

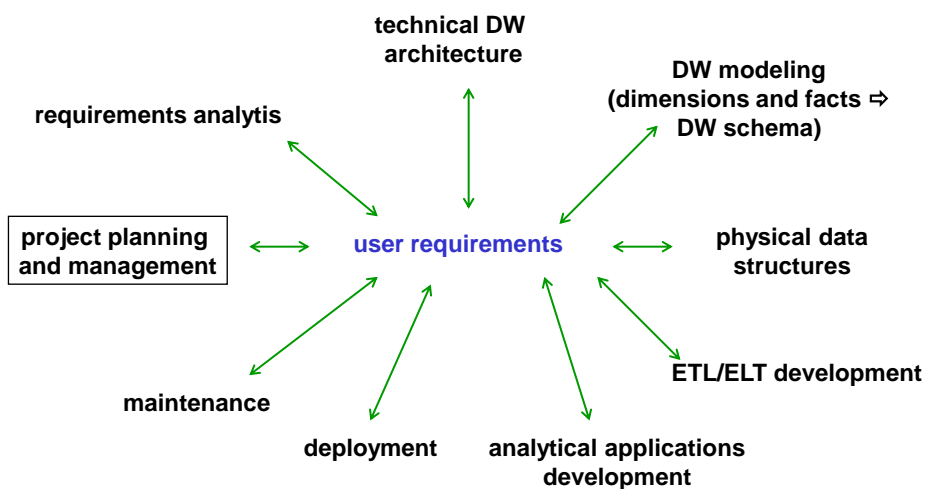


# Hurtownie danych - przegląd technologii

**Robert Wrembel**  
Poznan University of Technology  
Institute of Computing Science  
Robert.Wrembel@cs.put.poznan.pl  
www.cs.put.poznan.pl/rwrembel



## Designing DW System (R. Kimball's Method)





## Modelowanie hurtowni danych

- ⇒ Model wielowymiarowy
- ⇒ Implementacja ROLAP
- ⇒ Implementacja MOLAP
- ⇒ Modelowanie ROLAP
- ⇒ Zarządzanie modyfikacjami danych
  - Slowly Changing Dimensions



## Dane przechowywane w HD

- ⇒ Dane bieżące
- ⇒ Dane historyczne





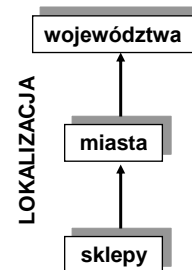
# Kategorie analizowanych danych

## ⇒ Fakty

- dane podlegające analizie
  - sprzedaż, rozmowy telefoniczne
  - charakteryzowane ilościowo za pomocą **miar**
  - **liczba** sprzedanych sztuk towaru, **czas** trwania rozmowy

## ⇒ Wymiary

- ustalają kontekst analizy
  - sprzedaż czekolady (**produkt**) w Auchan (**sklep**) w poszczególnych miesiącach roku (**czas**)
- składają się z **poziomów**, które tworzą hierarchię



# ROLAP, MOLAP, HOLAP

## ⇒ Model relacyjny (ROLAP)

- schemat gwiazdy (ang. star schema)
- schemat płatka śniegu (ang. snowflake schema)
- schemat konstelacji faktów (ang. fact constellation schema)
- schemat gwiazda-płatek śniegu (ang. starflake schema)

## ⇒ Model wielowymiarowy (MOLAP, MDOLAP)

## ⇒ Model hybrydowy (HOLAP)

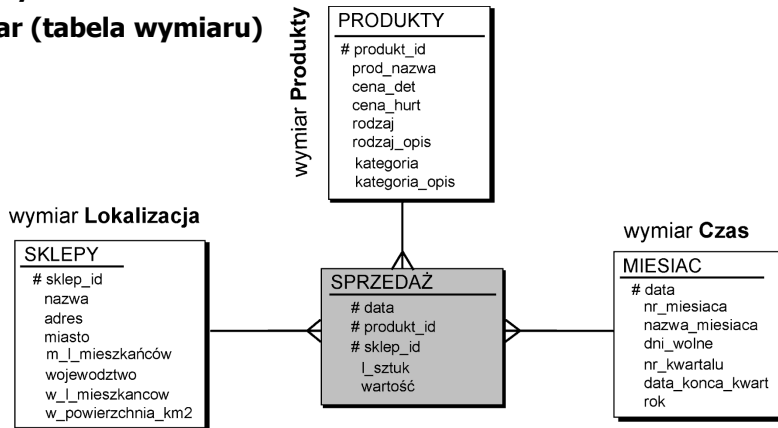


# ROLAP - Schemat gwiazdy

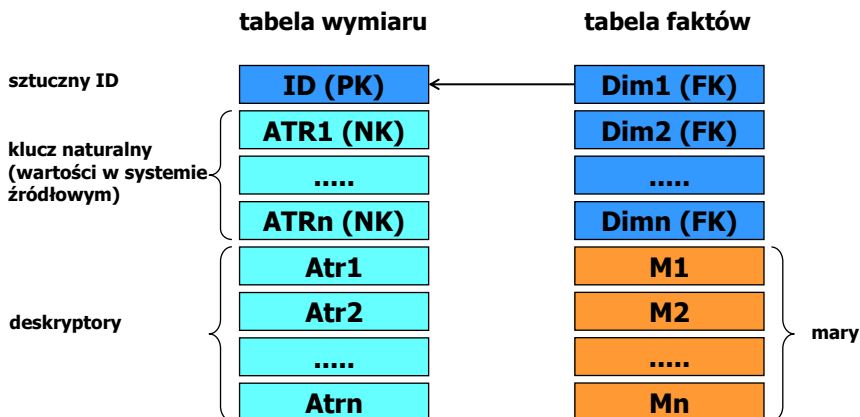
## ➤ Fakty (tabela faktów)

