

Elementy modelu

Elementy modelu

Relacja (tabela) — jedyna struktura dla danych w modelu; ma ustaloną liczbę kolumn, w które można wpisywać wartości ustalonego typu i dowolną liczbę wierszy.

Elementy modelu

Relacja (tabela) — jedyna struktura dla danych w modelu; ma ustaloną liczbę kolumn, w które można wpisywać wartości ustalonego typu i dowolną liczbę wierszy.

Więzy (warunki poprawności, warunki spójności) — dane wpisywane do tabel muszą spełniać zdefiniowane warunki: typ danych, zakres,...

Elementy modelu

Relacja (tabela) — jedyna struktura dla danych w modelu; ma ustaloną liczbę kolumn, w które można wpisywać wartości ustalonego typu i dowolną liczbę wierszy.

Więzy (warunki poprawności, warunki spójności) — dane wpisywane do tabel muszą spełniać zdefiniowane warunki: typ danych, zakres,...

Baza danych — zbiór tabel z danymi spełniającymi nałożone na nie więzy.

Elementy modelu

Relacja (tabela) — jedyna struktura dla danych w modelu; ma ustaloną liczbę kolumn, w które można wpisywać wartości ustalonego typu i dowolną liczbę wierszy.

Więzy (warunki poprawności, warunki spójności) — dane wpisywane do tabel muszą spełniać zdefiniowane warunki: typ danych, zakres,...

Baza danych — zbiór tabel z danymi spełniającymi nałożone na nie więzy.

Język zapytań (*query language*) — algebra relacji, relacyjny rachunek krotek i relacyjny rachunek dziedzin — formalne języki pozwalające wyszukiwać w relacjach określoną informację.

Relacja, czyli tabela

Osoba

Nazwisko : varchar(20)	PESEL : char(11)	dataUr : date
...		
Abacki	80121304455	'20-02-1980'
...		

Mieszkanie

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real
...		
80121304455	Elk, Kwiatowa 100	60,2
80121304455	Poznań, Szeroka 10/2	30,2
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2
...		

Elementy relacji

- *Atrybut* — nazwa kolumny;
- *Dziedzina* — typ danych;
- *Krotność (arność)* — liczba atrybutów;
- *Krotka (wiersz)* — element relacji;
- *Atrybuty krotki* — *Osoba*[3] lub *Mieszkanie*.Adres;
- *Schemat relacji* — nazwa relacji, nazwy i typy kolumn;
- *Stan relacji* to zawarte w niej krotki.

Relacja, czyli tabela

Osoba

Nazwisko	PESEL	dataUr
: varchar (20)	: char (11)	: date
...		
Abacki	80121304455	'20-02-1980'
...		

Mieszkanie

PESEL	Adres	Metraż
: char (11)	: varchar (50)	: real
...		
80121304455	Elk, Kwiatowa 100	60,2
80121304455	Poznań, Szeroka 10/2	30,2
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2
...		

Elementy relacji

- *Atrybut* — nazwa kolumny;
- *Dziedzina* — typ danych;
- *Krotność (arność)* — liczba atrybutów;
- *Krotka (wiersz)* — element relacji;
- *Atrybuty krotki* — *Osoba*[3] lub *Mieszkanie*.Adres;
- *Schemat relacji* — nazwa relacji, nazwy i typy kolumn;
- *Stan relacji* to zawarte w niej krotki.

Relacja, czyli tabela

Osoba

Nazwisko : <code>varchar(20)</code>	PESEL : <code>char(11)</code>	dataUr : <code>date</code>
...	80121304455	'20-02-1980'
Abacki		
...		

Mieszkanie

PESEL : <code>char(11)</code>	Adres : <code>varchar(50)</code>	Metraż : <code>real</code>
...		
80121304455	Elk, Kwiatowa 100	60,2
80121304455	Poznań, Szeroka 10/2	30,2
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2
...		

Elementy relacji

- *Atrybut* — nazwa kolumny;
- *Dziedzina* — typ danych;
- *Krotność (arność)* — liczba atrybutów;
- *Krotka (wiersz)* — element relacji;
- *Atrybuty krotki* — *Osoba*[3] lub *Mieszkanie*.Adres;
- *Schemat relacji* — nazwa relacji, nazwy i typy kolumn;
- *Stan relacji* to zawarte w niej krotki.

Relacja, czyli tabela

Osoba

Nazwisko : varchar(20)	PESEL : char(11)	dataUr : date
...		
Abacki	80121304455	'20-02-1980'
...		

Mieszkanie

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real
...		
80121304455	Elk, Kwiatowa 100	60,2
80121304455	Poznań, Szeroka 10/2	30,2
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2
...		

Elementy relacji

- *Atrybut* — nazwa kolumny;
- *Dziedzina* — typ danych;
- *Krotność (arność)* — liczba atrybutów;
- *Krotka (wiersz)* — element relacji;
- *Atrybuty krotki* — *Osoba*[3] lub *Mieszkanie*.Adres;
- *Schemat relacji* — nazwa relacji, nazwy i typy kolumn;
- *Stan relacji* to zawarte w niej krotki.

Relacja, czyli tabela

Osoba

Nazwisko : varchar(20)	PESEL : char(11)	dataUr : date
...		
Abacki	80121304455	'20-02-1980'
...		

Mieszkanie

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real
...		
80121304455	Elk, Kwiatowa 100	60,2
80121304455	Poznań, Szeroka 10/2	30,2
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2
...		

Elementy relacji

- *Atrybut* — nazwa kolumny;
- *Dziedzina* — typ danych;
- *Krotność (arność)* — liczba atrybutów;
- *Krotka (wiersz)* — element relacji;
- *Atrybuty krotki* — *Osoba*[3] lub *Mieszkanie*.Adres;
- *Schemat relacji* — nazwa relacji, nazwy i typy kolumn;
- *Stan relacji* to zawarte w niej krotki.

Relacja, czyli tabela

Osoba

Nazwisko : varchar(20)	PESEL : char(11)	dataUr : date
...		
Abacki	80121304455	'20-02-1980'
...		

Mieszkanie

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real
...		
80121304455	Elk, Kwiatowa 100	60,2
80121304455	Poznań, Szeroka 10/2	30,2
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2
...		

Elementy relacji

- *Atrybut* — nazwa kolumny;
- *Dziedzina* — typ danych;
- *Krotność (arność)* — liczba atrybutów;
- *Krotka (wiersz)* — element relacji;
- *Atrybuty krotki* — *Osoba*[3] lub *Mieszkanie*.Adres;
- *Schemat relacji* — nazwa relacji, nazwy i typy kolumn;
- *Stan relacji* to zawarte w niej krotki.

Relacja, czyli tabela

Osoba

Nazwisko : varchar(20)	PESEL : char(11)	dataUr : date
...		
Abacki	80121304455	'20-02-1980'
...		

Mieszkanie

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real
...		
80121304455	Elk, Kwiatowa 100	60,2
80121304455	Poznań, Szeroka 10/2	30,2
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2
...		

Elementy relacji

- *Atrybut* — nazwa kolumny;
- *Dziedzina* — typ danych;
- *Krotność (arność)* — liczba atrybutów;
- *Krotka (wiersz)* — element relacji;
- *Atrybuty krotki* — *Osoba*[3] lub *Mieszkanie*.Adres;
- ***Schemat relacji*** — nazwa relacji, nazwy i typy kolumn;
- *Stan relacji* to zawarte w niej krotki.

Relacja, czyli tabela

Osoba

Nazwisko : varchar(20)	PESEL : char(11)	dataUr : date
...		
Abacki	80121304455	'20-02-1980'
...		

Mieszkanie

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real
...		
80121304455	Elk, Kwiatowa 100	60,2
80121304455	Poznań, Szeroka 10/2	30,2
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2
...		

Elementy relacji

- *Atrybut* — nazwa kolumny;
- *Dziedzina* — typ danych;
- *Krotność (arność)* — liczba atrybutów;
- *Krotka (wiersz)* — element relacji;
- *Atrybuty krotki* — *Osoba*[3] lub *Mieszkanie*.Adres;
- *Schemat relacji* — nazwa relacji, nazwy i typy kolumn;
- *Stan relacji* to zawarte w niej krotki.

Notacja matematyczna

Dla atrybutów A_1, \dots, A_k i związanych z nimi dziedzin D_1, \dots, D_k relacja R ma:

schemat $R = A_1 \dots A_k$ lub $R(A_1, \dots, A_k)$,

arność k ,

stan $r \subseteq D_1 \times \dots \times D_k$,

krotki $(v_1, v_2, \dots, v_k) \in r$.

Relacyjna baza danych (schemat i stan) to zbiór relacji o różnych nazwach.

Notacja matematyczna

Dla atrybutów A_1, \dots, A_k i związanych z nimi dziedzin D_1, \dots, D_k relacja R ma:

schemat $R = A_1 \dots A_k$ lub $R(A_1, \dots, A_k)$,

arność k ,

stan $r \subseteq D_1 \times \dots \times D_k$,

krotki $(v_1, v_2, \dots, v_k) \in r$.

Relacyjna baza danych (schemat i stan) to zbiór relacji o różnych nazwach.

W przykładzie:

- Osoba(Nazwisko, PESEL, dataUr),
- Mieszkanie(PESEL, Adres, Metraż)

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...			
NULL	Poznań, Szeroka 10/12	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_2$
...			

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...	Poznań, Szeroka 10/12 Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL NULL		64,2	$\Leftarrow t_2$
...			

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...	Poznań, Szeroka 10/12 Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL NULL ...		64,2	$\Leftarrow t_2$

- $t_1.\text{PESEL} = t_2.\text{PESEL}$

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...			
NULL	Poznań, Szeroka 10/12	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_2$
...			

- $t_1.\text{PESEL} = t_2.\text{PESEL}$ UNKNOWN!!!

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...			
NULL	Poznań, Szeroka 10/12	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_2$
...			

