
 **deti** departamento de electrónica, telecomunicações e informática

# Algebra relacyjna

Baza danych - 2020/21  
Carlosa Costy

1



## Wstęp

### Język zapytań/przesłuchań DB

- Algebra relacyjna
  - § Język formalny modelu relacyjnego
  - § Podstawowy zestaw operacji
- Inny język formalny: *rachunek relacyjny*
- Języki formalne stanowią teoretyczną podstawę języka zapytań stosowanego w praktyce.
- Praktyczny język Modelu Relacyjnego
  - § SQL

dwa

dwa

## Algebra relacyjna



### pytania ?

- § Jak powinien wyglądać język zapytań BD? Jakie są
- § pytania?
- § Jak wyniki?

### • Wyrażenia algebry relacyjnej (język).

- § Kolejność operacji algebry relacyjnej.
- § Pozwalają sformułować podstawowe prośby o uzyskanie informacji o jednym lub kilku związkach.

### • Sformułowanie pytania:

- § zbiór operatorów operujących na relacjach zwraca
- § nową relację

### • Przystudiujmy zestaw operacji...

3

3

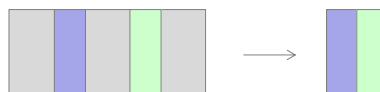
## Algebra relacyjna - podstawowe operacje



### • Wybór



### • Projektcja



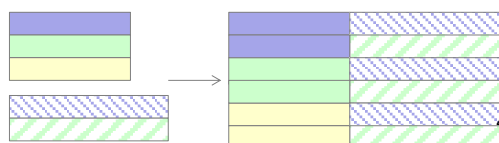
### • Unia



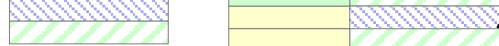
### • Różnica



### • Produkt kartezjański




### • Zmiana nazwy




4

4



## Wybór




- Notacja:  $\sigma_{\langle \text{warunek wyboru} \rangle}(R)$ 
  - § Służy do wybierania podzbioru krotek z stosunek ( $t \in R$ ), które spełniają kryteria wyboru.
  - § "warunek wyboru" jest wyrażeniem boolowskim.

$\text{Relacja2} \leftarrow \sigma_{\langle \text{warunek wyboru} \rangle}(\text{Relacja1})$

- § Wynikiem jest nowa relacja (Relation2), która ma a ten sam schemat relacyjny co oryginał (Relacja1).

5

5



## Wybór — predykat

- Operatory porównania
  - § Pozwól porównać dwa atrybuty lub atrybut z wartością.
  - § Operandy: Nazwy atrybutów i stałych.
  - § Operatory: =, =/≤, ≥, <, >
  - § Przykłady:

$\sigma_{\text{Obrażenia}=4}(\text{PRACOWNIK})$   
 $\sigma_{\text{Wynagrodzenie}>30000}(\text{PRACOWNIK})$

- Warunki logiczne
  - § Użycie AND, OR i NOT.
  - § Przykład:

$\sigma_{(\text{Dnr}=4 \text{ I } \text{Wynagrodzenie}>25000) \text{ LUB } (\text{Dnr}=5 \text{ I } \text{Wynagrodzenie}>30000)}(\text{PRACOWNIK})$

6

6

deti

## Selekcja — przykład

**EMPLOYEE**

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	NULL	1

$\sigma_{(Dno=4 \vee Wynagrodzenie > 25000) \vee (Dno=5 \vee Wynagrodzenie > 30000)}(PRACOWNIK)$

**Zapytanie SQL (następna klasa...)**

WYBIERZ \* Z PRACOWNIKA GDZIE  
 Dno=4 I Wynagrodzenie>25000  
 OR Dno=5 AND Wynagrodzenie>30000;

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5

7

7

deti

## Występ

- Notacja:  $\pi_{\langle \text{lista atrybutów} \rangle}(R)$   
 $\S \langle \text{lista atrybutów} \rangle = A_1, A_2, \dots, A_k$   
 $\S A_1 \dots A_k$  to nazwy atrybutów relacji  $R$
- Wynikiem jest nowa relacja zawierająca tylko  $k$  wybranych atrybutów.
- Zdublikowane wiersze są usuwane z wyniku.  
 $\S$  Ustaw warunek (*ustawić*)

8

8



## Projekcja — przykład

EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	NULL	1

$\Pi_{\text{Imię, Imię, Wynagrodzenie}}(\text{PRACOWNIK})$

zapytanie SQL:

WYBIERZ RÓŻNE Imię, Imię, Wynagrodzenie  
OD PRACOWNIKA;

Lname	Fname	Salary
Smith	John	30000
Wong	Franklin	40000
Zelaya	Alicia	25000
Wallace	Jennifer	43000
Narayan	Ramesh	38000
English	Joyce	25000
Jabbar	Ahmad	25000
Borg	James	55000