- miary

## ➤ Wymiar (tabela wymiaru)



# Struktura wymiaru

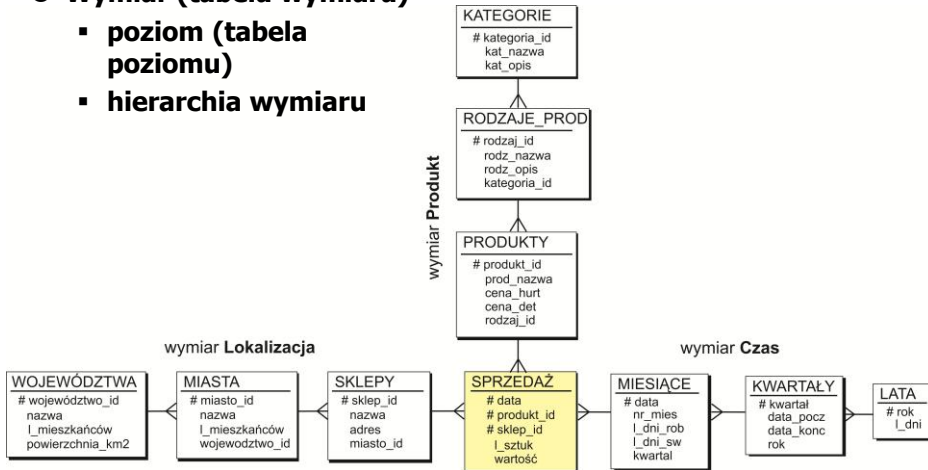




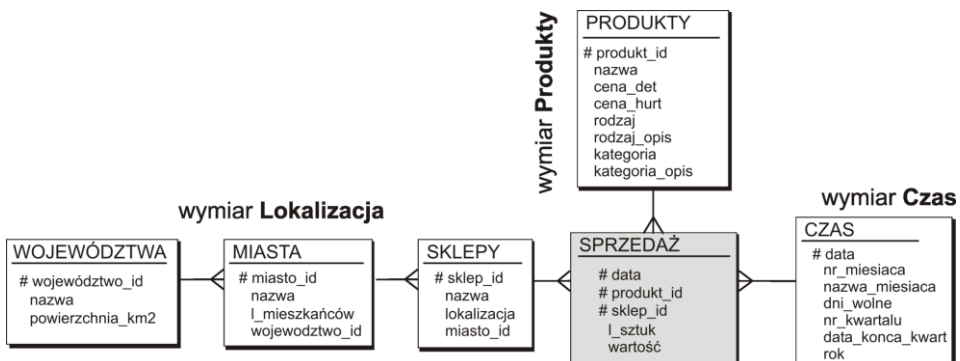
# ROLAP - Schemat płatka śniegu

## ➤ Wymiar (tabela wymiaru)

- poziom (tabela poziom)
- hierarchia wymiaru



# Schemat gwiazda-płatki śniegu





## Schemat gwiazda-płatek śniegu

---

- ⇒ Część wymiarów znormalizowanych
  - poziomy wyższe wykorzystywane rzadko
  - oszczędność miejsca
- ⇒ Część wymiarów zdenormalizowanych
  - wszystkie poziomy wymiarów wykorzystywane często
  - efektywność zapytań
- ⇒ ang. starflake schema



## Modelowanie wymiarów – gwiazda/płatek śniegu (1)

---

- ⇒ Gwiazda: tabela wymiarów jest zdenormalizowana
- ⇒ Zaleta:
  - operacja roll-up wykonywana szybko (bez konieczności łączenia z tabelą poziomu nadrzędnego)
- ⇒ Wada:
  - na skutek redundancji danych rozmiar tabeli może być duży
    - np. wymiar Czas z ziarnem 1sek i horyzontem czasowym wymiaru 10 lat ⇒ 300 000 000 rekordów
    - astronomia, fizyka jądrowa, telekomunikacja
- ⇒ Płatek śniegu: tabele wymiaru są znormalizowane
  - mniejszy rozmiar poszczególnych tabel poziomów
  - operacja roll-up wykonywana wolniej (konieczność łączenia tabel poziomów)



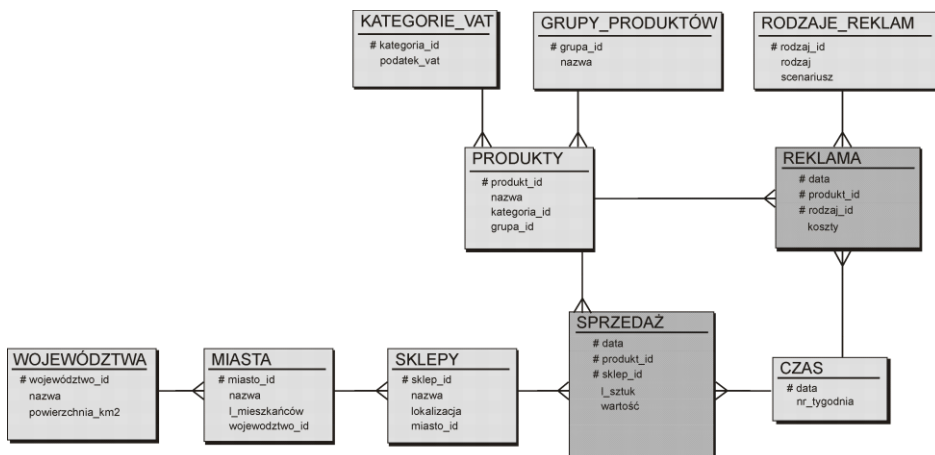
## Modelowanie wymiarów – gwiazda/płatek śniegu (2)

### W praktyce:

- atrybuty różnych poziomów często wykorzystywane w operacji roll-up ⇒ umieszczenie w **tej samej zdenomralizowanej** tabeli poziomu najniższego
- atrybuty rzadko wykorzystywane w roll-up ⇒ umieszczenie w **znormalizowanych tabelach** poziomów wyższych

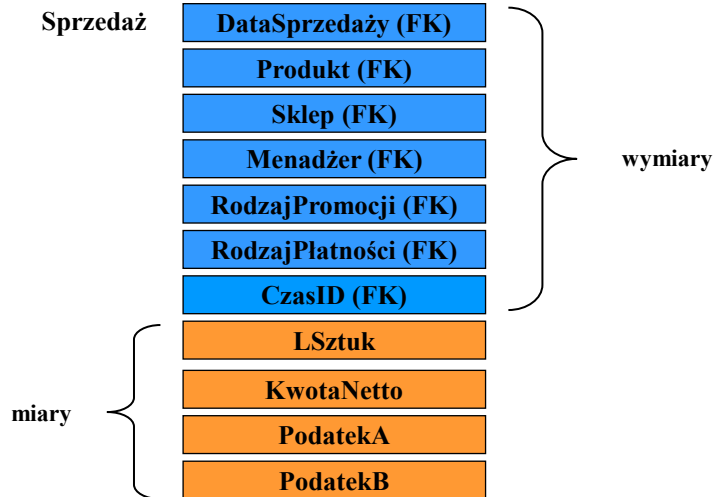


## Schemat konstelacji faktów





## Tabela faktów



## Tabela faktów

### ⇒ Tabela faktów bez miar (ang. factless fact)

- przechowuje pojedyncze fakty, z których każdy reprezentuje zdarzenie

#### SzkodyKomunikacyjne

RodzajSzkody(FK)
Ubezpieczony(FK)
CzasID (FK)





## Wymiar Czasu

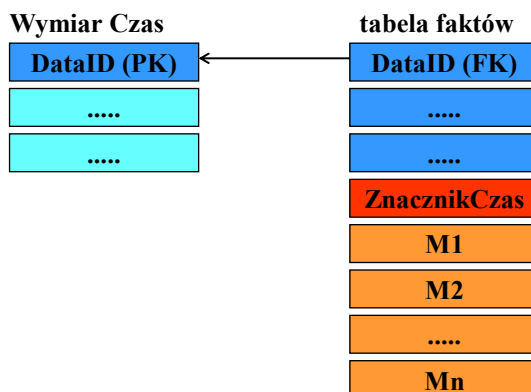
- ⇒ Występuje w większości schematów
- ⇒ Definiowana na początku budowy HD
- ⇒ Ziarno - zazwyczaj dzień
  - **DataID**
    - sztuczny identyfikator; wartości 1, 2, ..., n
    - wartość numeryczna 11032008 (11-03-2008)

DataID (PK)  
Data  
NazwaDnia  
NrDniaTyg  
NrDniaMies  
NrDniaRok  
NrDniaFiskMies  
NrDniaFiskRok  
CzyOstatniDzienTyg  
CzyOstatniDzienMies  
NrTygodniaRok  
NazwaMies  
NrMiesRok  
Kwartal  
Półrocze  
Rok  
NrTygodniaRokFisk  
NazwaMiesFisk  
NrMiesRokFisk  
KwartalFisk  
PółroczeFisk  
RokFisk  
CzyŚwięto  
CzyDzieńRoboczy  
CzyWeekend  
RodzajŚwięta