- t_1 .PESEL = t_2 .PESEL UNKNOWN!!!
- t_1 .PESEL = t_1 .Adres

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...			
NULL	Poznań, Szeroka 10/12	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_2$
...			

- t_1 .PESEL = t_2 .PESEL UNKNOWN!!!
- t_1 .PESEL = t_1 .Adres UNKNOWN!!!

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...			
NULL	Poznań, Szeroka 10/12	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_2$
...			

- t_1 .PESEL = t_2 .PESEL UNKNOWN!!!
- t_1 .PESEL = t_1 .Adres UNKNOWN!!!
- t_1 .Metraż = t_2 .Metraż

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...			
NULL	Poznań, Szeroka 10/12	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_2$
...			

- t_1 .PESEL = t_2 .PESEL UNKNOWN!!!
- t_1 .PESEL = t_1 .Adres UNKNOWN!!!
- t_1 .Metraż = t_2 .Metraż TRUE

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...			
NULL	Poznań, Szeroka 10/12	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_2$
...			

- t_1 .PESEL = t_2 .PESEL UNKNOWN!!!
- t_1 .PESEL = t_1 .Adres UNKNOWN!!!
- t_1 .Metraż = t_2 .Metraż TRUE
- t_1 .Adres = t_2 .Adres

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...			
NULL	Poznań, Szeroka 10/12	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_2$
...			

- t_1 .PESEL = t_2 .PESEL UNKNOWN!!!
- t_1 .PESEL = t_1 .Adres UNKNOWN!!!
- t_1 .Metraż = t_2 .Metraż TRUE
- t_1 .Adres = t_2 .Adres FALSE

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...			
NULL	Poznań, Szeroka 10/12	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_2$
...			

- t_1 .PESEL = t_2 .PESEL UNKNOWN!!!
- t_1 .PESEL = t_1 .Adres UNKNOWN!!!
- t_1 .Metraż = t_2 .Metraż TRUE
- t_1 .Adres = t_2 .Adres FALSE
- t_1 .PESEL = NULL

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...			
NULL	Poznań, Szeroka 10/12	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_2$
...			

- t_1 .PESEL = t_2 .PESEL UNKNOWN!!!
- t_1 .PESEL = t_1 .Adres UNKNOWN!!!
- t_1 .Metraż = t_2 .Metraż TRUE
- t_1 .Adres = t_2 .Adres FALSE
- t_1 .PESEL = NULL UNKNOWN!!!

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...			
NULL	Poznań, Szeroka 10/12	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_2$
...			

- t_1 .PESEL = t_2 .PESEL UNKNOWN!!!
- t_1 .PESEL = t_1 .Adres UNKNOWN!!!
- t_1 .Metraż = t_2 .Metraż TRUE
- t_1 .Adres = t_2 .Adres FALSE
- t_1 .PESEL = NULL UNKNOWN!!!
- t_1 .PESEL = ''

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...			
NULL	Poznań, Szeroka 10/12	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_2$
...			

- t_1 .PESEL = t_2 .PESEL UNKNOWN!!!
- t_1 .PESEL = t_1 .Adres UNKNOWN!!!
- t_1 .Metraż = t_2 .Metraż TRUE
- t_1 .Adres = t_2 .Adres FALSE
- t_1 .PESEL = NULL UNKNOWN!!!
- t_1 .PESEL = '' UNKNOWN!!!

Wartość pusta (NULL)

PESEL : char(11)	Adres : varchar(50)	Metraż : real	
...			
NULL	Poznań, Szeroka 10/12	64,2	$\Leftarrow t_1$
NULL	Elk, Kwiatowa 102	64,2	$\Leftarrow t_2$
...			

- t_1 .PESEL = t_2 .PESEL UNKNOWN!!!
- t_1 .PESEL = t_1 .Adres UNKNOWN!!!
- t_1 .Metraż = t_2 .Metraż TRUE
- t_1 .Adres = t_2 .Adres FALSE
- t_1 .PESEL = NULL UNKNOWN!!!
- t_1 .PESEL = ' ' UNKNOWN!!!
- IS NULL t_1 .PESEL TRUE
- IS NOT NULL t_1 .Adres TRUE

Klucze

Klucze

Klucz relacji

Podzbiór atrybutów relacji, których wartości zawsze pozwalają jednoznacznie zidentyfikować krotkę relacji. Oznacza, to że nie dopuszczamy, by w danych znalazły się dwie różne krotki o jednakowych wartościach klucza. Relacja może mieć kilka kluczy: `Student (indeks, PESEL, Nazwisko, ...)`

Klucze

Klucz relacji

Podzbiór atrybutów relacji, których wartości zawsze pozwalają jednoznacznie zidentyfikować krotkę relacji. Oznacza, to że nie dopuszczamy, by w danych znalazły się dwie różne krotki o jednakowych wartościach klucza. Relacja może mieć kilka kluczy: `Student (indeks, PESEL, Nazwisko, ...)`

Klucz główny

Jeden z kluczy relacji. Zazwyczaj wybieramy ten, według którego najczęściej będziemy wyszukiwać dane z relacji. Pozostałe klucze nazywamy *kandydującymi* lub *alternatywnymi*. Na przykład `indeks` może być kluczem głównym relacji `Student`, a `PESEL` — kluczem alternatywnym.

Klucze

Klucz relacji

Podzbiór atrybutów relacji, których wartości zawsze pozwalają jednoznacznie zidentyfikować krotkę relacji. Oznacza, to że nie dopuszczamy, by w danych znalazły się dwie różne krotki o jednakowych wartościach klucza. Relacja może mieć kilka kluczy: `Student (indeks, PESEL, Nazwisko, ...)`

Klucz główny

Jeden z kluczy relacji. Zazwyczaj wybieramy ten, według którego najczęściej będziemy wyszukiwać dane z relacji. Pozostałe klucze nazywamy *kandydującymi* lub *alternatywnymi*. Na przykład `indeks` może być kluczem głównym relacji `Student`, a `PESEL` — kluczem alternatywnym.

Klucz z wielu atrybutów

Stosujemy takie rozwiązanie, gdy jeden atrybut nie wystarcza do zidentyfikowania krotki. Na przykład w relacji

`Zaliczenie (indeks, kod_przedmiotu, ocena, data)`. Problem stanowią klucze zbudowane z wielu atrybutów z pozostawionymi pustymi polami, na przykład `Dom (miasto, ulica, dom, lokal, metraż)`.

Klucz obcy

Dane w bazie muszą często zostać rozmieszczone w różnych relacjach, pomimo że się ze sobą wiążą. Do połączenia danych z różnych relacji służą **klucze obce**.

Zaliczenie:

indeks	kod_przedm	ocena
123456	BD2011	5.0
123456	SK2011	4.5
654321	BD2011	3.5

Student:

indeks	PESEL	nazwisko
123456	AB123456	Abacka
654321	CD345678	Babacka
987654	DE534343	Cabacka

Klucz obcy

Dane w bazie muszą często zostać rozmieszczone w różnych relacjach, pomimo że się ze sobą wiążą. Do połączenia danych z różnych relacji służą **klucze obce**.

Zaliczenie:

indeks	kod_przedm	ocena
123456	BD2011	5.0
123456	SK2011	4.5
654321	BD2011	3.5

Student:

indeks	PESEL	nazwisko
123456	AB123456	Abacka
654321	CD345678	Babacka
987654	DE534343	Cabacka

- Zamieszczony w relacji `Zaliczenie` atrybut `indeks` służy do zidentyfikowania osoby z relacji `Student`.

Klucz obcy

Dane w bazie muszą często zostać rozmieszczone w różnych relacjach, pomimo że się ze sobą wiążą. Do połączenia danych z różnych relacji służą **klucze obce**.

Zaliczenie:

indeks	kod_przedm	ocena
123456	BD2011	5.0
123456	SK2011	4.5
654321	BD2011	3.5

Student:

indeks	PESEL	nazwisko
123456	AB123456	Abacka
654321	CD345678	Babacka
987654	DE534343	Cabacka

- Zamieszczony w relacji `Zaliczenie` atrybut `indeks` służy do zidentyfikowania osoby z relacji `Student`.
- W relacji `Student` atrybut `indeks` jest kluczem.

Klucz obcy

Dane w bazie muszą często zostać rozmieszczone w różnych relacjach, pomimo że się ze sobą wiążą. Do połączenia danych z różnych relacji służą **klucze obce**.

Zaliczenie:

indeks	kod_przedm	ocena
123456	BD2011	5.0
123456	SK2011	4.5
654321	BD2011	3.5

Student:

indeks	PESEL	nazwisko
123456	AB123456	Abacka
654321	CD345678	Babacka
987654	DE534343	Cabacka

- Zamieszczony w relacji `Zaliczenie` atrybut `indeks` służy do zidentyfikowania osoby z relacji `Student`.
- W relacji `Student` atrybut `indeks` jest kluczem.
- W relacji `Zaliczenie` atrybut `indeks` może powtarzać się lub być pusty.

Klucz obcy

Dane w bazie muszą często zostać rozmieszczone w różnych relacjach, pomimo że się ze sobą wiążą. Do połączenia danych z różnych relacji służą **klucze obce**.

Zaliczenie:

indeks	kod_przedm	ocena
123456	BD2011	5.0
123456	SK2011	4.5
654321	BD2011	3.5

Student:

indeks	PESEL	nazwisko
123456	AB123456	Abacka
654321	CD345678	Babacka
987654	DE534343	Cabacka

- Zamieszczony w relacji `Zaliczenie` atrybut `indeks` służy do zidentyfikowania osoby z relacji `Student`.
- W relacji `Student` atrybut `indeks` jest kluczem.
- W relacji `Zaliczenie` atrybut `indeks` może powtarzać się lub być pusty.
- Jeśli `indeks` jest użyty w relacji `Zaliczenie`, to w relacji `Student` powinna występować osoba o tym indeksie (integralność referencyjna).

Klucz obcy

Dane w bazie muszą często zostać rozmieszczone w różnych relacjach, pomimo że się ze sobą wiążą. Do połączenia danych z różnych relacji służą **klucze obce**.

