



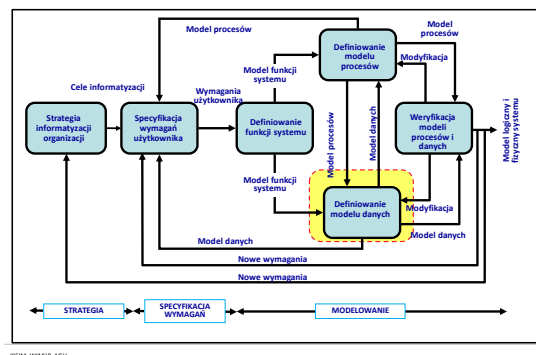
## Bazy Danych

### Modele danych

Piotr Macioł  
WMiP, KSiM,  
pmacioł@agh.edu.pl  
85, pok. 606



## Cele modelowania



KSiM, WMiP, AGH

2



## Cele modelowania danych

- Dane każdej organizacji podlegają nieustannym zmianom.
- W miarę stabilne pozostają jedynie ich:
  - » rodzaje
  - » sposób przechowywania i przetwarzania
- Modelowanie danych jest techniką **organizowania** i dokumentowania danych.
- Poprzez **uogólnienie** ich typów, cech i zależności między nimi można tworzyć modele danych. Modele danych można opracowywać na różnych poziomach abstrakcji czy szczegółowości. Najczęściej wyróżnia się:
  - » podstawowe modele danych, (**konceptualne** bądź logiczne), są ukierunkowane na **potrzeby użytkownika**, opisują dziedzinę przedmiotową, niezależnie od technicznego sposobu jego wdrożenia.
  - » **wdrożeniowe** modele danych dotyczą wdrożenia modelu danych w konkretnej technologii baz danych.

KSiM, WMiP, AGH

3



## Cele modelowania danych

- Cele modelowania danych:
  - » Otrzymanie dokładnego **modelu potrzeb** informacyjnych przedsiębiorstwa,
  - » **Dekompozycja** i strukturalizacja problemu,
  - » Sformalizowanie opisu z wykorzystaniem języka graficznego – **jednoznaczność** i czytelność,
  - » Mechanizm efektywnej **kommunikacji** 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.

KSiM, WMiP, AGH

4



## Modele danych

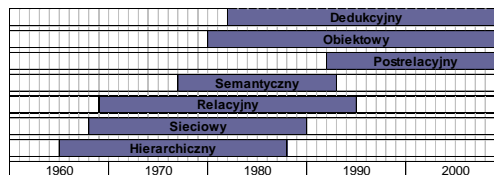
- **Model konceptualny** – spojrzenie na dane jako całość, model najbardziej stabilny, powinien on być podstawą, na której opierać się będzie przetwarzanie danych
- **Model wewnętrzny**, niskiego poziomu – opisuje sposób przechowywania danych w pamięci komputerów i przedstawia formaty rekordów czy ścieżki dostępu, modelami takimi są metody adresowania, struktury łańcuchowe i pierścieniowe

KSiM, WMiP, AGH

5



## Historia rozwoju BD



KSiM, WMiP, AGH

6



## Modele danych

- Modele użytkowe – stanowią podstawę do budowy systemu informatycznego:
  - » hierarchiczny
  - » sieciowy
  - » relacyjny
  - » obiektowy
  - » postrelacyjny

KSIEM, WIMMUP, AGH

7



## Model hierarchiczny

- Model obejmuje dwie struktury danych
  - » typy rekordów
  - » związki nadrzędny – podrzędny
- Każdy element zwany rekordem może uczestniczyć w roli podrzędnej w co najwyżej jednym powiązaniu rekordów, w roli nadrzędnej w dowolnej liczbie powiązań
- Rekord podrzędny nie może istnieć bez rekordu nadrzędnego
- Podmiotem operacji jest jeden rekord

KSIEM, WIMMUP, AGH

8



## Więzi w modelu hierarchicznym



KSIEM, WIMMUP, AGH

9



## Model sieciowy

- Model obejmuje dwie struktury danych
  - » typy rekordów
  - » typy kolekcji
- Każdy rekord może jednocześnie uczestniczyć w wielu powiązaniach rekordów
- Rekord taki może równocześnie i wielokrotnie wystąpić w roli nadrzędnej oraz w roli podrzędnej, powiązania realizowane są przez rekordy specjalne zwane łącznikami
- Podmiotem operacji jest jeden rekord