## Wymiar Czasu

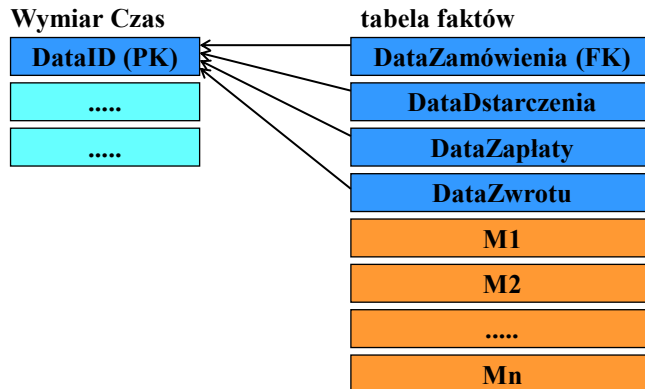
- ⇒ Rejestrowanie czasu z dokładnością > dni
  - znacznik czasowy w tabeli faktów





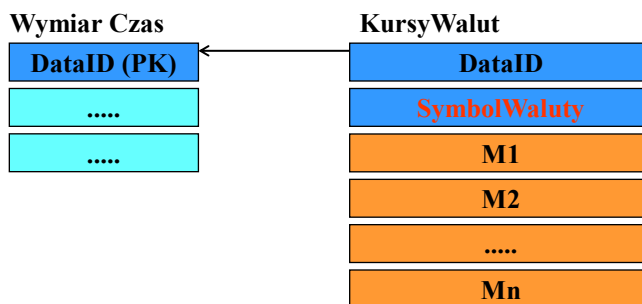
## Role wymiarów

- Ten sam wymiar jest łączony wielokrotnie z tabelą faktów, np. wymiar Czasu



## Role wymiarów

- Wymiar w tabeli faktów (fact dimension)



- Miara pełniąca rolę wymiaru
  - długość odcinka podróży



## Generowanie sztucznych ID

---

### ➤ Baza danych

- wyzwalacz - pogarsza efektywność HD i ETL
- sekwencja - rozwiązanie akceptowalne

### ➤ Sposób generowania

- wartości numeryczne - zadowalająca efektywność
- wartości znakowe
  - konkatenacja klucza naturalnego i znacznika czasowego (data i czas utworzenia w systemie źródłowym lub wczytania do HD)
    - niska efektywność
    - duży rozmiar wartości (kilkanaście B)



## Sztuczne ID

---

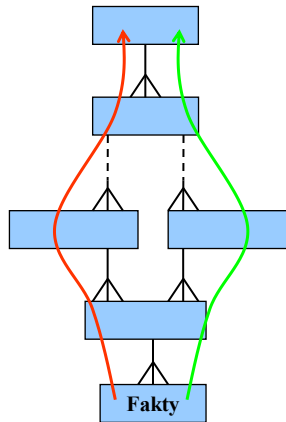
### ➤ Numeryczne

- brak semantyki
- chronologia wstawiania wartości reprezentowana kolejnymi wartościami
- odizolowanie wartości w HD od zmian wartości danych w źródłach
- dobrze wspierają integrację danych z wielu źródeł
- dobrze wspierają historię zmian instancji wymiaru



## Agregacja (1)

### ⇒ Ścieżka agregacji



## Agregacja (2)

### ⇒ Agregowalność (summarizability)

- możliwość agregowania wartości na poziomie wyższym (np. Miasto) w oparciu o agregaty z poziomu niższego (np. Sklep)

### ⇒ Kryteria poprawnej agregowalności

- **rozłączność** zbioru instancji
  - związek 1:M pomiędzy poziomem nadrzędnym i podrzędnym
  - instancja poziomu podrzędnego jest powiązana tylko z jedną instancją poziomu nadrzędnego
- **kompletność**
  - wszystkie instancje poziomów należą do instancji wymiaru
  - każda instancja poziomu podrzędnego jest powiązana z instancją poziomu nadrzędnego
- **właściwa funkcja agregująca**
  - zastosowanie właściwej funkcji agregującej dla danego typu miary



## Agregacja (3)

### ⇒ Typy miar (kryterium agregowalności)

- **addytywne** (additive, flow, rate) ⇒ zapewniają poprawną agregowalność dla **wszystkich** wymiarów
  - np. **liczba sprzedanych sztuk towaru** ⇒ możliwe agregowanie w wymiarze czasu, klienta, produktu, sklepu, dostawcy, ...
- **częściowo addytywne** (semiadditive, stock, level) ⇒ zapewniają poprawną agregowalność dla **niektórych** wymiarów
  - np. **liczba sztuk towaru w magazynie** ⇒ możliwe agregowanie w wymiarze magazynu (Magazyn → Miasto → Region), agregowanie w wymiarze czasu daje nieinterpretowalne wyniki
- **nieaddytywne** (nonadditive, value-per-unit) ⇒ nie podają interpretowalnych wartości zagregowanych w **żadnym** z wymiarów
  - np. **cena netto**, **kurs wymiany**, **kurs akcji** dla SUM



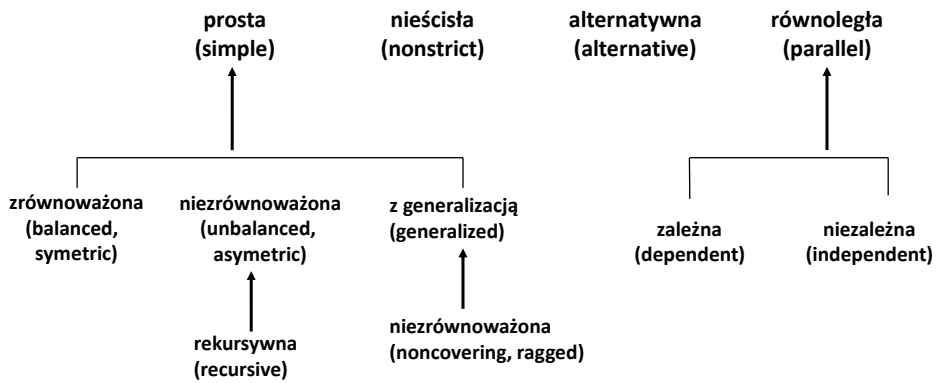
## Agregacja (4)

### ⇒ Typy miar (kryterium własności funkcji agregującej)

- **dystrybutywne** (distributive)
  - niezależne wyniki działania funkcji **F** na **n** podziorach zbioru danych **Z** są agregowane do jednego wyniku, który jest identyczny z wynikiem działania **F** na całym zbiorze **Z**
  - agregat na poziomie wyższym może być obliczony na podstawie agregatów na poziomie niższym
  - count, min, max, sum
- **algebraiczne** (algebraic)
  - obliczana na podstawie wyników działania funkcji dystrybutywnych
  - avg, stdev
- **holistyczne** (holistic)
  - do obliczenia wyników potrzebne są wszystkie dane elementarne
  - median