Zaliczenie:

indeks	kod_przedm	ocena
123456	BD2011	5.0
123456	SK2011	4.5
654321	BD2011	3.5
999999	BD2012	2.0

Student:

indeks	PESEL	nazwisko
123456	AB123456	Abacka
654321	CD345678	Babacka
987654	DE534343	Cabacka

- Zamieszczony w relacji `Zaliczenie` atrybut `indeks` służy do zidentyfikowania osoby z relacji `Student`.
- W relacji `Student` atrybut `indeks` jest kluczem.
- W relacji `Zaliczenie` atrybut `indeks` może powtarzać się lub być pusty.
- Jeśli `indeks` jest użyty w relacji `Zaliczenie`, to w relacji `Student` powinna występować osoba o tym indeksie (integralność referencyjna).

Klucz obcy

Dane w bazie muszą często zostać rozmieszczone w różnych relacjach, pomimo że się ze sobą wiążą. Do połączenia danych z różnych relacji służą **klucze obce**.

Zaliczenie:

indeks	kod_przedm	ocena
123456	BD2011	5.0
123456	SK2011	4.5
654321	BD2011	3.5

Student:

indeks	PESEL	nazwisko
123456	AB123456	Abacka
654321	CD345678	Babacka
987654	DE534343	Cabacka

- Zamieszczony w relacji `Zaliczenie` atrybut `indeks` służy do zidentyfikowania osoby z relacji `Student`.
- W relacji `Student` atrybut `indeks` jest kluczem.
- W relacji `Zaliczenie` atrybut `indeks` może powtarzać się lub być pusty.
- Jeśli `indeks` jest użyty w relacji `Zaliczenie`, to w relacji `Student` powinna występować osoba o tym indeksie (integralność referencyjna).

Więzy — podsumowanie

Więzy — podsumowanie

Więzy kolumnowe — nakładanie ograniczeń na wartość atrybutu: dziedzina, wartość nie pusta (NOT NULL), zakres;

Więzy — podsumowanie

Więzy kolumnowe — nakładanie ograniczeń na wartość atrybutu: dziedzina, wartość nie pusta (NOT NULL), zakres;

Więzy tabeli — własność klucza, unikalność w ramach tabeli;

Więzy — podsumowanie

Więzy kolumnowe — nakładanie ograniczeń na wartość atrybutu: dziedzina, wartość nie pusta (NOT NULL), zakres;

Więzy tabeli — własność klucza, unikalność w ramach tabeli;

Więzy między tabelami — własność klucza obcego;

Więzy — podsumowanie

Więzy kolumnowe — nakładanie ograniczeń na wartość atrybutu: dziedzina, wartość nie pusta (NOT NULL), zakres;

Więzy tabeli — własność klucza, unikalność w ramach tabeli;

Więzy między tabelami — własność klucza obcego;

Inne więzy ogólne — bardziej złożone warunki (np. maksymalnie dwa podejścia do przedmiotu w sesji, dostęp do wybranych przedmiotów dla studentów określonej sekcji, limit liczby osób zapisanych na zajęcia itp.)

Języki

Języki

Język definiowania danych

Musi pozwolić opisać schematy relacji oraz więzy (warunki poprawności) danych.

Języki

Język definiowania danych

Musi pozwolić opisać schematy relacji oraz więzy (warunki poprawności) danych.

Język manipulacji danymi

Pozwala dodawać/usuwać krotki z relacji.

Języki

Język definiowania danych

Musi pozwolić opisać schematy relacji oraz więzy (warunki poprawności) danych.

Język manipulacji danymi

Pozwala dodawać/usuwać krotki z relacji.

Języki zapytań

Mamy trzy propozycje:

- algebra relacji** — kilka operacji pozwalających działać na relacjach jako na zbiorach;
- relacyjny rachunek dziedzin** — język wykorzystujący formuły logiczne do opisu wartości, które należy znaleźć;
- relacyjny rachunek krotek** — język wykorzystujący formuły logiczne do opisu krotek, które należy znaleźć;

Języki

Język definiowania danych

Musi pozwolić opisać schematy relacji oraz więzy (warunki poprawności) danych.

Język manipulacji danymi

Pozwala dodawać/usuwać krotki z relacji.

Języki zapytań

Mamy trzy propozycje:

- algebra relacji** — kilka operacji pozwalających działać na relacjach jako na zbiorach;
- relacyjny rachunek dziedzin** — język wykorzystujący formuły logiczne do opisu wartości, które należy znaleźć;
- relacyjny rachunek krotek** — język wykorzystujący formuły logiczne do opisu krotek, które należy znaleźć;

Standard: **SQL**

Różne podejścia do budowania zapytań

- $\{(indeks, adres) \mid \exists \text{nazwisko } \text{Student}(\text{indeks}, \text{nazwisko}, \text{adres})\}$

Różne podejścia do budowania zapytań

- $\{(indeks, adres) \mid \exists \text{nazwisko } \text{Student}(\text{indeks}, \text{nazwisko}, \text{adres})\}$
- $\pi_{\{indeks, adres\}}(\text{Student})$

Różne podejścia do budowania zapytań

- $\{(indeks, adres) \mid \exists \text{nazwisko } \text{Student}(\text{indeks}, \text{nazwisko}, \text{adres})\}$
- $\pi_{\{indeks, adres\}}(\text{Student})$
- ```
for krotka in Student
 print (krotka.indeks, krotka.adres)
```

# Algebra relacji

# Algebra relacji

**Argumentami** są całe relacje (tabele), na których wykonujemy operacje.



# Algebra relacji

**Argumentami** są całe relacje (tabele), na których wykonujemy operacje.

**Zestaw operacji** jest nieliczny: rzutowanie, selekcja, iloczyn kartezjański, suma, różnica i przemianowanie

# Algebra relacji

**Argumentami** są całe relacje (tabele), na których wykonujemy operacje.

**Zestaw operacji** jest nieliczny: rzutowanie, selekcja, iloczyn kartezjański, suma, różnica i przemianowanie

**Zapytanie** to poprawne wyrażenie algebry relacji, a odpowiedź, to wartość tego wyrażenia obliczona na podstawie aktualnego stanu bazy danych.

# Operacje podstawowe - unarne

# Operacje podstawowe - unarne

**Rzut** —  $\pi_{\alpha}(R)$  zwraca relację o schemacie  $\alpha \subseteq attr(R)$  powstałą z obcięcia relacji  $R$  do kolumn  $\alpha$ . Na przykład  $\pi_{nazwisko}(Student)$ .

## Student

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 765678 | Cabacka  | Koszalin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

# Operacje podstawowe - unarne

**Rzut** —  $\pi_{\alpha}(R)$  zwraca relację o schemacie  $\alpha \subseteq attr(R)$  powstałą z obcięcia relacji  $R$  do kolumn  $\alpha$ . Na przykład  $\pi_{nazwisko}(Student)$ . Duplikaty mogą być eliminowane.

**Student**

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 765678 | Cabacka  | Koszalin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

**Wynik rzutu na Nazwisko**

| Nazwisko |
|----------|
| Abacka   |
| Babacka  |
| Cabacka  |
| Abacka   |

# Operacje podstawowe - unarne

**Rzut** —  $\pi_{\alpha}(R)$  zwraca relację o schemacie  $\alpha \subseteq attr(R)$  powstałą z obcięcia relacji  $R$  do kolumn  $\alpha$ . Na przykład  $\pi_{nazwisko}(Student)$ .  
Duplikaty mogą być eliminowane.

**Selekcja** —  $\sigma_F(R)$  zwraca krotki wybrane z relacji  $R$  spełniające warunek  $F$ .  
Na przykład  $\sigma_{Adres='Koszalin'}(Student)$ .

## Student

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 765678 | Cabacka  | Koszalin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

# Operacje podstawowe - unarne

**Rzut** —  $\pi_{\alpha}(R)$  zwraca relację o schemacie  $\alpha \subseteq attr(R)$  powstałą z obcięcia relacji  $R$  do kolumn  $\alpha$ . Na przykład  $\pi_{nazwisko}(Student)$ .  
Duplikaty mogą być eliminowane.

**Selekcja** —  $\sigma_F(R)$  zwraca krotki wybrane z relacji  $R$  spełniające warunek  $F$ .  
Na przykład  $\sigma_{Adres='Koszalin'}(Student)$ .

**Student**

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 765678 | Cabacka  | Koszalin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

**Wynik selekcji  $Adres='Koszalin'$**

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 765678 | Cabacka  | Koszalin |

# Operacje podstawowe - unarne

**Rzut** —  $\pi_{\alpha}(R)$  zwraca relację o schemacie  $\alpha \subseteq attr(R)$  powstałą z obcięcia relacji  $R$  do kolumn  $\alpha$ . Na przykład  $\pi_{nazwisko}(Student)$ .  
Duplikaty mogą być eliminowane.

**Selekcja** —  $\sigma_F(R)$  zwraca krotki wybrane z relacji  $R$  spełniające warunek  $F$ .  
Na przykład  $\sigma_{Adres='Koszalin'}(Student)$ .

**Przemianowanie** —  $\rho_{S(B_1, \dots, B_k)}(R)$  zmienia nazwę relacji  $R$  na  $S$  i nazwy odpowiednich atrybutów  $R$  na  $B_1, \dots, B_k$ . Na przykład  
 $\rho_{Osoba(id, nazwisko, miasto)}(\pi_{indeks, nazwisko, adres}(Student))$ .

## Student

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 765678 | Cabacka  | Koszalin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |



# Operacje podstawowe - unarne

**Rzut** —  $\pi_{\alpha}(R)$  zwraca relację o schemacie  $\alpha \subseteq attr(R)$  powstałą z obcięcia relacji  $R$  do kolumn  $\alpha$ . Na przykład  $\pi_{nazwisko}(Student)$ . Duplikaty mogą być eliminowane.