KSIEM, WIMMUP, AGH

10



## Więzi w modelu sieciowym



KSIEM, WIMMUP, AGH

11



## Modele obiektowy

- Brak sprecyzowanej definicji obiektowych baz danych
- Model opiera się na takich pojęciach jak:
  - » klasa
  - » obiekt
  - » uogólnienie
  - » abstrakcja
  - » dziedziczenie
- Obiekty dysponują metodami

KSIEM, WIMMUP, AGH

12



## Model semantyczny

- Zbliżony do modelu obiektowego
- Skupia się na abstrakcji struktury, a nie na abstrakcji działania

KSIM, WIMiP, AGH

13



## Model dedukcyjny

- Oparty na logice formalnej
- Wykorzystywane elementy to
  - » predykaty
  - » argumenty
- Predykaty oraz argumenty tworzą asercję (zdanie), które może przyjmować wartość „prawda” lub „fałsz”
- Często oparty jest o język Datalog

KSIM, WIMiP, AGH

14



## Model postrelacyjny

- Model relacyjny rozszerzony o elementy obiektowości
- Brak ścisłej definicji – za bazy realizujące model postrelacyjny przyjmuje się implementacje, które „już nie są relacyjne, ale jeszcze nie są obiektowe”

KSIM, WIMiP, AGH

15



## Diagramy ERD

- Diagramy związku encji (Entity Relationship Diagrams) to metoda graficznego modelowania struktur danych oraz relacji między nimi
- Przedstawiają strukturę danych opisywanego systemu wraz z wszystkimi niezbędnymi atrybutami dla jego funkcjonowania.
- Modele danych można opracowywać na różnych poziomach szczegółowości.
- Modelowanie „z dołu do góry” (normalizacja) – konieczność zidentyfikowania całości zbioru danych przed projektowaniem
- Modelowanie „z góry do dołu” (modelowanie danych) – zbiór danych powstaje w trakcie projektowania
- Modelowanie semantyczne

KSIM, WIMiP, AGH

16



## Komponenty diagramu związków encji

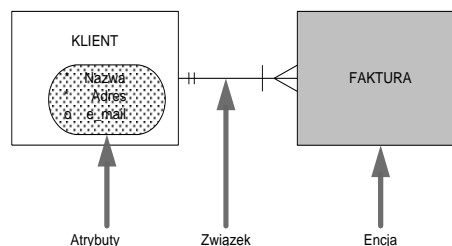
Komponent	Opis
Encja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rzecz mająca znaczenie, rzeczywista lub wymyślona, o której informacje należy znać lub przechowywać.</li> </ul>
Atrybut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Element informacji służący do klasyfikowania, identyfikowania, kwalifikowania, określania ilości lub wyrażania stanu encji.</li> </ul>
Związek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Znaczący sposób, w jaki mogą być ze sobą powiązane dwie rzeczy tego samego typu lub różnych typów.</li> </ul>

KSIM, WIMiP, AGH

17



## Przykład prostego diagramu związków encji



KSIM, WIMiP, AGH

18



## Encja

- Encja (ang. entity) – jest to jednoznacznie identyfikowany składnik badanej rzeczywistości, o którym informacja jest lub może być zbierana i przechowywana.

KSIM, WMIMP, AGH

19



## Encja – cd.

- Przykładami encji są:
  - » PRACOWNIK,
  - » KLIENT,
  - » DOSTAWCA,
  - » ZAMÓWIENIE,
  - » MAGAZYN,
  - » KONTO itp.
- Uwaga: encje zazwyczaj opisuje się za pomocą rzeczowników lub wyrażeń rzeczownikowych w liczbie pojedynczej

KSIM, WMIMP, AGH

20



## Atrybut

- Atrybut - jest cechą, elementem charakteryzującym encje i związki w badanej dziedzinie przedmiotowej.