9

9



## Łańcuch operacji

- $\Pi_{\text{Imię, Imię, Wynagrodzenie}}(\sigma_{\text{obraznia}=5}(\text{PRACOWNIK}))$
- Jeśli chcemy zmienić nazwę atrybutów i relacji:

$\text{TEMP} \leftarrow \sigma_{\text{obraznia}=5}(\text{PRACOWNIK})$

$R(\text{Imię, Nazwisko, Wynagrodzenie}) \leftarrow \Pi_{\text{Imię, Imię, Wynagrodzenie}}(\text{TEMP})$

TEMP

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5

R

First_name	Last_name	Salary
John	Smith	30000
Franklin	Wong	40000
Ramesh	Narayan	38000
Joyce	English	25000

10

10

## Zmiana nazwy

- [illegible]

$$\underline{\text{Lub}} \rho \ (B1, B2, \dots, Bn)(R1)$$

§W pierwszym przypadku wynikiem jest nowa relacja R2 z zmienione nazwy atrybutów (B1, B2, ..., Bn).

SW drugim przypadku po prostu zmieniamy nazwę relacji.

§W trzecim zmieniamy tylko nazwy atrybutów.

**zapytanie SQL:**

SELECT E.Nazwa AS Imię, E.Lnazwa AS Nazwisko, E.Wynagrodzenie AS Wynagrodzenie  
OD PRACOWNIKA JAK E  
GDZIE E.Dnr=5;

Wybór

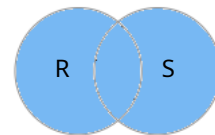
A1: PRACOWNIK  
R2: I  
Imię -> Imię  
Lnazwa -> Nazwisko

11

11

## Jedność

- Notacja:  $RUS = \{t: t \in R \vee t \in S\}$
- Tabele muszą być kompatybilne
  - § Ta sama liczba atrybutów
  - § Atrybuty z kompatybilnymi domenami
- Wynikiem jest relacja zawierająca wszystkie krotki R i S



§Zduplikowane krotki są eliminowane

STUDENT	
Fn	Ln
Susan	Yao
Ramesh	Shah
Johnny	Kohler
Barbara	Jones
Amy	Ford
Jimmy	Wang
Ernest	Gilbert

U

INSTRUCTOR	
Fname	Lname
John	Smith
Ricardo	Browne
Susan	Yao
Francis	Johnson
Ramesh	Shah



F <sub>n</sub>	L <sub>n</sub>
Susan	Yao
Ramesh	Shah
Johnny	Kohler
Barbara	Jones
Amy	Ford
Jimmy	Wang
Ernest	Gilbert
John	Smith
Ricardo	Browne
Francis	Johnson

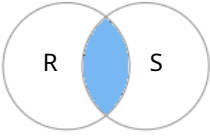
12

12

deti

### skrzyżowanie

- Notacja:  $R \cap S = \{t: t \in R \wedge t \in S\}$
- Tabele muszą być kompatybilne
  - § Ta sama liczba atrybutów
  - § Atrybuty z kompatybilnymi domenami
- Rezultatem jest relacja zawierająca krotki istniejące jednocześnie w R i S
  - § Zdublikowane krotki są eliminowane



Fn	Ln
Susan	Yao
Ramesh	Shah
Johnny	Kohler
Barbara	Jones
Amy	Ford
Jimmy	Wang
Ernest	Gilbert

∩

Fname	Lname
John	Smith
Ricardo	Browne
Susan	Yao
Francis	Johnson
Ramesh	Shah

→

Fn	Ln
Susan	Yao
Ramesh	Shah

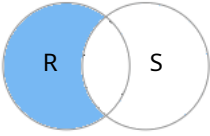
13

13

deti

### Różnica

- Notacja:  $R - S = \{t: t \in R \wedge t \notin S\}$
- Tabele muszą być kompatybilne
  - § Ta sama liczba atrybutów
  - § Atrybuty z kompatybilnymi domenami
- Rezultatem jest relacja zawierająca krotki R, które nie istnieją w S



Fn	Ln
Susan	Yao
Ramesh	Shah
Johnny	Kohler
Barbara	Jones
Amy	Ford
Jimmy	Wang
Ernest	Gilbert

-

Fname	Lname
John	Smith
Ricardo	Browne
Susan	Yao
Francis	Johnson
Ramesh	Shah

→

Fn	Ln
Johnny	Kohler
Barbara	Jones
Amy	Ford
Jimmy	Wang
Ernest	Gilbert

14

14

## Unia, przecięcie i różnica



- W języku SQL istnieją następujące polecenia  
§ UNION (ALL), PRZECIĘCIE (ALL) i OPRÓCZ (ALL)

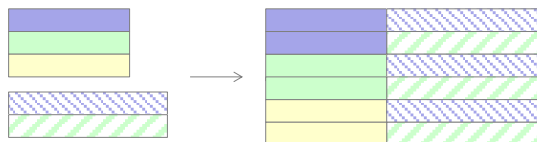
Nieruchomości:

- Suma i Przecięcie to operacje przemienne:  
§  $R \cup S = S \cup R$  i  $R \cap S = S \cap R$
- Różnica nie jest przemienne:  
§  $R - S \neq S - R$
- Suma i Przecięcie są operacjami asocjacyjnymi:  
§  $R \cup (S \cap T) = (R \cup S) \cap (R \cup T)$

15

15

## Produkt kartezjański



- Notacja:  $R \times S$
- Pozwala nam łączyć krotki z różnych relacji.

