

# Zajęcia 1: Wykład (SQL cz. 1)

**Date:** 2015-10-01  
**tags:** zaj1, wykład, materiały  
**category:** materiały

## Note

Wykład do pobrania również w wersji PDF.

## Spis treści

<b>Po co uczymy się o SQL</b>	<b>2</b>
<b>Rodzaje baz danych</b>	<b>2</b>
Zalety systemów relacyjnych . . . . .	2
Wady systemów relacyjnych . . . . .	3
<b>Przykład schematu relacyjnego</b>	<b>3</b>
Wartość NULL . . . . .	4
Ograniczenia w bazie danych . . . . .	4
Spójność danych . . . . .	4
<b>Baza danych postgresql</b>	<b>5</b>
Narzędzia administracyjne bazy danych . . . . .	5
Polecenie konsolowe <code>psql</code> . . . . .	5
Interfejs graficzny PGADMIN . . . . .	5
<b>Wybieranie danych</b>	<b>6</b>
Składnia polecenia <code>SELECT</code> . . . . .	6
Klauzula <code>WHERE</code> . . . . .	7
Wybieranie kolumn . . . . .	8
Sortowanie danych . . . . .	9
<b>Funkcje agregujące</b>	<b>9</b>
Klauzula <code>GROUP BY</code> . . . . .	10
Dodatkowe przykłady: . . . . .	11
Klauzula <code>HAVING</code> . . . . .	12
<b>Rzeczy do zapamiętania</b>	<b>12</b>

## Po co uczymy się o SQL

SQL jest używany w większości webaplikacji (nawet tych największych), i mimo różnorodnych wad relacyjnych baz danych, nie stworzono do tej pory lepszego rozwiązania.

Podczas tworzenia webaplikacji zasadniczo rzadko pisze się czysty kod SQL, jednak:

- W każdej (nietrywialnej) aplikacji musiałem napisać jakiś kod SQL.
- Zrozumienie podstaw SQL ułatwi np. rozumienie generowanego kodu SQL.

### Note

Głównym problemem z bazami SQL jest ich skalowalność, tj: **trudno** jest stworzyć system który ma rozmiar Twittera czy Facebooka i przechowuje dane w bazie danych SQL.

Odpowiedzią na te problemy miały być bazy danych NoSQL, które zasadniczo lepiej się skalują, jednak najczęściej bazy NoSQL wykorzystywane są **dodatkowo** jako wsparcie baz relacyjnych.

## Rodzaje baz danych

**Relacyjne (z ang. relational)** podstawą są tabele, czasem nazywane relacjami oraz więzi (inaczej ograniczenia) między nimi.

**Klucz-wartość (z ang. key-value)** pozwalają przypisywać do kluczy (będących dowolnym ciągiem znaków) wartości.

Przykładem takiej bazy danych może być system plików: przypisuje on ścieżkom plików (czyli kluczom), wartość czyli zawartość plików.

**Dokumentowe** służą do przechowywania dokumentów, mają dużo słabsze ograniczenia na spójność danych, ponieważ dokumenty mogą się zmieniać.

**Kolumnowe** W bazach typowych relacyjnych na dysku, dane o jednym rzędzie w tabeli przechowywane są razem. W bazach kolumnowych razem przechowujemy dane o kolumnie.

**Graflowe (z ang. graph)** przechowują grafy

Bazy danych, które nie są relacyjne często określa się terminem NoSQL.

## Zalety systemów relacyjnych

### Note

Proszę nie traktować rzeczy podanych w zaletach i wadach systemów relacyjnych, jako wyroczni. Od tych ogólnych zasad są wyjątki!

- Gwarantują spójność danych.
- Gwarantują zachowanie transakcji w systemie.

- Na etapie konstrukcji bazy danych nie musimy wiedzieć jakie rodzaje zapytań będą wykonywane na bazie danych (nie jest to prawda dla wszystkich baz NoSQL).
- Na etapie konstruowania zapytania nie musimy myśleć o tym, jak zostanie wykonane (jest to prawda również dla niektórych systemów NoSQL)
- Model relacyjny ma solidne podstawy i aksjomatyzację matematyczną, co znacznie ułatwia opisywanie zachowania baz danych, optymalizację schematu itp.