KSIM, WMIMP, AGH

21



## Atrybut – cd.

- Zestaw atrybutów, który jednoznacznie opisuje encję, nazywa się **wiązką atrybutów**.
- Wiązka powinna składać się, z co najmniej dwóch atrybutów opisujących daną encję. Szczególną rolę w zakresie atrybutów encji pełni **klucz**, zwany identyfikatorem. Pozwala on na jednoznaczne określenie wystąpienia encji.
- Jeśli używa się jednego atrybutu dla określenia encji, to mamy do czynienia z kluczem pojedynczym, a jeśli w tym celu używa się więcej niż jednego atrybutu, to z **kluczem złożonym**.

KSIM, WMIMP, AGH

22



## Atrybut – cd.

- Atrybut ma jedno z pięciu zadań:
  - » identyfikować,
  - » opisywać,
  - » klasyfikować,
  - » określać ilość,
  - » wyrażać stan encji.

KSIM, WMIMP, AGH

23



## Rodzaje atrybutów

Przykład	Przeznaczenie
numer zamówienia	identyfikacja
opis towaru	opis werbalny
typ towaru	klasyfikacja
ilość towaru w magazynie	określenie ilości
status płatności za zamówienie	wyrażenie stanu

KSIM, WMIMP, AGH

24



## Wymagania dla atrybutu



- nazwa atrybutu musi być **unikalna** w ramach encji;
- atrybut musi być **obowiązkowy** (tzn., że wartość atrybutu musi być zawsze określona) lub **opcjonalny** (tzn., że atrybut nie musi mieć wartości). Symbolu „\*” używa się dla atrybutu obowiązkowego, zaś symbolu „o” dla opcjonalnego;
- atrybut musi mieć format lub typ;

KSIM, WIMiP, AGH

25



## Przykładowe atrybuty

Encja – STUDENT	Wystąpienia encji:							
<table><tr><td>STUDENT</td></tr><tr><td># nr albumu</td></tr><tr><td>imie</td></tr><tr><td>nazwisko</td></tr><tr><td>data urodzenia</td></tr><tr><td>miasto urodzenia</td></tr></table>	STUDENT	# nr albumu	imie	nazwisko	data urodzenia	miasto urodzenia	 <div><p>data: 12/10/04 imie: Jan nazwisko: Kowalski data urodzenia: 14-05-1980 miasto urodzenia: Olsztyn</p></div>	
STUDENT								
# nr albumu								
imie								
nazwisko								
data urodzenia								
miasto urodzenia								
Encja – SAMOCHÓD	Wystąpienia encji:							
<table><tr><td>SAMOCHÓD</td></tr><tr><td># nr rejestracyjny</td></tr><tr><td>typ</td></tr><tr><td>rok produkcji</td></tr><tr><td>cenę</td></tr><tr><td>marka</td></tr><tr><td>pojemność silnika</td></tr></table>	SAMOCHÓD	# nr rejestracyjny	typ	rok produkcji	cenę	marka	pojemność silnika	 <div><p>data: 2012 marka: Nissan rok produkcji: 2000 typ: Ciężarówka cena: 150000 pojemność silnika: 2.0</p></div>
SAMOCHÓD								
# nr rejestracyjny								
typ								
rok produkcji								
cenę								
marka								
pojemność silnika								

KSIM, WIMiP, AGH

26



## Związek

- Związek stanowi naturalne powiązanie pomiędzy dwoma lub więcej encjami w badanej dziedzinie przedmiotowej.
- W identyfikowaniu i modelowaniu związków encji bierze się pod uwagę następujące cechy:
  - » stopień związku (liczebność związku)
  - » opcjonalność (uczestnictwo encji).