§ Rezultatem jest nowa relacja (Q), która łączy każdą z nich element (krotka) relacji (R) z elementem (krotka) drugiej relacji (S):

$$Q(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m) = R(A_1, A_2, \dots, A_n) \times S(B_1, B_2, \dots, B_m)$$

§ Liczba krotek Q wynosi  $n \cdot m$ .

16

• Wielka Brytania: „ŁĄCZENIE KRZYŻOWE”

16



deti

**stanowisko**

**EMPNames**

Fname	Lname	Ssn
Alicia	Zelaya	999887777
Jennifer	Wallace	987654321
Joyce	English	453453453

**DEPENDENT**

Essn	Dependent_name	Sex	Bdate	Relationship
333445555	Alice	F	1986-04-05	Daughter
333445555	Theodore	M	1983-10-25	Son
333445555	Joy	F	1958-05-03	Spouse
987654321	Abner	M	1942-02-28	Spouse
123456789	Michael	M	1988-01-04	Son
123456789	Alice	F	1988-12-30	Daughter
123456789	Elizabeth	F	1967-05-05	Spouse

**NAZWY X ZALEŻNY**

Fname	Lname	Ssn	Essn	Dependent_name	Sex	Bdate	...
Alicia	Zelaya	999887777	333445555	Alice	F	1986-04-05	...
Alicia	Zelaya	999887777	333445555	Theodore	M	1983-10-25	...
Alicia	Zelaya	999887777	333445555	Joy	F	1958-05-03	...
Alicia	Zelaya	999887777	987654321	Abner	M	1942-02-28	...
999887777	123456789	Michael	M	1988-01-04	...	...	...
999887777	123456789	Alice	F	1988-12-30	...	...	...
999887777	123456789	Elizabeth	F	1967-05-05	...	...	...
987654321	333445555	Alice	F	1986-04-05	...	...	...
987654321	333445555	Theodore	M	1983-10-25	...	...	...
987654321	333445555	Joy	F	1958-05-03	...	...	...
987654321	987654321	Abner	M	1942-02-28	...	...	...
987654321	123456789	Michael	M	1988-01-04	...	...	...
987654321	123456789	Alice	F	1988-12-30	...	...	...
Jennifer	Wallace	987654321	123456789	Elizabeth	F	1967-05-05	...
Joyce	English	453453453	333445555	Alice	F	1986-04-05	...
Joyce	English	453453453	333445555	Theodore	M	1983-10-25	...
Joyce	English	453453453	333445555	Joy	F	1958-05-03	...
Joyce	English	453453453	987654321	Abner	M	1942-02-28	...
Joyce	English	453453453	123456789	Michael	M	1988-01-04	...
Joyce	English	453453453	123456789	Alice	F	1988-12-30	...
Joyce	English	453453453	123456789	Elizabeth	F	1967-05-05	...

17

17

deti

## WęzełQ (DOŁĄCZ DO TETA)

- Notacja:  $R \bowtie S$

Można to postrzegać jako wynik następującego operację:

**$R_3 \leftarrow R_1 \times R_2$**  (produkt kartezjański)

**$\sigma_W(R_3)$**  (wybór z warunkiem c)

$\sigma_C$  to <warunek łączenia>, który może przybrać następującą postać:

**<warunek> ORAZ <warunek> ORAZ ... ORAZ <warunek>**

W każdym <condition> możemy zastosować operatory porównania:

**=, <, ≤, >, ≥, ≠**

18

18



## WęzełQ (THETA DOŁĄCZ) - Przykład

- Chcemy poznać nazwiska kierowników działów

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	90000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	668894444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	NULL	1

Dname	Dnumber	Mgr_ssn	Mgr_start_date
Research	5	333445555	1988-05-22
Administration	4	987654321	1995-01-01
Headquarters	1	888665555	1981-06-19

Aby uzyskać nazwiska kierowników, musimy połączyć każdą krotkę działu (Department) z krotką pracowników (Employee), których Ssn jest równy Mgr\_ssn.

DEPT\_MGR ← DZIAŁ ⋈ Mgr\_ssn=Ssn PRACOWNIK

Dname	Dnumber	Mgr_ssn	...	Fname	Minit	Lname	Ssn	...
Research	5	333445555	...	Franklin	T	Wong	333445555	...
Administration	4	987654321	...	Jennifer	S	Wallace	987654321	...
Headquarters	1	888665555	...	James	E	Borg	888665555	...