# Hierarchie wymiarów

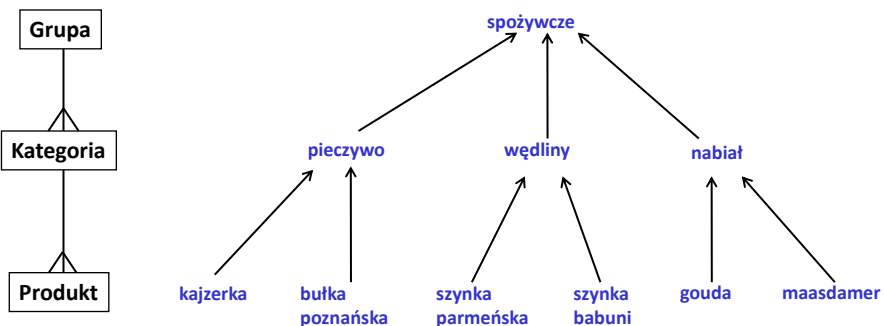


⇒ Malinowski E., Zimanyi E.: **Advanced Data Warehouse Design. From Conventional to Spatial and Temporal Applications.** Springer Verlag, 2008



# Hier. zrównoważona

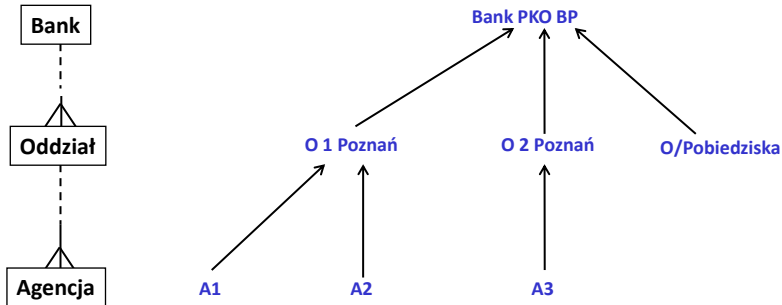
- ⇒ Posiada jedną ścieżkę agregacji w schemacie
- ⇒ Związek 1:M obustronnie obowiązkowy pomiędzy poziomem nadrzędnym, a podrzędnym





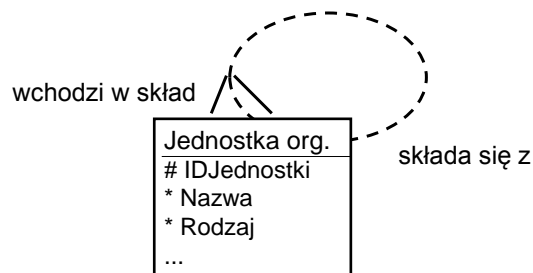
## Hier. nierównoważona (1)

- ⇒ Posiada jedną ścieżkę agregacji w schemacie
- ⇒ Związek 1:M pomiędzy poziomem nadrzędnym, a podrzędnym, opcjonalny od strony poziomu nadrzędnego



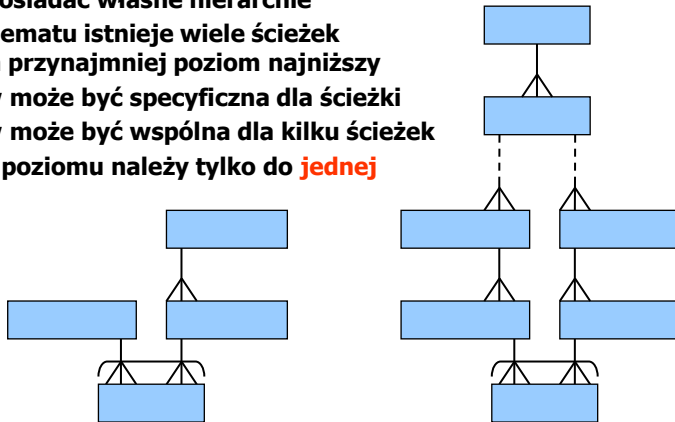
## Hier. nierównoważona (2)

- ⇒ Szczególny przypadek ⇒ hierarchia nierównoważona rekursywna

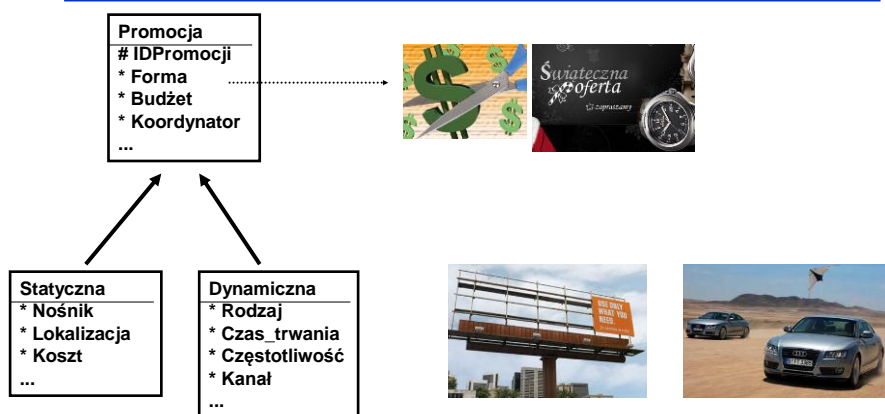


## Hier. z generalizacją

- ⇒ Poziomy wymiar są powiązane związkami generalizacji (nadtyp-podtyp)
- ⇒ Podtypy mogą posiadać własne hierarchie
- ⇒ Na poziomie schematu istnieje wiele ścieżek współdzielących przynajmniej poziom najniższy
- ⇒ Część poziomów może być specyficzna dla ścieżki
- ⇒ Część poziomów może być wspólna dla kilku ścieżek
- ⇒ Każda instancja poziomu należy tylko do **jednej** ścieżki

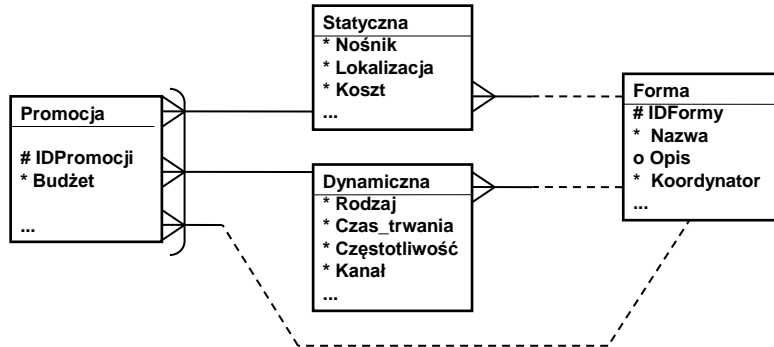


## Hier. z generalizacją





## Hier. z generalizacją



- ⇒ Specjalizacja częściowa ⇒ hierarchia niezrównoważona
- ⇒ Specjalizacja nierozłączna ⇒ problem z obliczaniem agregatów (agregowanie n razy tych samych wartości)
  - specjalizowana procedura agregująca
  - zlikwidowanie specjalizacji nierozłącznej w hierarchii wymiaru

## Hier. ścisła

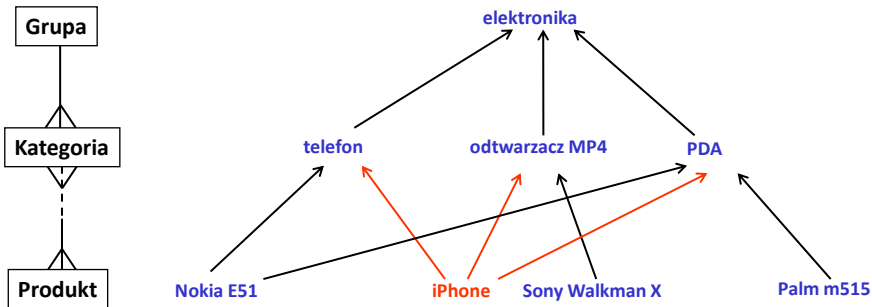
- ⇒ Na poziomie schematu wymiaru istnieją wyłącznie związki 1:M pomiędzy poziomem wyższym (1), a niższym (M)





