizowanych jednostek informacji.
- Dwa skrajne przypadki odwzorowania modelu związków encji na zbiorniki danych:
 - cała baza danych widziana jako jeden zbiornik
 - pojedyncze encje lub atrybuty widziane jako osobne zbiorniki danych.
- Problem doboru wielkości zbiorników danych

Przykładowa struktura zbiornika danych:

Z	<u>ZAMÓWIENIA ODBIORCÓW</u>			
	<u>Encje</u>	<u>Atrybuty</u>	<u>Związki</u>	<u>Inne</u>
	ZAMÓWIENIA	numer_zam data_złoż wartość data_real	>- od ODBIORCY >- <i>przyjął</i> PRACOWNICY	Czy zamówienie zostało już zrealizowane?
	ZAMÓWIIONE POZYCJE	numer_poz ilość cena_sprz	>- <i>dotyczy</i> WYROBY	Z którego magazynu wydano towar ?

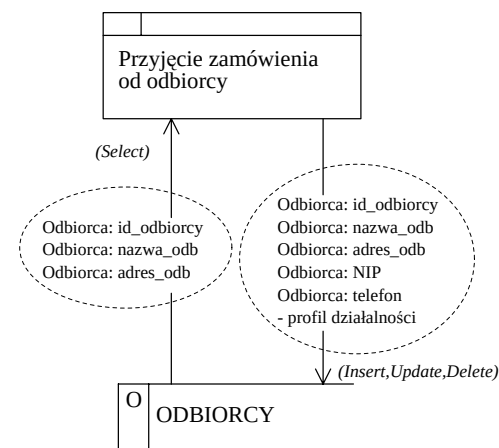
Definiowanie zawartości przepływu danych

Zawartość przepływu jest definiowana za pomocą:

- atrybutów encji,
- związków,
- niesformalizowanych jednostek informacji.

Interpretacja przepływów danych:

- Przepływ - *Zbiornik danych* ---> *Proces* - reprezentuje operację odczytu danych ze zbiornika
- Przepływ - *Proces* ---> *Zbiornik danych* - reprezentuje kombinację operacji: wprowadzania, modyfikowania i usuwania danych ze zbiornika



Powiązania matrycowe Funkcje-Encje

- Jakie dane przetwarzane są przez daną funkcję ?
- Jakie operacje wykonywane są na tych danych ?

	Przyjęcie zamówienia...			
				...
FAKTURY			✓	✓
ODBIORCY		✓		
PRODUKTY		✓		
ZAMÓWIENIA	✓	✓		
...				

- Wiązanie funkcji z encjami można realizować automatycznie na podstawie przepływów danych

		Przyjęcie zamówienia...	
ODBIORCY	Retrieve	☒	- wyszukanie odbiorcy
	Insert	☒	- wprowadzenie nowego odb.
	Update	☒	- aktualizacja danych odb.
	Delete	☐	

Sprawdzanie kompletności i jakości DFD

- Czy **proces** ma przynajmniej jeden **przepływ wejściowy** ?
- Czy **proces** ma przynajmniej jeden **przepływ wyjściowy** ?
- Czy **element zbiornika** danych jest produkowany przynajmniej przez jeden **przepływ wejściowy** ?
- Czy **element zbiornika** danych jest konsumowany przynajmniej przez jeden **przepływ wyjściowy** ?
- Czy **suma** logiczna przepływów **wejściowych** do **zbiornika** równa jest **sumie** logicznej przepływów **wyjściowych** ?
- Czy **nie ma redundantnych przepływów** pomiędzy tymi samymi elementami diagramu ?
- Czy **można wyprodukować dane wyjściowe** na podstawie danych wejściowych ?
- Czy wszystkie dane wejściowe są **niezbędne** ?
- Czy dla danych o wyraźnym charakterze przyrostowym, istnieją **przepływy opróżniające** zbiornik danych ?