Następnie wystarczy użyć projekcji, aby uzyskać pożądane atrybuty:

WYNIK ← π(Dname, Lname, Fname)(DEPT\_MGR)

19

19



## Skrzyżowanie – warianty stykówCo

- Łączenie równorzędne (EquiJoin)
  - § Operator = jest używany w warunku łączenia. Poprzedni
  - § przykład: DZIAŁ ⋈ Mgr\_ssn=Ssn PRACOWNIK.
  - § Zawsze będziemy mieć dwie powtarzające się kolumny.
- Połączenie naturalne: R ⋈ S
  - § Warunek niejawnny: równość ztrybuty Jak Takie samo imię.
  - § Powtarzające się atrybuty są usuwane.
  - § Uwaga: Często zmieniasz nazwy kolumn, aby ułatwić naturalne łączenie.

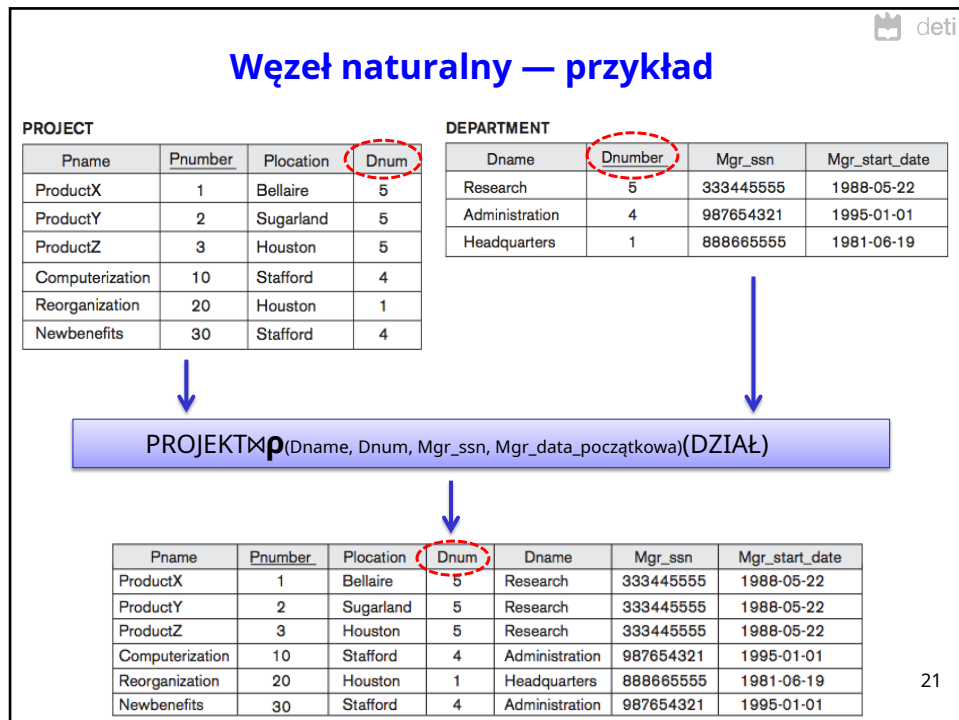
R		S	
x	y	y	z
The	w	D	G
B	D	To jest	H

→

x	y	z
B	D	G

20

20



21

deti

## Dział

- Notacja:  $R \div S$ 

Biorąc pod uwagę relacje  $R(A_1, \dots, A_r, B_1, \dots, B_k)$  i  $S(B_1, \dots, B_k)$

Wynik będzie zawierał wszystkie krotki  $R_1(A_1, \dots, A_r)$  że dopasuj wszystkie krotki  $S$  w  $R_2(B_1, \dots, B_k)$ .

  - **$R_1$  i  $R_2$  są rzutami  $R$**

liczba atrybutów  $R >$  liczba atrybutów  $S$ .
- W SQL nie ma operatora realizującego dzielenie.  
Musimy odwołać się do podstawowych operatorów:

$$R \div S = \pi_{KUPA \text{ ŚMIECHU}}(R) - \pi_{KUPA \text{ ŚMIECHU}}((\pi_{KUPA \text{ ŚMIECHU}}(R) \times S) - R)$$

gdzie  $\pi_{KUPA \text{ ŚMIECHU}} \rightarrow \pi(A_1, \dots, \text{Powietrze})$

22

22

deti

## Podział - przykłady

R

A	B
The	w
B	w
The	D
B	
The	
The	

S

B
w
D

T

A
The

$\div$

Dział

szkoda	Nazwa	Lokalizacja
1	Badania	Houston
dwa	handlowy	bellaire
3	Administracja	TAM
dwa	handlowy	Houston
4	Siedziba	bellaire
dwa	handlowy	TAM

Lokalizacja

Lokalizacja
Houston
bellaire
TAM

szkoda	Nazwa
dwa	handlowy

$\div$

Oddziały, które istnieją w Wszystkie lokacje?