## Hier. nieściła (1)

- ⇒ Na poziomie schematu wymiaru istnieje przynajmniej jeden związek M:N pomiędzy poziomami



- ⇒ Problem agregowania n razy tego samego produktu
  - sprzedaż elektroniki ⇒ iPhone liczony 3 razy



## Hier. nieściła (2)

### ⇒ Rozwiązania

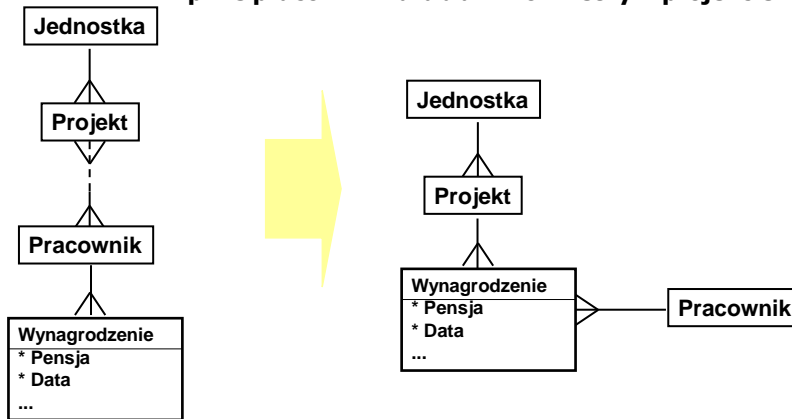
- wprowadzenie nowej kategorii, np. smartphone: {iPhone}
- wybór jednej kategorii (głównej) do której należy produkt w ścieżce agregacji
- dystrybucja wartości miar dla produktu pomiędzy kategorie
  - przyjęta odgórnie, np. telefon 40%, odtwarzacz MP4 20%, PDA 40%
  - równomierna: wartość miary podzielona przez liczbę kategorii do których należy produkt, np. 1/3 dla iPhone
- transformacja nieściłej hierarchii do ściłej



## Hier. nieściła (3)

⇒ Transformacja nieściła ⇒ ścista

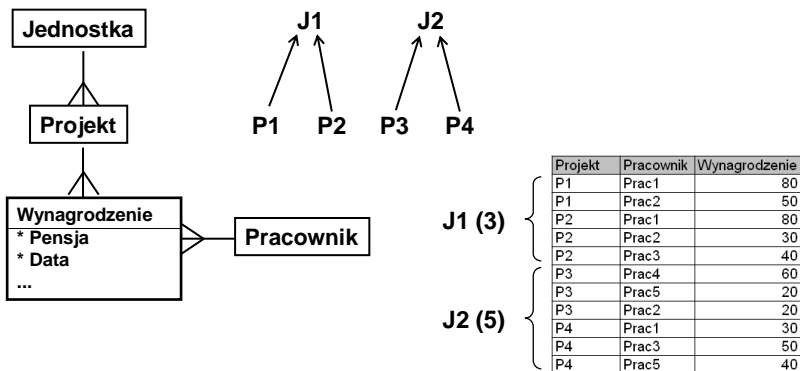
- możliwa jeśli znamy dokładną dystrybucję wartości miary, np. ile pracownik zarabia w konkretnym projekcie



## Hier. nieściła (4)

⇒ Problem

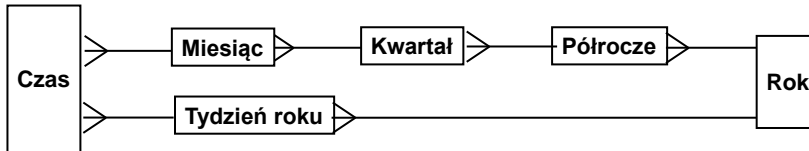
- zliczenie pracowników jednostek





## Hier. alternatywna (1)

- ↻ Złożona z hierarchii prostych współdzielących przynajmniej poziom najniższy
- ↻ Ścieżki analizy nie są wyłączone
- ↻ Agregacja każdą ścieżką dla poziomów współdzielonych daje **identyczne wyniki**, np. sprzedaż roczna
- ↻ Instancja wymiaru jest grafem ⇔ instancja podrzędna (czas) jest powiązana z **kilkoma** instancjami nadrzędnymi (miesiąc, tydzień), a każda z instancji nadrzędnych należy do innego poziomu
- ↻ Każda ścieżka agregacji prowadzi do tych samych instancji poziomów najniższego i najwyższego



R.Wrembel - Politechnika Poznańska, Instytut Informatyki

39



## Hier. alternatywna (2)

- ↻ **Problem**
  - **jednoczesna analiza danych wzdłuż obu ścieżek agregacji może prowadzić do źle interpretowanych wyników**
  - np. sprzedaż w 1 kwartale 2009 i 50 tygodniu 2009 ⇔ **brak danych**
  - **rozwiązanie: wybór jednej ścieżki agregacji w danej analizie**

R.Wrembel - Politechnika Poznańska, Instytut Informatyki

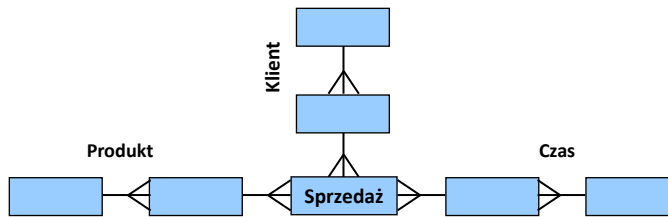
40



## Hier. równoległe (1)

⇒ **Niezależne (parallel independent hierarchies)** ⇒  
przypadek standardowy

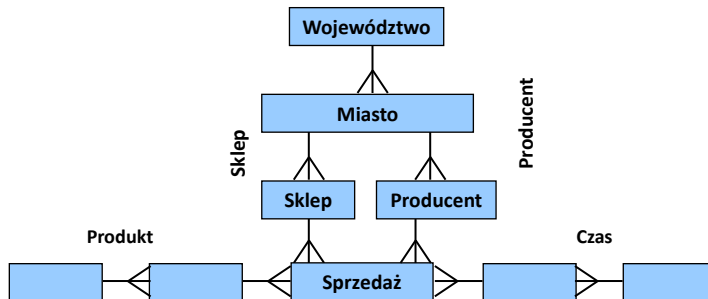
- brak współdzielenia poziomów pomiędzy hierarchiami
- każda hierarchia stanowi inne kryterium analizy, np. Produkt, Klient, Czas



## Hier. równoległe (2)

⇒ **Zależne (parallel dependent hierarchies)**

- współdzielenie poziomów pomiędzy hierarchiami
- każda hierarchia stanowi inne kryterium analizy

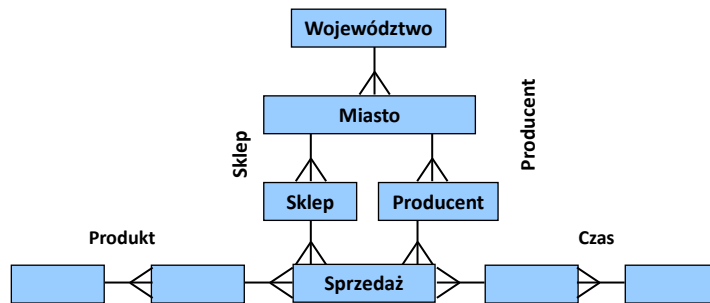


- analiza danych w kontekście obu hierarchii, np. wskaźniki sprzedaży w poszczególnych miastach danego producenta