**Selekcja** —  $\sigma_F(R)$  zwraca krotki wybrane z relacji  $R$  spełniające warunek  $F$ . Na przykład  $\sigma_{Adres='Koszalin'}(Student)$ .

**Przemianowanie** —  $\rho_{S(B_1, \dots, B_k)}(R)$  zmienia nazwę relacji  $R$  na  $S$  i nazwy odpowiednich atrybutów  $R$  na  $B_1, \dots, B_k$ . Na przykład  $\rho_{Osoba(id, nazwisko, miasto)}(\pi_{indeks, nazwisko, adres}(Student))$ .

## Student

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 765678 | Cabacka  | Koszalin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

## Tabela po przemianowaniu: Osoba

| Id     | Nazwisko | Miasto   |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 765678 | Cabacka  | Koszalin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

# Operacje teoriomnogościowe — suma, różnica, przekrój

Suma ( $\cup$ ), różnica ( $\setminus$ ), przekrój ( $\cap$ ) — „zwykłe” operacje na zbiorach;  $R \setminus S$  i  $R \cup S$  wymagają, by  $attr(R) = attr(S)$ ; w praktyce mogą być zastępowane operacjami na **wielozbiorach**. Dodawane (odejmowane, krojone) relacje muszą mieć zgodne schematy.

StudentII

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

StudentIM

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 012345 | Zetowski | Kielce   |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |

**Relacja wynikowa:**

# Operacje teoriomnogościowe — suma, różnica, przekrój

Suma ( $\cup$ ), różnica ( $\setminus$ ), przekrój ( $\cap$ ) — „zwykłe” operacje na zbiorach;  $R \setminus S$  i  $R \cup S$  wymagają, by  $attr(R) = attr(S)$ ; w praktyce mogły być zastępowane operacjami na **wielozbiorach**. Dodawane (odejmowane, krojone) relacje muszą mieć zgodne schematy.

StudentII

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

StudentIM

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 012345 | Zetowski | Kielce   |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |

Relacja wynikowa:

| Indeks | Nazwisko | Adres |
|--------|----------|-------|
|        |          |       |

## Operacje teoriomnogościowe — suma, różnica, przekrój

Suma ( $\cup$ ), różnica ( $\setminus$ ), przekrój ( $\cap$ ) — „zwykłe” operacje na zbiorach;  $R \setminus S$  i  $R \cup S$  wymagają, by  $\text{attr}(R) = \text{attr}(S)$ ; w praktyce mógł być zastępowane operacjami na **wielozbiorach**. Dodawane (odejmowane, krojone) relacje muszą mieć zgodne schematy.

StudentII

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

StudentIM

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 012345 | Zetowski | Kielce   |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |

Relacja wynikowa:

| Indeks | Nazwisko | Adres |
|--------|----------|-------|
|        |          |       |

# Operacje teoriomnogościowe — suma, różnica, przekrój

**Suma ( $\cup$ ), różnica ( $\setminus$ ), przekrój ( $\cap$ )** — „zwykłe” operacje na zbiorach;  $R \setminus S$  i  $R \cup S$  wymagają, by  $attr(R) = attr(S)$ ; w praktyce mógł być zastępowane operacjami na **wielozbiorach**. Dodawane (odejmowane, krojone) relacje muszą mieć zgodne schematy.

**StudentII**

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

**StudentIM**

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 012345 | Zetowski | Kielce   |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |

Relacja wynikowa:

| Indeks | Nazwisko | Adres |
|--------|----------|-------|
|        |          |       |

## Operacje teoriomnogościowe — suma, różnica, przekrój

Suma ( $\cup$ ), różnica ( $\setminus$ ), przekrój ( $\cap$ ) — „zwykłe” operacje na zbiorach;  $R \setminus S$  i  $R \cup S$  wymagają, by  $\text{attr}(R) = \text{attr}(S)$ ; w praktyce mógł być zastępowane operacjami na **wielozbiorach**. Dodawane (odejmowane, krojone) relacje muszą mieć zgodne schematy.

StudentII

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

StudentIM

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 012345 | Zetowski | Kielce   |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |

Relacja wynikowa:

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |
| 012345 | Zetowski | Kielce   |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |

# Operacje teoriomnogościowe — suma, różnica, przekrój

Suma ( $\cup$ ), różnica ( $\setminus$ ), przekrój ( $\cap$ ) — „zwykłe” operacje na zbiorach;  $R \setminus S$  i  $R \cup S$  wymagają, by  $attr(R) = attr(S)$ ; w praktyce mógł być zastępowane operacjami na **wielozbiorach**. Dodawane (odejmowane, krojone) relacje muszą mieć zgodne schematy.

StudentII

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

StudentIM

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 012345 | Zetowski | Kielce   |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |

Relacja wynikowa:

| Indeks | Nazwisko | Adres |
|--------|----------|-------|
|        |          |       |

## Operacje teoriomnogościowe — suma, różnica, przekrój

Suma ( $\cup$ ), różnica ( $\setminus$ ), przekrój ( $\cap$ ) — „zwykłe” operacje na zbiorach;  $R \setminus S$  i  $R \cup S$  wymagają, by  $\text{attr}(R) = \text{attr}(S)$ ; w praktyce mógł być zastępowane operacjami na **wielozbiorach**. Dodawane (odejmowane, krojone) relacje muszą mieć zgodne schematy.

StudentII

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

StudentIM

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 012345 | Zetowski | Kielce   |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |

Relacja wynikowa:

| Indeks | Nazwisko | Adres |
|--------|----------|-------|
|        |          |       |



# Operacje teoriomnogościowe — suma, różnica, przekrój

Suma ( $\cup$ ), różnica ( $\setminus$ ), przekrój ( $\cap$ ) — „zwykłe” operacje na zbiorach;  $R \setminus S$  i  $R \cup S$  wymagają, by  $attr(R) = attr(S)$ ; w praktyce mogły być zastępowane operacjami na **wielozbiorach**. Dodawane (odejmowane, krojone) relacje muszą mieć zgodne schematy.

StudentII

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

StudentIM

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 012345 | Zetowski | Kielce   |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |

Relacja wynikowa:

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

# Operacje teoriomnogościowe — suma, różnica, przekrój

Suma ( $\cup$ ), różnica ( $\setminus$ ), **przekrój** ( $\cap$ ) — „zwykłe” operacje na zbiorach;  $R \setminus S$  i  $R \cup S$  wymagają, by  $attr(R) = attr(S)$ ; w praktyce mógł być zastępowane operacjami na **wielozbiorach**. Dodawane (odejmowane, krojone) relacje muszą mieć zgodne schematy.

**StudentII**

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

**StudentIM**

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 012345 | Zetowski | Kielce   |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |

Relacja wynikowa:

| Indeks | Nazwisko | Adres |
|--------|----------|-------|
|        |          |       |

# Operacje teoriomnogościowe — suma, różnica, przekrój

Suma ( $\cup$ ), różnica ( $\setminus$ ), **przekrój** ( $\cap$ ) — „zwykłe” operacje na zbiorach;  $R \setminus S$  i  $R \cup S$  wymagają, by  $attr(R) = attr(S)$ ; w praktyce mógł być zastępowane operacjami na **wielozbiorach**. Dodawane (odejmowane, krojone) relacje muszą mieć zgodne schematy.

StudentII

| Indeks        | Nazwisko       | Adres           |
|---------------|----------------|-----------------|
| 123456        | Abacka         | Koszalin        |
| <b>654321</b> | <b>Babacka</b> | <b>Szczecin</b> |
| 234565        | Abacka         | Legnica         |

StudentIM

| Indeks        | Nazwisko       | Adres           |
|---------------|----------------|-----------------|
| 012345        | Zetowski       | Kielce          |
| <b>654321</b> | <b>Babacka</b> | <b>Szczecin</b> |

Relacja wynikowa:

| Indeks | Nazwisko | Adres |
|--------|----------|-------|
|        |          |       |

# Operacje teoriomnogościowe — suma, różnica, przekrój

Suma ( $\cup$ ), różnica ( $\setminus$ ), **przekrój** ( $\cap$ ) — „zwykłe” operacje na zbiorach;  $R \setminus S$  i  $R \cup S$  wymagają, by  $attr(R) = attr(S)$ ; w praktyce mógł być zastępowane operacjami na **wielozbiorach**. Dodawane (odejmowane, krojone) relacje muszą mieć zgodne schematy.

StudentII

| Indeks        | Nazwisko       | Adres           |
|---------------|----------------|-----------------|
| 123456        | Abacka         | Koszalin        |
| <b>654321</b> | <b>Babacka</b> | <b>Szczecin</b> |
| 234565        | Abacka         | Legnica         |

StudentIM

| Indeks        | Nazwisko       | Adres           |
|---------------|----------------|-----------------|
| 012345        | Zetowski       | Kielce          |
| <b>654321</b> | <b>Babacka</b> | <b>Szczecin</b> |

Relacja wynikowa:

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 654321 | Babacka  | Szczecin |

# Złączenia

Iloczyn kartezjański ( $\times$ ) — dla relacji o rozłącznych schematach

$(attr(R) \cap attr(S) = \emptyset) R \times S$  jest relacją o atrybutach

$attr(R) \cup attr(S)$  zawierająca krotki  $t = rs$ , gdzie  $r \in R$  i  $s \in S$  oraz

$t.attr(R) = r$  i  $t.attr(S) = s$ .

# Złączenia

**Iloczyn kartezjański ( $\times$ )** — dla relacji o rozłącznych schematach

$(attr(R) \cap attr(S) = \emptyset) R \times S$  jest relacją o atrybutach

$attr(R) \cup attr(S)$  zawierająca krotki  $t = rs$ , gdzie  $r \in R$  i  $s \in S$  oraz

$t.attr(R) = r$  i  $t.attr(S) = s$ .