23

23

deti

## Algebra relacyjna operacji - podsumowanie

OPERATION	PURPOSE	NOTATION
SELECT	Selects all tuples that satisfy the selection condition from a relation $R$ .	$\sigma_{\langle \text{selection condition} \rangle}(R)$
PROJECT	Produces a new relation with only some of the attributes of $R$ , and removes duplicate tuples.	$\pi_{\langle \text{attribute list} \rangle}(R)$
THETA JOIN	Produces all combinations of tuples from $R_1$ and $R_2$ that satisfy the join condition.	$R_1 \bowtie_{\langle \text{join condition} \rangle} R_2$
EQUIJOIN	Produces all the combinations of tuples from $R_1$ and $R_2$ that satisfy a join condition with only equality comparisons.	$R_1 \bowtie_{\langle \text{join condition} \rangle} R_2$ , OR $R_1 \bowtie_{\langle \text{join attributes } 1 \rangle, \langle \text{join attributes } 2 \rangle} R_2$
NATURAL JOIN	Same as EQUIJOIN except that the join attributes of $R_2$ are not included in the resulting relation; if the join attributes have the same names, they do not have to be specified at all.	$R_1 \star_{\langle \text{join condition} \rangle} R_2$ , OR $R_1 \star_{\langle \text{join attributes } 1 \rangle, \langle \text{join attributes } 2 \rangle} R_2$
UNION	Produces a relation that includes all the tuples in $R_1$ or $R_2$ or both $R_1$ and $R_2$ ; $R_1$ and $R_2$ must be union compatible.	$R_1 \cup R_2$
INTERSECTION	Produces a relation that includes all the tuples in both $R_1$ and $R_2$ ; $R_1$ and $R_2$ must be union compatible.	$R_1 \cap R_2$
DIFFERENCE	Produces a relation that includes all the tuples in $R_1$ that are not in $R_2$ ; $R_1$ and $R_2$ must be union compatible.	$R_1 - R_2$
CARTESIAN PRODUCT	Produces a relation that has the attributes of $R_1$ and $R_2$ and includes as tuples all possible combinations of tuples from $R_1$ and $R_2$ .	$R_1 \times R_2$
DIVISION	Produces a relation $R(X)$ that includes all tuples $t[X]$ in $R_1(Z)$ that appear in $R_1$ in combination with every tuple from $R_2(Y)$ , where $Z = X \cup Y$ .	$R_1(Z) \div R_2(Y)$

24

24

## Algebra relacyjna - operacje rozszerzone



- Częściowe łączenie (częściowe łączenie)

§Lewe półdołączenie §

Prawe półdołączenie

- Połączenie zewnętrzne (połączenie zewnętrzne)

§Lewe złącze zewnętrzne §

Prawe złącze zewnętrzne §

Pełne połączenie zewnętrzne

- Agregacja

§Funkcje agregujące

25

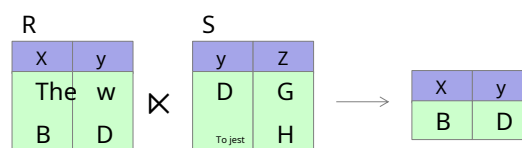
25

### Częściowo dołącz



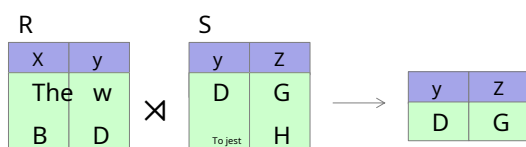
- Lewy Pół Dołącz:  $R \ltimes S = \pi_R(R \bowtie S)$

Rzut atrybutów R w naturalnym połączeniu R z S



- Prawidłowy Pół Dołącz:  $R \bowtie S = \pi_S(R \bowtie S)$

Rzut atrybutów S w naturalnym połączeniu R z S



26

26



### Połączenie wewnętrzne a połączenie zewnętrzne

#### Połączenie wewnętrzne

§Poprzednie operacje łączenia łączą dane z dwie tabele, aby można je było przedstawić w formie pojedynczego stolika.

§Krotki niepowiązane (*dopasowanie*) oni są odrzucona.

- W tym krotki z wartościami Null w atrybutach łączenia.

#### Połączenie zewnętrzne

§W wyniku uwzględniamy wszystkie krotki z jednego (lub z obu) relacji składowych.

§Atrybuty, których nie mapasujące są wypełnione z Nullem.