## Hier. równoległe (3)

- agregacja danych na poziomach wspólnych, np. miasto, daje różne wyniki dla różnych ścieżek agregacji



## Praktyka

- W praktyce maksymalna liczba wymiarów to 15-18

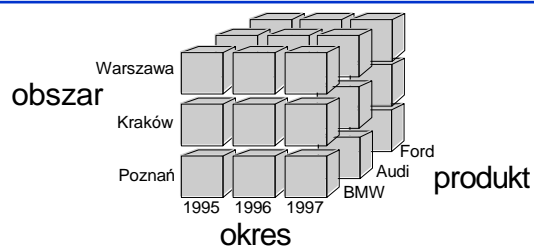


## Narzędzia do modelowania

- ⇒ DB2 Data Warehouse Center,
- ⇒ Sybase Warehouse Studio,
- ⇒ Microsoft Data Warehousing Framework,
- ⇒ SAP Data warehouse management,
- ⇒ NCR Teradata Warehouse Builder,
- ⇒ Oracle Designer6i/9i



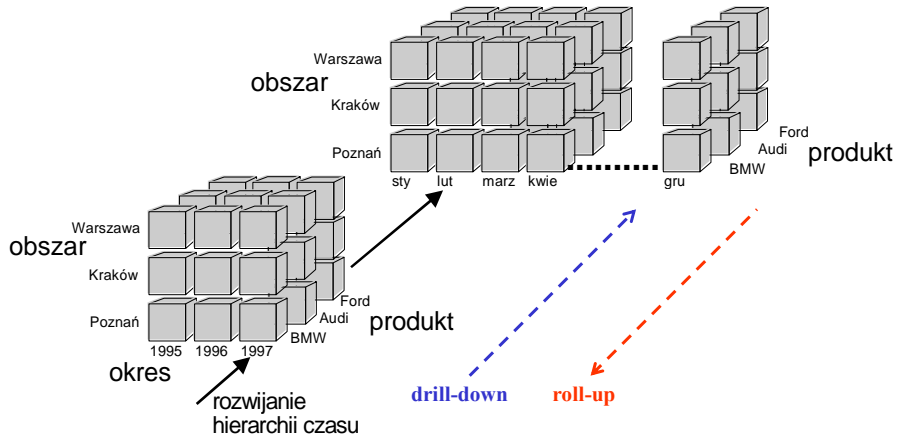
## Model wielowymiarowy



- ⇒ "Wielowymiarowa kostka" (data cube, hypercube)
- ⇒ Operacje
  - drill-down / roll-up
  - slice, dice
  - rotate (pivot)
  - drill-across
  - drill-through

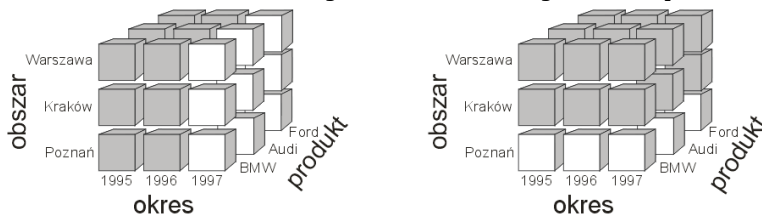


## Drill-down / roll-up

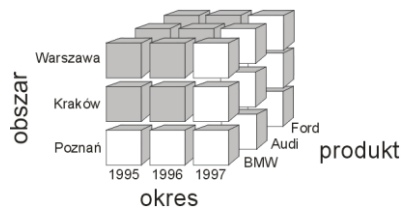


## Slice, dice

⇒ **Slice** ⇒ warunki selekcji nałożone na jeden wymiar



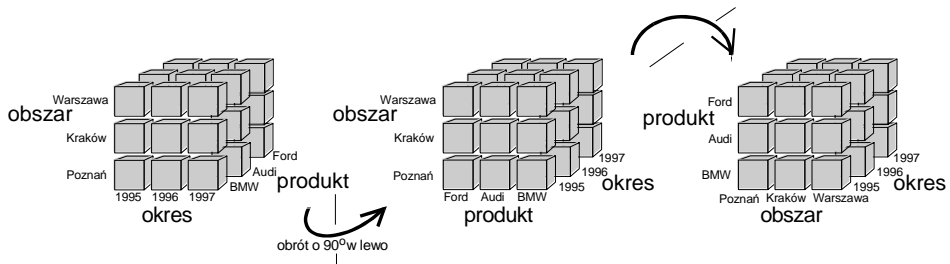
⇒ **Dice** ⇒ warunki selekcji nałożone na dwa wymiary





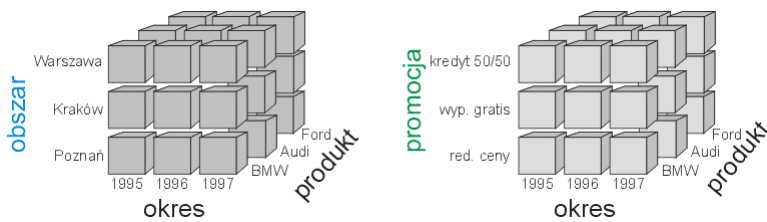


## Rotate (pivot)



## Drill-across

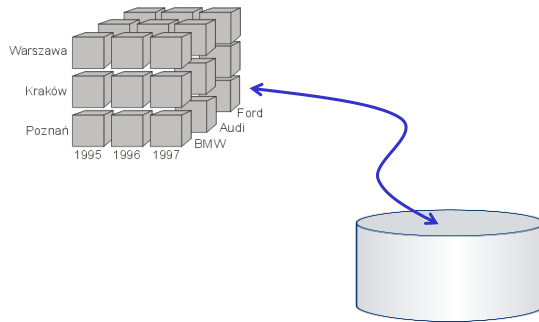
➤ Analiza danych z kilku kostek ⇒ kostki muszą mieć przynajmniej jeden wymiar wspólny





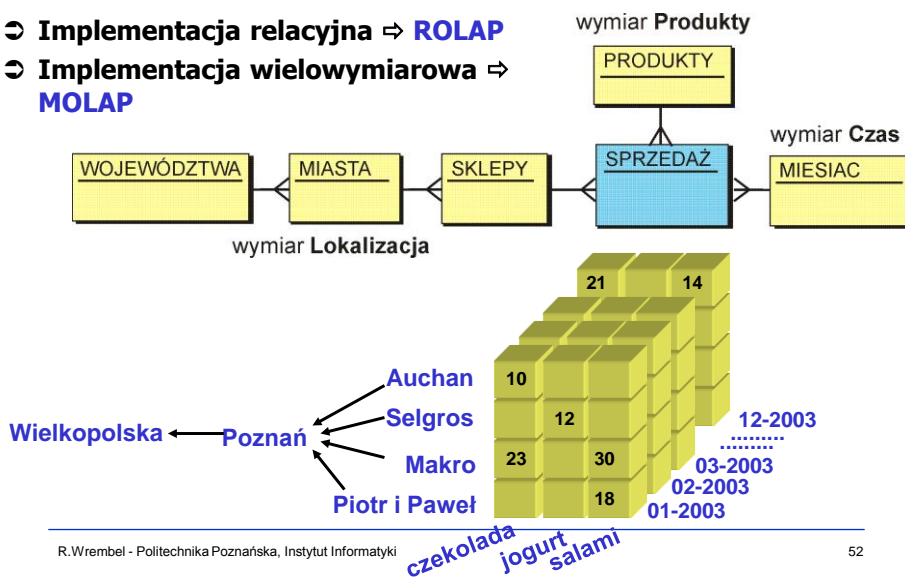
# Drill-through

⇒ Odczytanie i analiza danych elementarnych z centralnej HD (impl. ROLAP)