## Student

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

## Przedmiot

| Kod | Nazwa        | Typ   |
|-----|--------------|-------|
| BD  | Bazy danych  | podst |
| AM  | Analiza mat. | obow  |

# Złączenia

**Iloczyn kartezjański ( $\times$ )** — dla relacji o rozłącznych schematach

$(attr(R) \cap attr(S) = \emptyset) R \times S$  jest relacją o atrybutach

$attr(R) \cup attr(S)$  zawierająca krotki  $t = rs$ , gdzie  $r \in R$  i  $s \in S$  oraz

$t.attr(R) = r$  i  $t.attr(S) = s$ .

## Student

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

## Przedmiot

| Kod | Nazwa        | Typ   |
|-----|--------------|-------|
| BD  | Bazy danych  | podst |
| AM  | Analiza mat. | obow  |

## Student $\times$ Przedmiot

| Indeks | Nazwisko | Adres    | Kod | Nazwa        | Typ   |
|--------|----------|----------|-----|--------------|-------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin | BD  | Bazy danych  | podst |
| 654321 | Babacka  | Szczecin | BD  | Bazy danych  | podst |
| 234565 | Abacka   | Legnica  | BD  | Bazy danych  | podst |
| 123456 | Abacka   | Koszalin | AM  | Analiza mat. | obow  |
| 654321 | Babacka  | Szczecin | AM  | Analiza mat. | obow  |
| 234565 | Abacka   | Legnica  | AM  | Analiza mat. | obow  |

# Złączenia

**Iloczyn kartezjański ( $\times$ )** — dla relacji o rozłącznych schematach

$(attr(R) \cap attr(S) = \emptyset) R \times S$  jest relacją o atrybutach

$attr(R) \cup attr(S)$  zawierającą krotki  $t = rs$ , gdzie  $r \in R$  i  $s \in S$  oraz

$t.attr(R) = r$  i  $t.attr(S) = s$ .

## Student

| Indeks        | Nazwisko      | Adres           |
|---------------|---------------|-----------------|
| <b>123456</b> | <b>Abacka</b> | <b>Koszalin</b> |
| 654321        | Babacka       | Szczecin        |
| 234565        | Abacka        | Legnica         |

## Przedmiot

| Kod | Nazwa        | Typ   |
|-----|--------------|-------|
| BD  | Bazy danych  | podst |
| AM  | Analiza mat. | obow  |

## Student $\times$ Przedmiot

| Indeks        | Nazwisko      | Adres           | Kod       | Nazwa               | Typ          |
|---------------|---------------|-----------------|-----------|---------------------|--------------|
| <b>123456</b> | <b>Abacka</b> | <b>Koszalin</b> | <b>BD</b> | <b>Bazy danych</b>  | <b>podst</b> |
| 654321        | Babacka       | Szczecin        | BD        | Bazy danych         | podst        |
| 234565        | Abacka        | Legnica         | BD        | Bazy danych         | podst        |
| <b>123456</b> | <b>Abacka</b> | <b>Koszalin</b> | <b>AM</b> | <b>Analiza mat.</b> | <b>obow</b>  |
| 654321        | Babacka       | Szczecin        | AM        | Analiza mat.        | obow         |
| 234565        | Abacka        | Legnica         | AM        | Analiza mat.        | obow         |



# Złączenia

**Iloczyn kartezjański ( $\times$ )** — dla relacji o rozłącznych schematach

$(attr(R) \cap attr(S) = \emptyset) R \times S$  jest relacją o atrybutach

$attr(R) \cup attr(S)$  zawierająca krotki  $t = rs$ , gdzie  $r \in R$  i  $s \in S$  oraz

$t.attr(R) = r$  i  $t.attr(S) = s$ .

## Student

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin |
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |

## Przedmiot

| Kod | Nazwa        | Typ   |
|-----|--------------|-------|
| BD  | Bazy danych  | podst |
| AM  | Analiza mat. | obow  |

## Student $\times$ Przedmiot

| Indeks | Nazwisko | Adres    | Kod | Nazwa        | Typ   |
|--------|----------|----------|-----|--------------|-------|
| 123456 | Abacka   | Koszalin | BD  | Bazy danych  | podst |
| 654321 | Babacka  | Szczecin | BD  | Bazy danych  | podst |
| 234565 | Abacka   | Legnica  | BD  | Bazy danych  | podst |
| 123456 | Abacka   | Koszalin | AM  | Analiza mat. | obow  |
| 654321 | Babacka  | Szczecin | AM  | Analiza mat. | obow  |
| 234565 | Abacka   | Legnica  | AM  | Analiza mat. | obow  |

# Złączenie naturalne

**Złączenie naturalne ( $\bowtie$ )** Dla relacji  $R$  i  $S$  *złączeniem naturalnym*  $R \bowtie S$  jest relacja o schemacie  $attr(R) \cup attr(S)$  zawierająca krotki  $t$ , dla których istnieją krotki  $r \in R$  i  $s \in S$ , takie że  $r.(attr(R) \cap attr(S)) = s.(attr(R) \cap attr(S))$  oraz  $t.attr(R) = r$  i  $t.attr(S) = s$ .

**Student**

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |
| 123456 | Abacka   | Koszalin |

**Ocena**

| Indeks | Kod | Stopien |
|--------|-----|---------|
| 654321 | BD  | 5.0     |
| 234565 | BD  | 4.5     |
| 234565 | AM  | 4.5     |
| 012345 | AM  | 3.5     |

# Złączenie naturalne

**Złączenie naturalne ( $\bowtie$ )** Dla relacji  $R$  i  $S$  *złączeniem naturalnym*  $R \bowtie S$  jest relacja o schemacie  $\text{attr}(R) \cup \text{attr}(S)$  zawierająca krotki  $t$ , dla których istnieją krotki  $r \in R$  i  $s \in S$ , takie że  $r.(\text{attr}(R) \cap \text{attr}(S)) = s.(\text{attr}(R) \cap \text{attr}(S))$  oraz  $t.\text{attr}(R) = r$  i  $t.\text{attr}(S) = s$ .

**Student**

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |
| 123456 | Abacka   | Koszalin |

**Ocena**

| Indeks | Kod | Stopien |
|--------|-----|---------|
| 654321 | BD  | 5.0     |
| 234565 | BD  | 4.5     |
| 234565 | AM  | 4.5     |
| 012345 | AM  | 3.5     |

# Złączenie naturalne

**Złączenie naturalne ( $\bowtie$ )** Dla relacji  $R$  i  $S$  *złączeniem naturalnym*  $R \bowtie S$  jest relacja o schemacie  $attr(R) \cup attr(S)$  zawierająca krotki  $t$ , dla których istnieją krotki  $r \in R$  i  $s \in S$ , takie że  $r.(attr(R) \cap attr(S)) = s.(attr(R) \cap attr(S))$  oraz  $t.attr(R) = r$  i  $t.attr(S) = s$ .

**Student**

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |
| 123456 | Abacka   | Koszalin |

**Ocena**

| Indeks | Kod | Stopien |
|--------|-----|---------|
| 654321 | BD  | 5.0     |
| 234565 | BD  | 4.5     |
| 234565 | AM  | 4.5     |
| 012345 | AM  | 3.5     |

**Student  $\bowtie$  Ocena**

| Indeks | Nazwisko | Adres | Kod | Stopien |
|--------|----------|-------|-----|---------|
|        |          |       |     |         |

# Złączenie naturalne

**Złączenie naturalne ( $\bowtie$ )** Dla relacji  $R$  i  $S$  *złączeniem naturalnym*  $R \bowtie S$  jest relacja o schemacie  $attr(R) \cup attr(S)$  zawierająca krotki  $t$ , dla których istnieją krotki  $r \in R$  i  $s \in S$ , takie że  $r.(attr(R) \cap attr(S)) = s.(attr(R) \cap attr(S))$  oraz  $t.attr(R) = r$  i  $t.attr(S) = s$ .

**Student**

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |
| 123456 | Abacka   | Koszalin |

**Ocena**

| Indeks | Kod | Stopien |
|--------|-----|---------|
| 654321 | BD  | 5.0     |
| 234565 | BD  | 4.5     |
| 234565 | AM  | 4.5     |
| 012345 | AM  | 3.5     |

**Student  $\bowtie$  Ocena**

| Indeks | Nazwisko | Adres | Kod | Stopien |
|--------|----------|-------|-----|---------|
|        |          |       |     |         |
|        |          |       |     |         |
|        |          |       |     |         |

# Złączenie naturalne

**Złączenie naturalne ( $\bowtie$ )** Dla relacji  $R$  i  $S$  *złączeniem naturalnym*  $R \bowtie S$  jest relacja o schemacie  $attr(R) \cup attr(S)$  zawierająca krotki  $t$ , dla których istnieją krotki  $r \in R$  i  $s \in S$ , takie że  $r.(attr(R) \cap attr(S)) = s.(attr(R) \cap attr(S))$  oraz  $t.attr(R) = r$  i  $t.attr(S) = s$ .

**Student**

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |
| 123456 | Abacka   | Koszalin |

**Ocena**

| Indeks | Kod | Stopien |
|--------|-----|---------|
| 654321 | BD  | 5.0     |
| 234565 | BD  | 4.5     |
| 234565 | AM  | 4.5     |
| 012345 | AM  | 3.5     |

**Student  $\bowtie$  Ocena**

| Indeks | Nazwisko | Adres    | Kod | Stopien |
|--------|----------|----------|-----|---------|
| 654321 | Babacka  | Szczecin | BD  | 5.0     |
|        |          |          |     |         |
|        |          |          |     |         |

# Złączenie naturalne

**Złączenie naturalne ( $\bowtie$ )** Dla relacji  $R$  i  $S$  *złączeniem naturalnym*  $R \bowtie S$  jest relacja o schemacie  $attr(R) \cup attr(S)$  zawierająca krotki  $t$ , dla których istnieją krotki  $r \in R$  i  $s \in S$ , takie że  $r.(attr(R) \cap attr(S)) = s.(attr(R) \cap attr(S))$  oraz  $t.attr(R) = r$  i  $t.attr(S) = s$ .