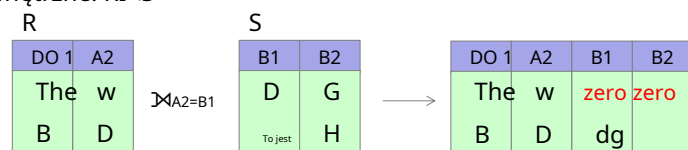
27

27

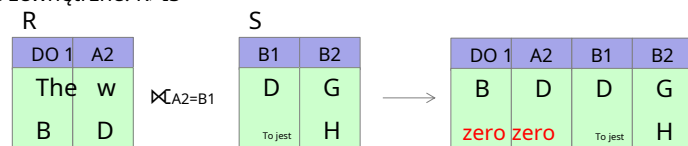


### Połączenie zewnętrzne

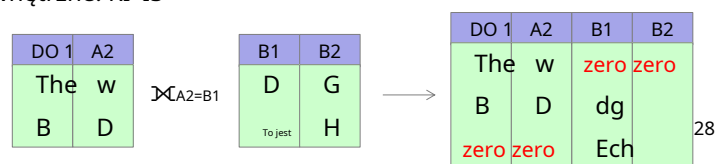
- LewyZłącze zewnętrzne:  $R \bowtie S$



- PrawidłowyZłącze zewnętrzne:  $R \ltimes S$



- PełnyZłącze zewnętrzne:  $R \Join S$



28

28

deti

### Lewe sprzężenie zewnętrzne — przykład

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789	1985-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1982-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	NULL	1

Dname	Dnumber	Mgr_ssn	Mgr_start_date
Research	5	333445555	1988-05-22
Administration	4	987654321	1995-01-01
Headquarters	1	888665555	1981-06-19

↓ ↓

$\pi_{Fname, Minit, Lname, DName}(PRACOWNIK \bowtie_{Ssn=Mgr\_ssn} DZIAŁ)$

↓

Fname	Minit	Lname	Dname
John	B	Smith	NULL
Franklin	T	Wong	Research
Alicia	J	Zelaya	NULL
Jennifer	S	Wallace	Administration
Ramesh	K	Narayan	NULL
Joyce	A	English	NULL
Ahmad	V	Jabbar	NULL
James	E	Borg	Headquarters

29

29

deti

### Dołącz – Tabela podsumowująca

• Naturalne | Lewa zewnętrzna | prawy zewnętrzny | Pełna zewnętrzna

R

x	y
1	
dwa	
3	
4	
5	

S

y	z
	The
	B
	w
	D

→

Wszystkie połączenia


x	y	z
1		zero
dwa		The
3		zero
4		B
4		w
5		zero
zero		D

R...S

x	y	z
X	w	X
w	w	w
X	w	X
w	w	w
w	w	w
X	w	X
X	X	w

30

30



## Zbiór


- Operacja agregacji
 

$\gamma$  - Skrypt F  
symbol

$$\langle \text{atrybuty grupowania} \rangle \gamma \langle \text{lista funkcji} \rangle (R)$$
- Operacje na kilku krotkach relacji
- Lista funkcji agregujących:
  - $\bar{s}$ sr: średnia wartości
  - $\bar{s}$ min: minimum wartości
  - $\bar{s}$ maks: maksimum wartości
  - $\bar{s}$ suma: suma wartości
  - $\bar{s}$ liczyć: liczba wartości

31

31



## Funkcje agregujące

- Może być również używany w projekcjach
  - $\bar{s}$  tworzyć atrybuty agregatów
  - $\bar{s}$  atrybuty niezagregowane są pogrupowane w taki sposób, że nie występują powtarzające się wartości.
- Przykłady:
 

$$\pi_{A1, A2, M = \bar{s}r.(A3)}(R)$$

**EMPLOYEE**

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	NULL	1

$\pi_{Dno, \bar{s}r\_wynagrodzenie=\bar{s}r.(wynagrodzenie)}(PRACOWNIK)$

szkoda	Średnie_wynagrodzenie
1	55000
4	31000
5	33250

32

32





## Agregacja (*Grupowanie*) - Przykłady

EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	NULL	1

$\pi$ liczba (Ssn), średnia (wynagrodzenie)(PRACOWNIK)

Count_ssn	Average_salary
8	35125

$\sigma_{szkoda}$   $\pi$ liczba (Ssn), średnia (wynagrodzenie)(PRACOWNIK)

Dno	Count_ssn	Average_salary
5	4	33250
4	3	31000
1	1	55000

$\rho$ (Dnr, liczba\_pracowników, średnia\_sal)( $\sigma_{szkoda}$   $\pi$ liczba (Ssn), średnia (wynagrodzenie)(PRACOWNIK))