KSIM, WIMiP, AGH

27



## Stopień związku

- oznacza stosunek ilościowy między liczebnością **wystąpień** poszczególnych encji, uczestniczących w danym związku,
- mówi o tym, ile wystąpień encji jednego rodzaju jest powiązanych z iloma wystąpieniami encji innego rodzaju

KSIM, WIMiP, AGH

28



## Przykłady związków encji

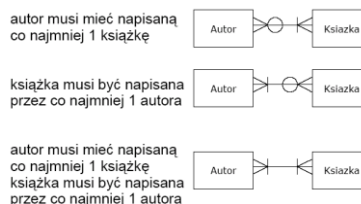
Stopień związku	Przykład	Znaczenie
1:1	Dziekan-Wydział	<ul style="list-style-type: none"> <li>Każde wystąpienie encji <b>Dziekan</b> jest powiązane tylko z jednym wystąpieniem encji <b>Wydział</b>. Zatem jeden <b>Dziekan</b> kieruje jednym <b>Wydziałem</b>.</li> </ul>
1:m 1: wiele	Wydział-Student	<ul style="list-style-type: none"> <li>Każde wystąpienie encji <b>Wydział</b> powiązane jest jednym lub wieloma wystąpieniami encji <b>Student</b>, przy czym każde wystąpienie encji <b>Student</b> powiązane jest tylko jednym wystąpieniem encji <b>Wydział</b>.</li> <li>Zatem <b>Wydział</b> posiada wielu <b>Studentów</b>, natomiast <b>Student</b> studiuje wyłącznie na jednym <b>Wydziale</b>.</li> </ul>
m:n Wiele : wiele	Książka - Autor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Każde wystąpienie encji <b>Książka</b> powiązane jest z wieloma wystąpieniami encji <b>Autor</b> i odwrotnie każde wystąpienie encji <b>Autor</b> powiązane jest z wieloma wystąpieniami encji <b>Książka</b>.</li> <li>Jest to sytuacja, gdzie <b>Książka</b> może być napisana przez jednego lub wielu autorów i jeden <b>Autor</b> jest podpisany pod jednym lub wieloma tytułami <b>Książek</b>.</li> </ul>

KSIM, WIMiP, AGH

29



## Formy zapisu związku



KSIM, WIMiP, AGH

30



## Opcjonalność

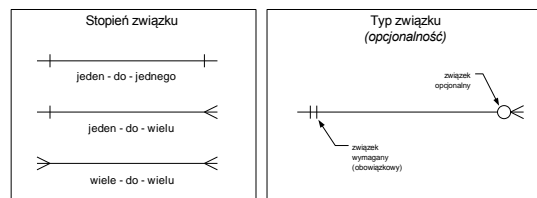
- dotyczy zaangażowania encji w związek,
- z uwagi na tę cechę wyróżnia się dwa typy związków:
  - » **wymagane (obowiązkowe)** – zachodzi wówczas, jeśli wszystkie wystąpienia encji muszą uczestniczyć w związku;
  - » **opcjonalne** – zachodzi wówczas, jeśli istnieje, co najmniej jedno wystąpienie encji, które nie uczestniczy w związku.

KSIM, WMiP, AGH

31



## Cechy związków encji (notacja Martina)



KSIM, WMiP, AGH

32



## Diagramy Związków Encji

- Liczebność (stopień)
  - » 1:1
  - » 1:M
  - » M:N
  - » Liczebność min/max
- Uczestnictwo (opcjonalność)
- Zawieranie i wykluczanie

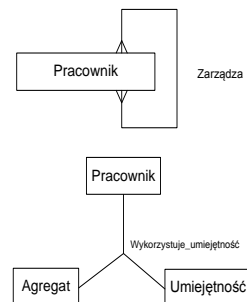
KSIM, WMiP, AGH

33



## Diagramy Związków Encji

- Związki rekurencyjne (jednoargumentowe)
- Związki trójargumentowe – rozbicie na dwie osobne relacje powoduje utratę informacji
- Role
- Atrybuty związków (możliwa konwersja do nowego zbioru encji)



KSIM, WMiP, AGH

34



## Podklasy w modelu ER

- Wyjątkowe zbiory encji zawierające dodatkowe/specjalizowane atrybuty/związki
- Zbiory encji łączone są z podklasami związkami „isa”
- Kreskówka **is a** Film
- Kryminał **is a** Film

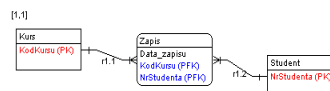
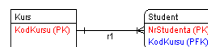
KSIM, WMiP, AGH

35



## ERD – Modelowanie upływu czasu

[1..1]