**Student**

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |
| 123456 | Abacka   | Koszalin |

**Ocena**

| Indeks | Kod | Stopien |
|--------|-----|---------|
| 654321 | BD  | 5.0     |
| 234565 | BD  | 4.5     |
| 234565 | AM  | 4.5     |
| 012345 | AM  | 3.5     |

**Student  $\bowtie$  Ocena**

| Indeks | Nazwisko | Adres    | Kod | Stopien |
|--------|----------|----------|-----|---------|
| 654321 | Babacka  | Szczecin | BD  | 5.0     |
| 234565 | Abacka   | Legnica  | BD  | 4.5     |
| 234565 | Abacka   | Legnica  | AM  | 3.5     |

# Złączenie naturalne

**Złączenie naturalne ( $\bowtie$ )** Dla relacji  $R$  i  $S$  *złączeniem naturalnym*  $R \bowtie S$  jest relacja o schemacie  $attr(R) \cup attr(S)$  zawierająca krotki  $t$ , dla których istnieją krotki  $r \in R$  i  $s \in S$ , takie że  $r.(attr(R) \cap attr(S)) = s.(attr(R) \cap attr(S))$  oraz  $t.attr(R) = r$  i  $t.attr(S) = s$ .

**Student**

| Indeks | Nazwisko | Adres    |
|--------|----------|----------|
| 654321 | Babacka  | Szczecin |
| 234565 | Abacka   | Legnica  |
| 123456 | Abacka   | Koszalin |

**Ocena**

| Indeks | Kod | Stopien |
|--------|-----|---------|
| 654321 | BD  | 5.0     |
| 234565 | BD  | 4.5     |
| 234565 | AM  | 4.5     |
| 012345 | AM  | 3.5     |

**Student  $\bowtie$  Ocena**

| Indeks | Nazwisko | Adres    | Kod | Stopien |
|--------|----------|----------|-----|---------|
| 654321 | Babacka  | Szczecin | BD  | 5.0     |
| 234565 | Abacka   | Legnica  | BD  | 4.5     |
| 234565 | Abacka   | Legnica  | AM  | 3.5     |

Krotki, które nie mają pary, nie wchodzą do wyniku!



# Wszystkie operacje algebry relacji

# Wszystkie operacje algebry relacji

Złączenie  $\theta_F$  to iloczyn kartezjański połączony z selekcją:

$$R \bowtie_F S = \sigma_F(R \times S)$$

# Wszystkie operacje algebry relacji

Złączenie  $\theta_F$  to iloczyn kartezjański połączony z selekcją:

$$R \bowtie_F S = \sigma_F(R \times S)$$

Złączenia zewnętrzne to złączenie naturalne, do którego wyniku dorzuca się krotki, które nie znalazły pary. W polach, które są niewypełnione, wpisywana jest wartość NULL.

# Wszystkie operacje algebry relacji

Złączenie  $\theta_F$  to iloczyn kartezjański połączony z selekcją:

$$R \bowtie_F S = \sigma_F(R \times S)$$

**Złączenia zewnętrzne** to złączenie naturalne, do którego wyniku dorzuca się krotki, które nie znalazły pary. W polach, które są niewypełnione, wpisywana jest wartość NULL.

**Półzłączenia** to operacja wybierająca z relacji krotki, które połączyłyby się, gdyby wykonywano złączenie naturalne.

# Wszystkie operacje algebry relacji

Złączenie  $\theta_F$  to iloczyn kartezjański połączony z selekcją:

$$R \bowtie_F S = \sigma_F(R \times S)$$

**Złączenia zewnętrzne** to złączenie naturalne, do którego wyniku dorzuca się krotki, które nie znalazły pary. W polach, które są niewypełnione, wpisywana jest wartość NULL.

**Półzłączenia** to operacja wybierająca z relacji krotki, które połączyłyby się, gdyby wykonywano złączenie naturalne.

**Inne operacje** np. iloraz, złączenie lewostronne i prawostronne.

# Wszystkie operacje algebry relacji

**Złączenie  $\theta_F$**  to iloczyn kartezjański połączony z selekcją:

$$R \bowtie_F S = \sigma_F(R \times S)$$

**Złączenia zewnętrzne** to złączenie naturalne, do którego wyniku dorzuca się krotki, które nie znalazły pary. W polach, które są niewypełnione, wpisywana jest wartość NULL.

**Półzłączenia** to operacja wybierająca z relacji krotki, które połączyłyby się, gdyby wykonywano złączenie naturalne.

**Inne operacje** np. iloraz, złączenie lewostronne i prawostronne.

**Zapytania** budujemy poprawne wyrażenia używając operatorów algebry relacji, nawiasów i stałych.

# Wszystkie operacje algebry relacji

**Złączenie  $\theta_F$**  to iloczyn kartezjański połączony z selekcją:

$$R \bowtie_F S = \sigma_F(R \times S)$$

**Złączenia zewnętrzne** to złączenie naturalne, do którego wyniku dorzuca się krotki, które nie znalazły pary. W polach, które są niewypełnione, wpisywana jest wartość NULL.

**Półzłączenia** to operacja wybierająca z relacji krotki, które połączyłyby się, gdyby wykonywano złączenie naturalne.

**Inne operacje** np. iloraz, złączenie lewostronne i prawostronne.

**Zapytania** budujemy poprawne wyrażenia używając operatorów algebry relacji, nawiasów i stałych.

Wszystkie operacje algebry relacji są wyrażalne za pomocą:  $\pi$ ,  $\sigma$ ,  $\rho$ ,  $\times$ ,  $\cup$ ,  $\setminus$ .

# Baza do przykładów

- **Student**=(indeks,nazwisko, rok), czyli indeks, nazwisko i rok studiów studenta;
- **Przedmiot**=(nazwa, typ), czyli nazwa i typ przedmiotu;
- **Ocena**=(indeks,przed,data,stop), czyli ocena uzyskana przez studenta za przedmiot wraz z datą wystawienia.

Klucze główne relacji są podkreślone. Dodatkowo w relacji *O* występują klucze obce:

- *O.indeks* odnoszący się do *S.indeks*,
- *O.przed* odnoszący się do *P.nazwa*,
- Zastanowimy się, czy pola *data* i *stop* w relacji *Ocena* mogą być puste.



# Przykłady 1-3

## Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

## Przykłady 1-3

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

1.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(\sigma_{stop=5.0 \wedge przed='BD'}(S \bowtie O));$

### Znaczenie zapytań

## Przykłady 1-3

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

1.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(\sigma_{stop=5.0 \wedge przed='BD'}(S \bowtie O));$

### Znaczenie zapytań

1. Indeksy i nazwiska studentów, którzy dostali 5.0 z BD.

## Przykłady 1-3

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

1.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(\sigma_{stop=5.0 \wedge przed='BD'}(S \bowtie O));$

### Znaczenie zapytań

1. Indeksy i nazwiska studentów, którzy dostali 5.0 z BD.
2. Pełne dane studentów, którzy dostali jakąś ocenę 5.0.

## Przykłady 1-3

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

1.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(\sigma_{stop=5.0 \wedge przed='BD'}(S \bowtie O));$
2.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop=5.0}(O));$

### Znaczenie zapytań

1. Indeksy i nazwiska studentów, którzy dostali 5.0 z BD.
2. Pełne dane studentów, którzy dostali jakąś ocenę 5.0.

## Przykłady 1-3

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

1.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(\sigma_{stop=5.0 \wedge przed='BD'}(S \bowtie O));$
2.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop=5.0}(O));$

### Znaczenie zapytań

1. Indeksy i nazwiska studentów, którzy dostali 5.0 z BD.
2. Pełne dane studentów, którzy dostali jakąś ocenę 5.0.
3. Studenci, którzy podchodzili do BD co najmniej dwa razy.

# Przykłady 1-3

## Baza danych

$S = (\underline{indeks}, \text{nazwisko}, \text{rok}), P = (\underline{nazwa}, \text{typ}), O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, \text{stop})$

1.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(\sigma_{stop=5.0 \wedge przed='BD'}(S \bowtie O));$
2.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop=5.0}(O));$
3.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{i1=indeks \wedge p1=przed \wedge przed='BD' \wedge data \neq d1}(\rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O) \times O)).$

## Znaczenie zapytań

1. Indeksy i nazwiska studentów, którzy dostali 5.0 z BD.
2. Pełne dane studentów, którzy dostali jakąś ocenę 5.0.
3. Studenci, którzy podchodzili do BD co najmniej dwa razy.

## Przykład 4

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Studenci, którzy nie dostali 5.0.



## Przykład 4

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Studenci, którzy nie dostali 5.0.

4a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \neq 5.0}(O));$

### Znaczenie zapytań

## Przykład 4

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Studenci, którzy nie dostali 5.0.

4a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \neq 5.0}(O));$

### Znaczenie zapytań

4a. Studenci, którzy dostali jakąś ocenę inną niż 5.0.

## Przykład 4

### Baza danych

$S = (\underline{\text{indeks}}, \text{nazwisko}, \text{rok})$ ,  $P = (\underline{\text{nazwa}}, \text{typ})$ ,  $O = (\underline{\text{indeks}}, \underline{\text{przed}}, \underline{\text{data}}, \text{stop})$

Studenci, którzy nie dostali 5.0.

- 4a.  $\pi_{S.\text{indeks}, \text{nazwisko}, \text{rok}}(S \bowtie \sigma_{\text{stop} \neq 5.0}(O));$
- 4b.  $\pi_{S.\text{indeks}, \text{nazwisko}, \text{rok}}(S \bowtie \sigma_{\text{stop IS NULL}}(O));$

### Znaczenie zapytań

- 4a. Studenci, którzy dostali jakąś ocenę inną niż 5.0.

## Przykład 4

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Studenci, którzy nie dostali 5.0.