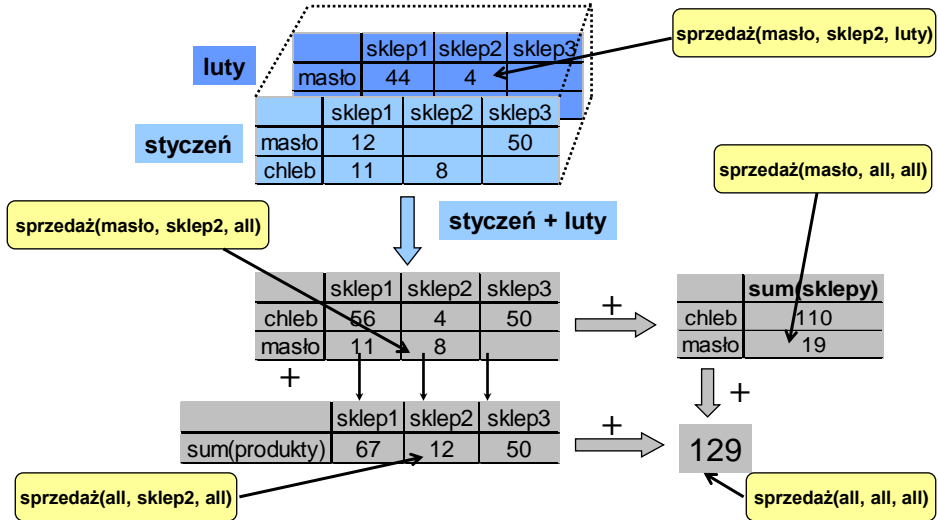
# ROLAP a MOLAP

⇒ Implementacja relacyjna ⇒ **ROLAP**  
⇒ Implementacja wielowymiarowa ⇒ **MOLAP**

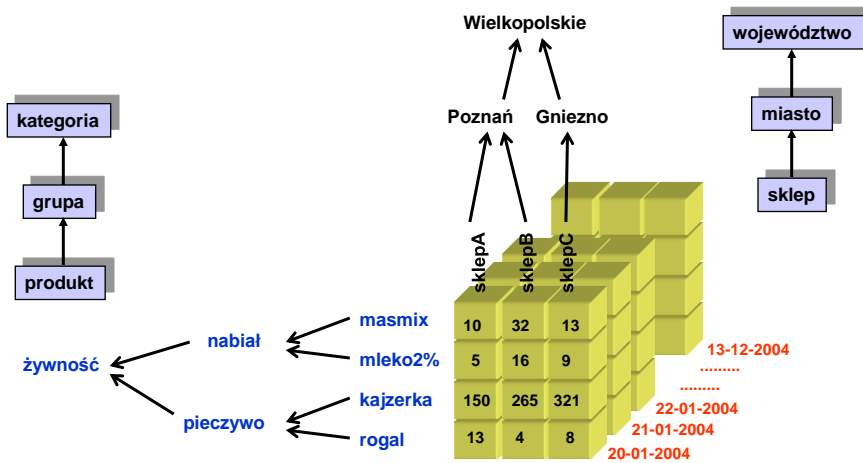




## Agregowanie danych w kostce



## Agregowanie w hierarchii wymiaru





## Implementacja MOLAP

---

- ⇒ Tablica wielowymiarowa
- ⇒ Tablica haszowa (SQL Server)
- ⇒ BLOB (Oracle)
- ⇒ Quad tree
- ⇒ K-D tree



## HOLAP

---

- ⇒ Dane elementarne i "słabo zagregowane" →  
ROLAP
- ⇒ Dane zagregowane (tematyczne HD) → MOLAP

# Modelowanie ROLAP

---



## Problematyka

---

- ⇒ Zidentyfikowanie faktów
- ⇒ Zidentyfikowanie kluczowych wymiarów
- ⇒ Zaprojektowanie tabel faktów
- ⇒ Zaprojektowanie tabel wymiarów



## ROLAP – zidentyfikowanie faktów

- ⇒ Zidentyfikowanie kluczowych typów transakcji w systemie produkcyjnym (realizują kluczowe akcje/operacje w obszarze działania przedsiębiorstwa)
- **handel:** transakcje sprzedaży
  - **bankowość:** kursy walut, operacje na rachunkach
  - **giełda:** wahania kursów akcji, operacje giełdowe
  - **ubezpieczenia:** wykupienie polisy, zmiana warunków polisy, zgłoszenie szkody, wypłacenie odszkodowania
  - **telekomunikacja:** zrealizowanie rozmowy przez abonenta, podłączenie telefonu, zawarcie umowy, zmiana abonamentu, płatności za abonament
  - **opieka zdrowotna:** przyjęcie pacjenta do szpitala, forma leczenia, wynik leczenia



## ROLAP – zidentyfikowanie wymiarów

- ⇒ Zidentyfikowanie kluczowych wymiarów dla faktów (określenie kontekstu analizy faktów)
- **handel:**
    - analiza **sprzedaży** w poszczególnych **miastach** i **okresach** czasowych
  - **bankowość:**
    - **wahania** kursów **walut** w poszczególnych **dniach**
    - analiza przyrostu **liczby** nowych rachunków w poszczególnych **miesiącach** z podziałem na **rodzaje rachunków**
  - **giełda:**
    - **wahania** kursów akcji poszczególnych **firm** w poszczególnych **dniach**
    - **liczba** zawartych **transakcji** kupna lub sprzedaży w jednostce **czasu** i łączne **kwoty** tych operacji
  - **ubezpieczenia:**
    - analiza przyrostu/spadku **liczby** polis poszczególnych **rodzajów** w **miastach** w poszczególnych **miesiącach**
  - **telekomunikacja:**
    - analiza rozkładu **czasu rozmów** poszczególnych **klientów** w czasie **doby**



## ROLAP – projektowanie schematu tabeli faktów (1)

- ⊙ **Poziom szczegółowości danych** ⇒ **rozmiar tabeli faktów**
  - rejestrowanie kwoty zakupu pojedynczego produktu
  - rejestrowanie sumarycznej kwoty zakupu całego koszka
  - rejestrowanie sumarycznej kwoty zakupu w miesiącu
- ⊙ **Horyzont czasowy danych**
  - **jak długo przechowywać dane na najwyższym poziomie szczegółowości?**
  - **opracowanie strategii agregowania danych starszych**
    - **raporty roczne** ⇒ najczęściej wystarczają agregaty sumujące fakty z dokładnością do miesiąca
    - **raporty agregujące dane sprzed kilku lat** ⇒ najczęściej wystarczają agregaty sumujące fakty z dokładnością do miesiąca, kwartału, lub roku