R

Dno	No_of_employees	Average_sal
5	4	33250
4	3	31000
1	1	55000

33

33

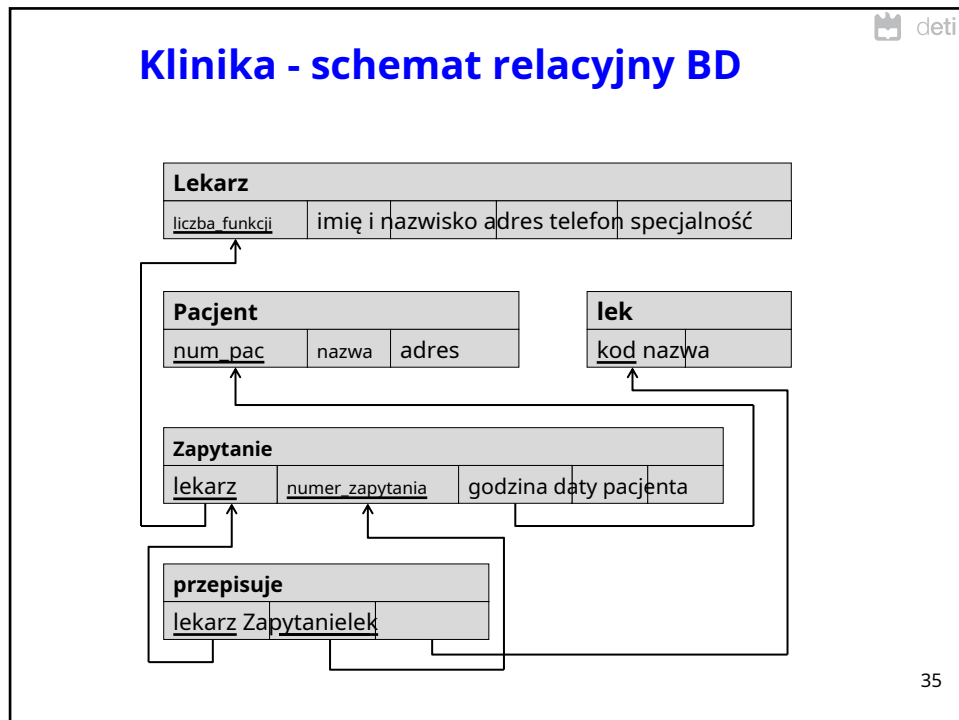


## Algebra relacyjna - zapytania Studium przypadku

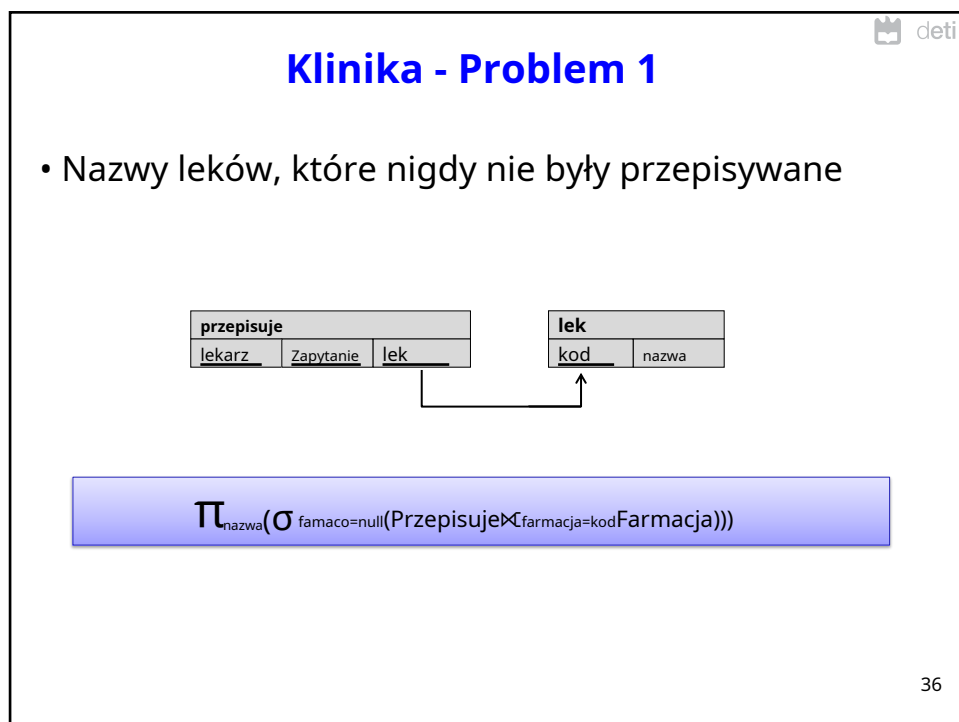
Klinika Medyczna

34

34



35



36

## Klinika - Problem 2

- Liczba leków przepisanych podczas każdej wizyty



$\pi_{\text{lekarz, konsultacja, num\_farm}=\text{count}(\text{lek})(\text{przepisuje})}$

**Lub**

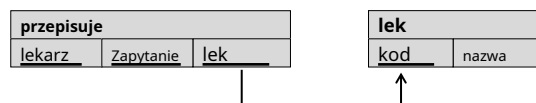
$\text{lekarz, konsultacja} \mapsto \text{liczyć}(\text{narkotyk})(\text{przepisuje})$