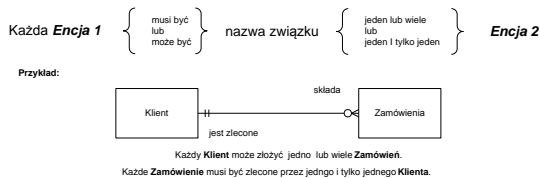


KSIM, WMiP, AGH

36



## Reguły czytania związków encji



KSIM, WMiP, AGH

37



## Notacja

- tworzenie diagramu związków encji najlepiej rozpocząć od wskazania **encji** oraz określić **związki** między encjami występującymi w danej dziedzinie przedmiotowej.
- istnieje kilka najbardziej rozpowszechnionych notacji graficznych diagramu ERD, należą do nich notacje:
  - Chena,
  - Bachmana,
  - Martina,
  - Shlaer-Mellora.
- ponieważ w zasadzie notacje te są równoważne i różnią się jedynie wyglądem symboli graficznych, do opisu wybrano najbardziej rozpowszechnioną **notację Martina**.

KSIM, WMiP, AGH

38



## Typy encji ERD (notacja Martina)

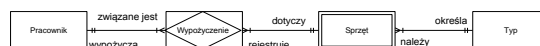
Typy encji	Notacja Martina
<b>Encja regularna</b> – oznacza dowolny znaczący element, o którym informacja powinna być znana albo utrzymywana (częściowe uczestnictwo w związku).	
<b>Encja słaba</b> – jest to encja, która może istnieć tylko wtedy, gdy jest związana z innymi encjami lub też nie posiada własnych atrybutów kluczowych (całkowite uczestnictwo w związku).	
<b>Encja – obiekt asocjacyjny</b> – przechowuje informacje o związku pomiędzy dwiema encjami.	

KSIM, WMiP, AGH

39

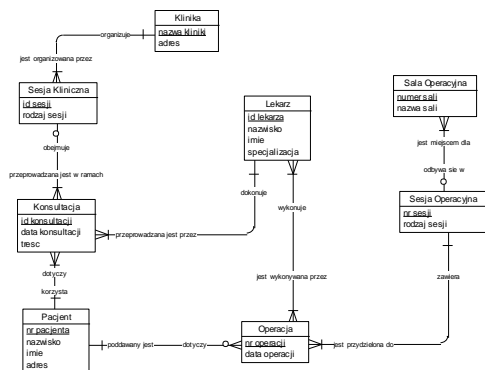


## Diagram ERD z wyróżnionymi typami encji



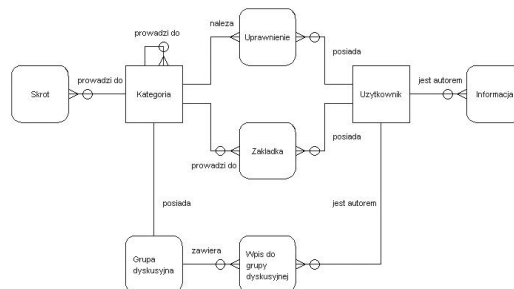
KSIM, WMiP, AGH

40



KSIM, WMiP, AGH

41

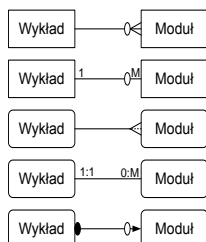


KSIM, WMiP, AGH

42



## Diagramy Związków Encji



KSIM, WIMiP, AGH

43



## Projektowanie logiczne danych

– Konceptualny model danych, którego odzwierciedleniem są diagramy ERD, przekształcany jest w jeden z modeli baz danych:

- » relacyjny,
- » sieciowy,
- » hierarchiczny.