## ROLAP – projektowanie schematu tabeli faktów (2)

- ⊙ **Właściwy zbiór atrybutów tabeli faktów**
- ⊙ **Usunięcie zbędnych atrybutów** ⇒ **rozmiar tabeli faktów**
  - czy atrybut wnosi nową/niezbędną wiedzę o fakcie?
  - czy wartość atrybutu można wyliczyć?
- ⊙ **Minimalizacja rozmiarów atrybutów**
  - **przykład: telekomunikacja**
    - tabela wymiaru Abonenci zawiera  $8 \cdot 10^6$  abonentów
    - każdy abonent dzwoni średnio 2 razy dziennie
    - roczny horyzont czasowy tabeli faktów
    - zmniejszenie długości rekordów tabeli faktów o 10B ⇒ zyskujemy 54GB



## ROLAP – klucze podstawowe i obce

---

- ⇒ Klucze naturalne
  - nr rejestracyjny pojazdu, VIN, nr rachunku, NIP, PESEL
- ⇒ Klucze sztuczne – generowane automatycznie przez system
  - nr klienta, id produktu, nr transakcji
- ⇒ Połączenie tabeli wymiaru i faktów za pomocą klucza podstawowego-obcego
  - pokaż liczbę szkód pojazdu o numerze rejestracyjnym xxx w ostatnim roku ⇒ **zapytanie wyłącznie do tabeli faktów**
- ⇒ Jeśli wartość klucza podstawowego może się zmienić ⇒ wysoki koszt uaktualnienia faktów
  - sytuacja mało prawdopodobna
  - **uwaga: nr rachunku!**



## Reprezentowanie czasu w tabeli faktów (1)

---

- ⇒ Sztuczny identyfikator (data\_id)
  - konieczność łączenia z tabelą wymiaru czasu
- ⇒ Naturalny identyfikator (data, timestamp) – składowanie fizycznej daty
  - sposób bardziej efektywny
  - większość analiz wykonuje się w wymiarze czasu
  - zapytanie nie zawiera połączenia z tabelą wymiaru czasu
- ⇒ Składowanie przesunięcia czasowego
- ⇒ Składowanie zakresów dat





## Reprezentowanie czasu w tabeli faktów (2)

- Składowanie przesunięcia czasowego
  - partycjonowane tabele faktów

Platnosci_styczen2004		
klient_id	kwota	nr_dnia
100	57.60	1
203	123.90	1
4005	99.00	2
205	79.40	3
111	205.90	3
5008	432.00	13
23	332.40	14
567	87.00	31

Platnosci_luty2004		
klient_id	kwota	nr_dnia
100	57.60	1
203	123.90	2
4005	99.00	3
205	79.40	4
111	205.90	5
5008	432.00	28
23	332.40	29
567	87.00	29



## Reprezentowanie czasu w tabeli faktów (3)

- Składowanie przesunięcia czasowego
- Wada:
  - konieczność konwersji daty z zapytania użytkownika do postaci przesunięcia czasowego
    - perspektywa
- Zaleta:
  - podział dużej tabeli na mniejsze, z których każda może być adresowana w zapytaniu niezależnie
  - mniejszy rozmiar atrybutu reprezentującego datę (1B)

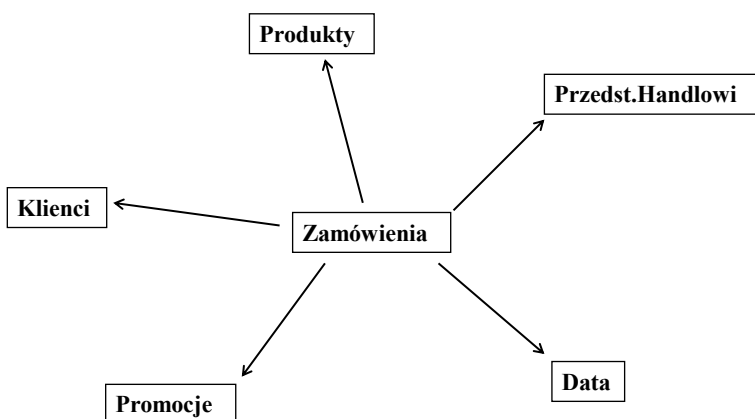


## Reprezentowanie czasu w tabeli faktów (4)

- **Składowanie zakresów dat**
  - np. atrybuty: data\_od, data\_do
  - stan magazynu supermarketu
  - sprzedaż w okresie
- **Wada:** bardziej złożone zapytanie testujące warunki początku i końca okresu
- **Zaleta:** zmniejszenie liczby rekordów w tabeli faktów
- **Zaleta:** rozszerzenie zakresu ważności rekordu poprzez zmodyfikowanie wartości data\_do
  - np. liczba produktów w magazynie nie ulega zmianie w danym dniu ⇒ zmodyfikuj wartość data\_do dla tego produktu



## Model ogólny





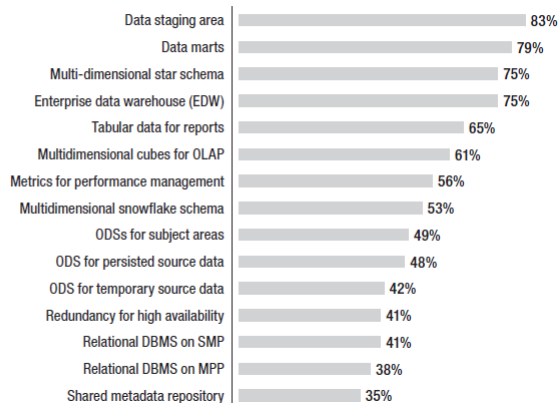
## Wymiary wolnozmiennie - problem

- **Nowe instancje wymiaru**
  - np. nowe sklepy, produkty, taryfy
- **Modyfikacje wartości atrybutów**
  - np. zmiana ceny brutto produktu, zmiana widełek w taryfikatorze mandatów
- **Zmiana struktury instancji wymiaru**
  - np. zmiana klasyfikacji produktu do innej grupy
  - zmiana struktury organizacyjnej (województwa, WE PP)
- **Konieczność uaktualniania instancji wymiarów**
- **Rozwiązanie: R. Kimball** ⇨ **Slowly Changing Dimensions**



## Summary

Top 15 Data Warehouse Architectural Components Used Today

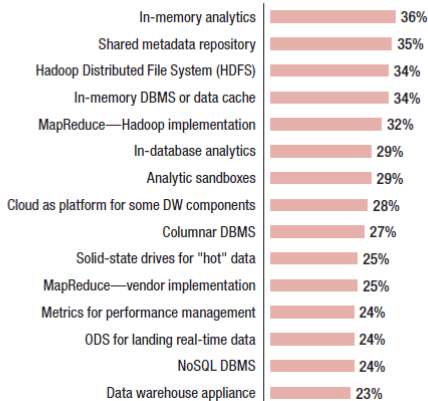


- **TDWI Research: Evolving Data Warehouse Architectures In the Age of Big Data, 2014**



## Summary

### Top 15 Data Warehouse Architectural Components to be Adopted Within Three Years



### ➤ TDWI Research: Evolving Data Warehouse Architectures In the Age of Big Data, 2014

R.Wrembel - Politechnika Poznańska, Instytut Informatyki

71



## Ćwiczenie - operator aukcji internetowych

### Wymagane analizy:

- Liczba otwartych aukcji w danym okresie
- Liczba zakończonych aukcji w danym okresie
- Ranking sprzedawców/kupujących z punktu widzenia opinii
- Ranking sprzedawców/kupujących z punktu widzenia kwot sprzedaży
- Porównanie zysków operatora w kolejnych okresach (miesiąc, kwartał, półrocze, rok)
- Porównanie liczby zakończonych aukcji w poszczególnych okresach z podziałem na kraje

R.Wrembel - Politechnika Poznańska, Instytut Informatyki

72