- 4a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \neq 5.0}(O));$
- 4b.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \text{ IS NULL }}(O));$

### Znaczenie zapytań

- 4a. Studenci, którzy dostali jakąś ocenę inną niż 5.0.
- 4b. Studenci, którzy nie dostali wpisu (niezgodne z więzami relacji)

## Przykład 4

### Baza danych

$S = (\underline{\text{indeks}}, \text{nazwisko}, \text{rok})$ ,  $P = (\underline{\text{nazwa}}, \text{typ})$ ,  $O = (\underline{\text{indeks}}, \underline{\text{przed}}, \underline{\text{data}}, \text{stop})$

Studenci, którzy nie dostali 5.0.

- 4a.  $\pi_{S.\text{indeks}, \text{nazwisko}, \text{rok}}(S \bowtie \sigma_{\text{stop} \neq 5.0}(O));$
- 4b.  $\pi_{S.\text{indeks}, \text{nazwisko}, \text{rok}}(S \bowtie \sigma_{\text{stop IS NULL}}(O));$
- 4c.  $\pi_{S.\text{indeks}, \text{nazwisko}, \text{rok}}(S) \setminus \pi_{S.\text{indeks}, \text{nazwisko}, \text{rok}}(S \bowtie \sigma_{\text{stop} = 5.0}(O));$

### Znaczenie zapytań

- 4a. Studenci, którzy dostali jakąś ocenę inną niż 5.0.
- 4b. Studenci, którzy nie dostali wpisu (niezgodne z więzami relacji)

## Przykład 4

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Studenci, którzy nie dostali 5.0.

- 4a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \neq 5.0}(O));$
- 4b.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \text{ IS NULL }}(O));$
- 4c.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop = 5.0}(O));$

### Znaczenie zapytań

- 4a. Studenci, którzy dostali jakąś ocenę inną niż 5.0.
- 4b. Studenci, którzy nie dostali wpisu (niezgodne z więzami relacji)
- 4c. Studenci, którzy nie dostali żadnej piątki.

## Przykład 4

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Studenci, którzy nie dostali 5.0.

- 4a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \neq 5.0}(O));$
- 4b.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \text{ IS NULL }}(O));$
- 4c.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop = 5.0}(O));$
- 4d.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \neq 5.0}(O));$

### Znaczenie zapytań

- 4a. Studenci, którzy dostali jakąś ocenę inną niż 5.0.
- 4b. Studenci, którzy nie dostali wpisu (niezgodne z więzami relacji)
- 4c. Studenci, którzy nie dostali żadnej piątki.

## Przykład 4

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Studenci, którzy nie dostali 5.0.

- 4a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \neq 5.0}(O));$
- 4b.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \text{ IS NULL }}(O));$
- 4c.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop = 5.0}(O));$
- 4d.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \neq 5.0}(O));$

### Znaczenie zapytań

- 4a. Studenci, którzy dostali jakąś ocenę inną niż 5.0.
- 4b. Studenci, którzy nie dostali wpisu (niezgodne z więzami relacji)
- 4c. Studenci, którzy nie dostali żadnej piątki.
- 4d. Studenci, którzy mają tylko oceny 5.0 (być może nie mają żadnych).



## Przykład 4

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Studenci, którzy nie dostali 5.0.

- 4a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \neq 5.0}(O));$
- 4b.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \text{ IS NULL }}(O));$
- 4c.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop = 5.0}(O));$
- 4d.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \neq 5.0}(O));$
- 4e.  $\pi_{S.ind, naz, rok}(S \bowtie O) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \neq 5.0}(O));$

### Znaczenie zapytań

- 4a. Studenci, którzy dostali jakąś ocenę inną niż 5.0.
- 4b. Studenci, którzy nie dostali wpisu (niezgodne z więzami relacji)
- 4c. Studenci, którzy nie dostali żadnej piątki.
- 4d. Studenci, którzy mają tylko oceny 5.0 (być może nie mają żadnych).

## Przykład 4

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Studenci, którzy nie dostali 5.0.

- 4a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \neq 5.0}(O));$
- 4b.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \text{ IS NULL }}(O));$
- 4c.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop = 5.0}(O));$
- 4d.  $\pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \neq 5.0}(O));$
- 4e.  $\pi_{S.ind, naz, rok}(S \bowtie O) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko, rok}(S \bowtie \sigma_{stop \neq 5.0}(O));$

### Znaczenie zapytań

- 4a. Studenci, którzy dostali jakąś ocenę inną niż 5.0.
- 4b. Studenci, którzy nie dostali wpisu (niezgodne z więzami relacji)
- 4c. Studenci, którzy nie dostali żadnej piątki.
- 4d. Studenci, którzy mają tylko oceny 5.0 (być może nie mają żadnych).
- 4e. Studenci, którzy dostają tylko piątki, przy czym bierzemy pod uwagę tylko tych, którzy mają jakikolwiek wpis.

## Przykład 5

### Baza danych

$S = (\underline{\text{indeks}}, \text{nazwisko}, \text{rok}), P = (\underline{\text{nazwa}}, \text{typ}), O = (\underline{\text{indeks}}, \underline{\text{przed}}, \underline{\text{data}}, \text{stop})$

Jak szukać czegoś, czego nie ma?

## Przykład 5

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (nazwa, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Jak szukać czegoś, czego nie ma?

5a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie O);$

### Znaczenie zapytań

## Przykład 5

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (nazwa, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Jak szukać czegoś, czego nie ma?

$$5a. \pi_{S.indeks, nazwisko}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie O);$$

### Znaczenie zapytań

5a. Studenci, którzy nie mają wpisu.

## Przykład 5

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (nazwa, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Jak szukać czegoś, czego nie ma?

5a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie O)$ ;

5b.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{stop \text{ IS NULL }}(O))$ ;

### Znaczenie zapytań

5a. Studenci, którzy nie mają wpisu.

## Przykład 5

### Baza danych

$S = (\underline{\text{indeks}}, \text{nazwisko}, \text{rok}), P = (\underline{\text{nazwa}}, \text{typ}), O = (\underline{\text{indeks}}, \underline{\text{przed}}, \underline{\text{data}}, \text{stop})$

Jak szukać czegoś, czego nie ma?

5a.  $\pi_{S.\text{indeks}, \text{nazwisko}}(S) \setminus \pi_{S.\text{indeks}, \text{nazwisko}}(S \bowtie O);$

5b.  $\pi_{S.\text{indeks}, \text{nazwisko}}(S \bowtie \sigma_{\text{stop IS NULL}}(O));$

### Znaczenie zapytań

5a. Studenci, którzy nie mają wpisu.

5b. Studenci, którzy mają jakiś niewypełniony wpis.

## Przykład 5

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Jak szukać czegoś, czego nie ma?

5a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie O)$ ;

5b.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{stop \text{ IS NULL }}(O))$ ;

5c.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{stop= \text{NULL}}(O))$ ;

### Znaczenie zapytań

5a. Studenci, którzy nie mają wpisu.

5b. Studenci, którzy mają jakiś niewypełniony wpis.



## Przykład 5

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, \text{nazwisko}, \text{rok}), P = (\underline{nazwa}, \text{typ}), O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, \text{stop})$

Jak szukać czegoś, czego nie ma?

5a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie O);$

5b.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{\text{stop IS NULL}}(O));$

5c.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{\text{stop=NULL}}(O));$

### Znaczenie zapytań

5a. Studenci, którzy nie mają wpisu.

5b. Studenci, którzy mają jakiś niewypełniony wpis.

5c. Nikt.

## Przykład 5

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, \underline{nazwisko}, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Jak szukać czegoś, czego nie ma?

5a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie O)$ ;

5b.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{stop \text{ IS NULL }}(O))$ ;

5c.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{stop= \text{ NULL }}(O))$ ;

5d.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{stop \neq \text{ NULL }}(O))$ ;

### Znaczenie zapytań

5a. Studenci, którzy nie mają wpisu.

5b. Studenci, którzy mają jakiś niewypełniony wpis.

5c. Nikt.

## Przykład 5

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, \underline{nazwisko}, rok), P = (\underline{nazwa}, typ), O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Jak szukać czegoś, czego nie ma?

5a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie O);$

5b.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{stop \text{ IS NULL }}(O));$

5c.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{stop= \text{ NULL }}(O));$

5d.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{stop \neq \text{ NULL }}(O));$

### Znaczenie zapytań

5a. Studenci, którzy nie mają wpisu.

5b. Studenci, którzy mają jakiś niewypełniony wpis.

5c. Nikt.

5d. Nikt.

## Przykład 5

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Jak szukać czegoś, czego nie ma?

5a.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S) \setminus \pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie O)$ ;

5b.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{stop \text{ IS NULL }}(O))$ ;

5c.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{stop= \text{ NULL }}(O))$ ;

5d.  $\pi_{S.indeks, nazwisko}(S \bowtie \sigma_{stop \neq \text{ NULL }}(O))$ ;

### Znaczenie zapytań

5a. Studenci, którzy nie mają wpisu.

5b. Studenci, którzy mają jakiś niewypełniony wpis.

5c. Nikt.

5d. Nikt.

Krotka jest wybierana przez selekcję, gdy warunek ma dla niej wartość TRUE. Wartość UNKNOWN nie wystarcza.