KSIM, WIMiP, AGH

44



## Terminologia relacyjna

Pojęcie	Opis
<b>Relacja</b>	• Jest to podzbiór iloczynu kartezjańskiego reprezentowany przez zbiór krotek. Reprezentacją relacji jest <b>tablica</b> .
<b>Krotka</b>	• Oznacza wiersz tablicy. Reprezentacją krotki w tablicy jest <b>rekord</b> .
<b>Atrybut</b>	• Oznacza kolumnę tablicy (a dokładnie są to różne wystąpienia tego samego atrybutu). Reprezentacją atrybutu w tablicy jest <b>pole</b> .
<b>Stopień relacji</b>	• Liczba typów atrybutów w relacji.
<b>Liczebność relacji</b>	• Liczba krotek w relacji.
<b>Klucz główny</b>	• Kolumna lub kombinacja kolumn, których wartości jednoznacznie identyfikują wiersze w tablicy.
<b>Klucz obcy</b>	• Kolumna lub kombinacja kolumn, których wartości określają klucz główny innej tablicy.
<b>Dziedzina (atrybutu)</b>	• Lista dostępnych wartości atrybutu, wszystkich tego samego typu.

KSIM, WIMiP, AGH

45



## Stworzenie relacyjnego modelu danych

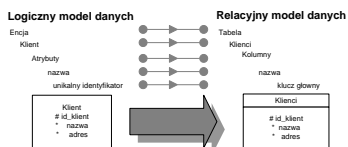
- każda encja staje się tablicą, której nazwa jest zazwyczaj nazwą encji w liczbie mnogiej;
- każdy atrybut staje się kolumną, a jego nazwa odpowiednio nazwą tej kolumny. Natomiast właściwości atrybutu stają się odpowiadającymi im właściwościami w projekcie danych. Atrybuty obowiązkowe stają się kolumnami NOT NULL (co oznacza, że nie jest możliwe by wartość kolumny przyjmowała wartość NULL);
- unikalny identyfikator encji staje się kluczem głównym tabeli;
- każdy związek jest przekształcany w dwa obiekty. Kolumnę klucz obcego, zgodną z kluczem głównym (lub unikalnym) tabeli, której dotyczy. Dziedziczy ona typ i rozmiar danego klucza głównego.

KSIM, WIMiP, AGH

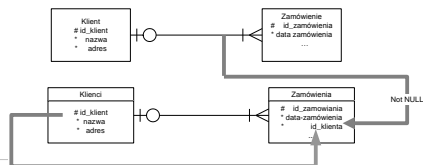
46



## Przekształcanie encji



## Przekształcanie związków

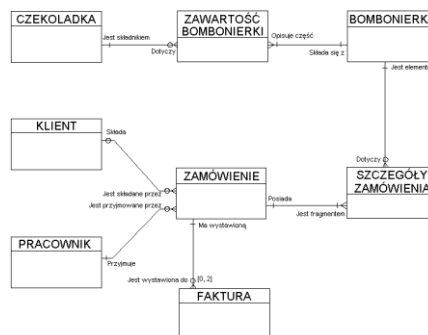


KSIM, WIMiP, AGH

47



## Przekształcanie diagramu ERD



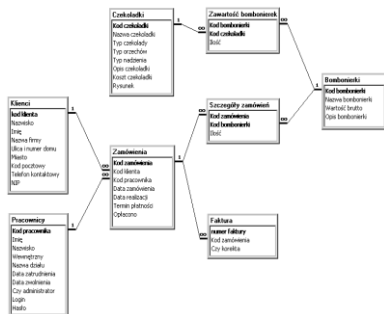
KSIM, WIMiP, AGH

48





## Przekształcenie diagramu ERD

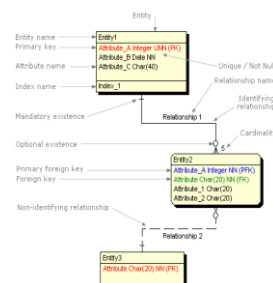


KSiM, WMiP, AGH

49



## Toad Data Modeler - ERD

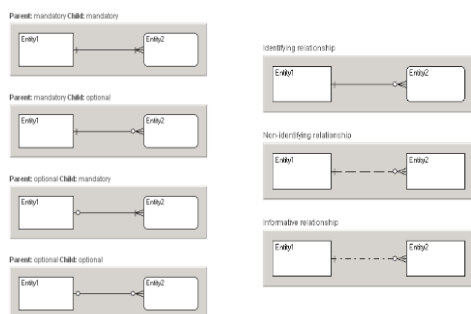


KSiM, WMiP, AGH

50



## Toad Data Modeler - ERD



KSiM, WMiP, AGH

51