37

37

## Klinika - Problem 3

- Dla każdego lekarza, średnia ilość przepisanych leków na wizytę



$\text{temp} \leftarrow \pi_{\text{lekarz, konsultacja, num\_farm}=\text{count}(\text{lek})(\text{przepisuje})}$

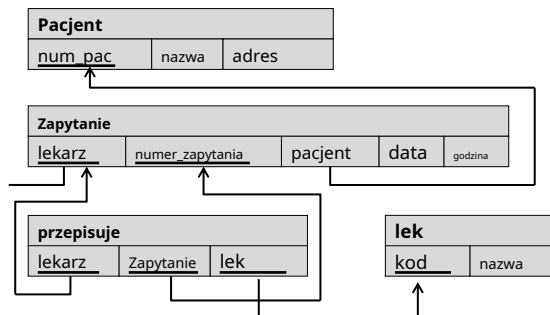
$\pi_{\text{lekarz, avg\_pharmaco}=\text{avg}(\text{num\_farm})(\text{temporatura})}$

38

38

## Klinika - Problem 4

- Nazwy wszystkich przepisanych leków, w tym ilość, dla pacjenta o numerze 35312161



$$\text{temp} \leftarrow \pi_{\text{lekarz, konsultacja\_num}}(\sigma_{\text{pacjent}=35312161}(\text{Zapytanie}))$$

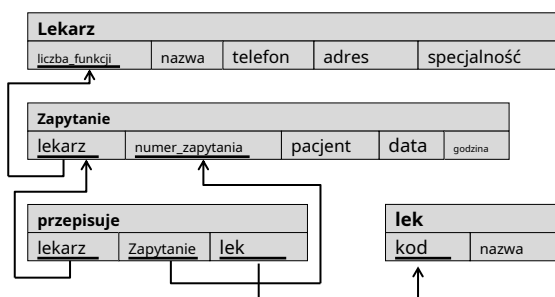
$$\text{temp2} \leftarrow \pi_{\text{lek, ilość}}(\text{liczba}(\text{lek})(\text{temp} \bowtie \text{lekarz}=\text{lekarz} \text{ AND } \text{num\_consulta}=\text{konsultacja}) \text{przepisuje})$$

$$\pi_{\text{nazwa, ilość}}(\text{czas2} \bowtie \text{farmacja}=\text{kod} \text{lek})$$

39

## Klinika - Problem 5

- Nazwy leków, które zostały już przepisane przez wszystkich lekarzy w klinice



$$\text{temp} \leftarrow (\pi_{\text{farmaceuta, lekarz}}(\text{przepisuje})) \div (\rho_{\text{lekarz}}(\pi_{\text{liczba\_funkcji}}(\text{Lekarz})))$$

$$\pi_{\text{nazwa}}(\rho_{\text{Kod, doktorze}}(\text{temperatura}) \bowtie \text{lek})$$

40

40

deti

## Następny?

### Operacje na danych – algebra relacyjna

A	B
$\alpha$	1
$\alpha$	2
$\beta$	1

A	B
$\alpha$	2
$\beta$	3

A	B
$\alpha$	1
$\alpha$	2
$\beta$	1
$\beta$	3

Query syntax

```

SELECT <desired attributes>
FROM <one or more tables>
WHERE <predicate holds for selected tuple>
GROUP BY <key columns, aggregations>
HAVING <predicate holds for selected group>
ORDER BY <columns to sort>

```

### SQL — manipulacja danymi

**zapytanie SQL:**

```

WYBIERAC  Pnumber, Pname, COUNT (*)
Z         PROJECT, WORKS_ON
ONDE     Numer P=Pnr
GROUP BY Pnumber, Pname;

```

**zapytanie SQL:**

```

WSTAW DO PRACOWNIKA (Imię, Lnazwa,
Ssn, Dno) VALUES('Robert', 'Hatcher',
'980760540', 2);

```

### SQL – Opisz schemat bazy danych

```

CREATE TABLE DEPARTMENT
( Dname          VARCHAR(15)    NOT NULL,
  Dnumber        INT            NOT NULL,
  Mgr_ssn        CHAR(9)       NOT NULL,
  Mgr_start_date DATE,
  PRIMARY KEY (Dnumber),
  UNIQUE (Dname),
  FOREIGN KEY (Mgr_ssn) REFERENCES EMPLOYEE(Ssn) );

```

### The Relational Schema

**Part** (Name,Description,Part#)  
**Supplier** (Name, Addr)  
**Customer** (Name, Addr)  
**Supplies** (Name,Part#, Date)  
**Orders** (Name,Part#)

41

41

deti

## Streszczenie

Algebra relacyjna:

- Podstawowe operacje
- Operacje rozszerzone
- Studium przypadku — zapytania

42

42