# Przykład 6

## Baza danych

$S = (\underline{indeks}, \underline{nazwisko}, rok), P = (\underline{nazwa}, typ), O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

Można pytać o to samo na różne sposoby. Czy to ma jakieś znaczenie?

$$\begin{aligned}
 (6) \quad & \pi_{nazwisko, indeks} ( \\
 & \quad \sigma_{stop=5.0 \wedge typ='zaaw'} (\sigma_{nazwa=przed} (P \times O)) \bowtie \\
 & \quad \sigma_{rok=4} (S)) \\
 & \cup \pi_{nazwisko, indeks} ( \\
 & \quad \sigma_{stop=5.0 \wedge typ='obow'} (\sigma_{nazwa=przed} (P \times O)) \bowtie \\
 & \quad \sigma_{rok=3} (S));
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (6a) \quad & \pi_{nazwisko, indeks} ( \\
 & \quad \sigma_{((rok=3 \wedge typ='obow') \vee (rok=4 \wedge typ='zaaw'))} (\sigma_{rok=3 \vee rok=4} (S) \bowtie \\
 & \quad \pi_{indeks, typ} (P \bowtie \pi_{przed, typ} (\sigma_{typ='zaaw' \vee typ='obow'} (P)))) \bowtie \\
 & \quad \pi_{indeks, przed} (\sigma_{stop=5.0} (O))))
 \end{aligned}$$

## Przykład 7 - poszukajmy najlepszych z BD

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (nazwa, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

## Przykład 7 - poszukajmy najlepszych z BD

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok), P = (\underline{nazwa}, typ), O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

$$(7a) \pi_{indeks}(\sigma_{stop > s1 \wedge przed = 'BD' \wedge p1 = przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$$

### Znaczenie zapytań

## Przykład 7 - poszukajmy najlepszych z BD

### Baza danych

$S = (\underline{\text{indeks}}, \text{nazwisko}, \text{rok}), P = (\underline{\text{nazwa}}, \text{typ}), O = (\underline{\text{indeks}}, \underline{\text{przed}}, \underline{\text{data}}, \text{stop})$

$$(7a) \pi_{\text{indeks}}(\sigma_{\text{stop} > s1 \wedge \text{przed} = \text{'BD'}} \wedge p1 = \text{przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$$

### Znaczenie zapytań

- 7a. Indeksy studentów, którzy z BD mają ocenę lepszą niż ktoś inny, czyli nie są najgorsi.



## Przykład 7 - poszukajmy najlepszych z BD

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, \underline{nazwisko}, rok), P = (\underline{nazwa}, typ), O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

$$(7a) \pi_{indeks}(\sigma_{stop > s1 \wedge przed = 'BD' \wedge p1 = przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$$

### Znaczenie zapytań

- 7a. Indeksy studentów, którzy z BD mają ocenę lepszą niż ktoś inny, czyli nie są najgorsi.
- 7b. Indeksy studentów, którzy z BD mają ocenę gorszą niż ktoś inny, czyli nie są najlepsi (dopełnienie tego, czego szukamy).

## Przykład 7 - poszukajmy najlepszych z BD

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok)$ ,  $P = (\underline{nazwa}, typ)$ ,  $O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

(7a)  $\pi_{indeks}(\sigma_{stop > s1 \wedge przed = 'BD' \wedge p1 = przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$

(7b)  $\pi_{indeks}(\sigma_{stop < s1 \wedge przed = 'BD' \wedge p1 = przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$

### Znaczenie zapytań

- 7a. Indeksy studentów, którzy z BD mają ocenę lepszą niż ktoś inny, czyli nie są najgorsi.
- 7b. Indeksy studentów, którzy z BD mają ocenę gorszą niż ktoś inny, czyli nie są najlepsi (dopełnienie tego, czego szukamy).

## Przykład 7 - poszukajmy najlepszych z BD

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok), P = (\underline{nazwa}, typ), O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

$$(7a) \pi_{indeks}(\sigma_{stop > s1 \wedge przed = "BD" \wedge p1 = przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$$

$$(7b) \pi_{indeks}(\sigma_{stop < s1 \wedge przed = "BD" \wedge p1 = przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$$

$$(7c) \pi_{indeks}(S) \setminus \pi_{indeks}(\sigma_{stop < s1 \wedge przed = "BD" \wedge p1 = przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$$

### Znaczenie zapytań

- 7a. Indeksy studentów, którzy z BD mają ocenę lepszą niż ktoś inny, czyli nie są najgorsi.
- 7b. Indeksy studentów, którzy z BD mają ocenę gorszą niż ktoś inny, czyli nie są najlepsi (dopełnienie tego, czego szukamy).

## Przykład 7 - poszukajmy najlepszych z BD

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, nazwisko, rok), P = (\underline{nazwa}, typ), O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, stop)$

(7a)  $\pi_{indeks}(\sigma_{stop > s1 \wedge przed = "BD" \wedge p1 = przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$

(7b)  $\pi_{indeks}(\sigma_{stop < s1 \wedge przed = "BD" \wedge p1 = przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$

(7c)  $\pi_{indeks}(S) \setminus \pi_{indeks}(\sigma_{stop < s1 \wedge przed = "BD" \wedge p1 = przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$

### Znaczenie zapytań

- 7a. Indeksy studentów, którzy z BD mają ocenę lepszą niż ktoś inny, czyli nie są najgorsi.
- 7b. Indeksy studentów, którzy z BD mają ocenę gorszą niż ktoś inny, czyli nie są najlepsi (dopełnienie tego, czego szukamy).
- 7c. Indeksy studentów, którzy nie są od nikogo gorsi z BD.

## Przykład 7 - poszukajmy najlepszych z BD

### Baza danych

$S = (\underline{\text{indeks}}, \text{nazwisko}, \text{rok}), P = (\underline{\text{nazwa}}, \text{typ}), O = (\underline{\text{indeks}}, \underline{\text{przed}}, \underline{\text{data}}, \text{stop})$

(7a)  $\pi_{\text{indeks}}(\sigma_{\text{stop} > s1 \wedge \text{przed} = \text{"BD"}} \wedge p1 = \text{przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$

(7b)  $\pi_{\text{indeks}}(\sigma_{\text{stop} < s1 \wedge \text{przed} = \text{"BD"}} \wedge p1 = \text{przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$

(7c)  $\pi_{\text{indeks}}(S) \setminus$

$\pi_{\text{indeks}}(\sigma_{\text{stop} < s1 \wedge \text{przed} = \text{"BD"}} \wedge p1 = \text{przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$

(7d)  $\pi_{\text{indeks}}(\sigma_{\text{przed} = \text{"BD"}}(O)) \setminus$

$\pi_{\text{indeks}}(\sigma_{\text{stop} < s1 \wedge \text{przed} = \text{"BD"}} \wedge p1 = \text{przed}(O \bowtie \rho_{O1(i1, p1, d1, s1)}(O)))$

### Znaczenie zapytań

- 7a. Indeksy studentów, którzy z BD mają ocenę lepszą niż ktoś inny, czyli nie są najgorsi.
- 7b. Indeksy studentów, którzy z BD mają ocenę gorszą niż ktoś inny, czyli nie są najlepsi (dopełnienie tego, czego szukamy).
- 7c. Indeksy studentów, którzy nie są od nikogo gorsi z BD.

## Przykład 7 - poszukajmy najlepszych z BD

### Baza danych

$S = (\underline{indeks}, \text{nazwisko}, \text{rok}), P = (\underline{nazwa}, \text{typ}), O = (\underline{indeks}, \underline{przed}, \underline{data}, \text{stop})$

$$(7a) \pi_{indeks}(\sigma_{\text{stop} > s1 \wedge \text{przed} = "BD" \wedge p1 = \text{przed}}(O \bowtie \rho_{O1}(i1, p1, d1, s1)(O)))$$

$$(7b) \pi_{indeks}(\sigma_{\text{stop} < s1 \wedge \text{przed} = "BD" \wedge p1 = \text{przed}}(O \bowtie \rho_{O1}(i1, p1, d1, s1)(O)))$$

$$(7c) \pi_{indeks}(S) \setminus$$

$$\pi_{indeks}(\sigma_{\text{stop} < s1 \wedge \text{przed} = "BD" \wedge p1 = \text{przed}}(O \bowtie \rho_{O1}(i1, p1, d1, s1)(O)))$$

$$(7d) \pi_{indeks}(\sigma_{\text{przed} = "BD"}(O)) \setminus$$

$$\pi_{indeks}(\sigma_{\text{stop} < s1 \wedge \text{przed} = "BD" \wedge p1 = \text{przed}}(O \bowtie \rho_{O1}(i1, p1, d1, s1)(O)))$$

### Znaczenie zapytań

- 7a. Indeksy studentów, którzy z BD mają ocenę lepszą niż ktoś inny, czyli nie są najgorsi.
- 7b. Indeksy studentów, którzy z BD mają ocenę gorszą niż ktoś inny, czyli nie są najlepsi (dopełnienie tego, czego szukamy).
- 7c. Indeksy studentów, którzy nie są od nikogo gorsi z BD.
- 7d. Indeksy studentów, którzy są najlepsi z BD.

# Wnioski i uwagi:

## Wnioski i uwagi:

- 1 Algebra relacji jest językiem imperatywnym (operacyjnym).



## Wnioski i uwagi:

- 1 Algebra relacji jest językiem imperatywnym (operacyjnym).
- 2 Znaczenie zapytania (w języku naturalnym) nie zawsze jest oczywiste, gdyż algebra relacji nie przypomina języka naturalnego.

## Wnioski i uwagi:

- 1 Algebra relacji jest językiem imperatywnym (operacyjnym).
- 2 Znaczenie zapytania (w języku naturalnym) nie zawsze jest oczywiste, gdyż algebra relacji nie przypomina języka naturalnego.
- 3 To samo zapytanie może mieć wiele równoważnych postaci — mogą one różnić się złożonością wykonania.

## Wnioski i uwagi:

- 1 Algebra relacji jest językiem imperatywnym (operacyjnym).
- 2 Znaczenie zapytania (w języku naturalnym) nie zawsze jest oczywiste, gdyż algebra relacji nie przypomina języka naturalnego.
- 3 To samo zapytanie może mieć wiele równoważnych postaci — mogą one różnić się złożonością wykonania.
- 4 Na podstawie samego opisu trudno określić moc tego języka.

## Wnioski i uwagi:

- 1 Algebra relacji jest językiem imperatywnym (operacyjnym).
- 2 Znaczenie zapytania (w języku naturalnym) nie zawsze jest oczywiste, gdyż algebra relacji nie przypomina języka naturalnego.
- 3 To samo zapytanie może mieć wiele równoważnych postaci — mogą one różnić się złożonością wykonania.
- 4 Na podstawie samego opisu trudno określić moc tego języka.
- 5 Algebra relacji jest podstawą SQL.