## Wady systemów relacyjnych

- Systemy NoSQL zasadniczo lepiej się skalują, tj. łatwiej jest wykonać system składający się z kilkuset fizycznych serwerów NoSQL działających razem, niż system kilkudziesięciu serwerów relacyjnych działających razem.
- Specjalistyczne (czyli takie, które są w stanie przechowywać tylko pewien rodzaj danych: na przykład grafowe, dokumentowe, klucz-wartość) systemy NoSQL, są w stanie wydajniej i wygodniej przechowywać ten rodzaj danych, niż systemy relacyjne.

## Przykład schematu relacyjnego

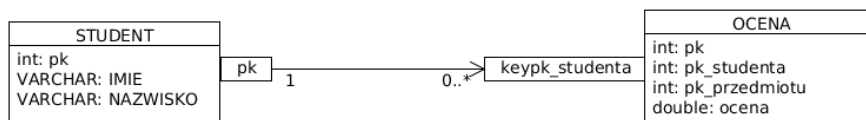


Figure 1: Przykład schematu relacyjnego

Ważne cechy schematu relacyjnego:

- Dane są przechowywane tylko w wierszach tabel.
- Tabele mają kolumny o ustalonym typie.
- Na poszczególne wiersze nałożone mogą być pewne ograniczenia.
- System musi być przygotowany do reprezentowania "braku informacji"

Opcjonalnie możecie się zapoznać z tym dokumentem: [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Codd%27s\\_12\\_rules&oldid=574873395](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Codd%27s_12_rules&oldid=574873395).

Informacje o strukturze danych w bazie nazywamy schematem (z ang. database schema).

## Wartość NULL

Wartość NULL reprezentuje informację o tym, że dana wartość jest niedostępna. Jeśli w kolumnie `ocena` zawarta jest wartość NULL oznacza to, że system nie posiada informacji o danej ocenie.

Wprowadzenie wartości NULL jest ważne ponieważ pozwala ona jasno i jednoznacznie powiedzieć: tej informacji nie mamy oraz żadna poprawna wartość w żadnej kolumnie nigdy nie będzie równa NULL.

## Ograniczenia w bazie danych

Systemy relacyjne pozwalają nakładać na schemat pewne ograniczenia albo inaczej więzy (z *ang.* constraints) przykłady ograniczeń zawartych w przykładzie:

klucz główny z *ang.* primary key

Kolumna `id` tabeli `student` jest unikalna (dwóm wierszom nie może być przypisana taka sama wartość w tej kolumnie) oraz nie może przyjmować wartości pustej. Klucz główny jednoznacznie identyfikuje dany wiersz w tabeli.

nie pustość z *ang.* non null

Kolumny `imie` oraz `nazwisko` nie mogą zawierać wartości pustej (czuli NULL)

sprawdzenie z *ang.* check constraint

Check constraint pozwala wymusić, by dany wiersz spełniał zadane wyrażenie logiczne. W kolumnie `ocena` są wartości od 2 do 5.

klucz obcy z *ang.* foreign key

Klucz obcy pozwala na definiowanie zależności między tabelami mówimy, że ocena A jest oceną studenta B jeśli w kolumnie `'pk_studenta'` tabeli `'ocena'` jest identyfikator studenta A.

Klucz obcy pełni takie funkcje:

- Informuje użytkownika o występowaniu takiej relacji.
- Gwarantuje, że wiersz do którego odnosi się klucz obcy istnieje w drugiej tabeli. Tj. jeśli w tabeli `ocena` w kolumnie `pk_studenta` będzie wartość X, to istnieje student o `id` równym X.

## Spójność danych

Wymuszanie podanych w poprzednim paragrafie ograniczeń mogłoby być nietrywialne, jednak to silnik bazy danych wymusza je za nas.

To jest pierwsza ważna cecha baz danych: programista definiuje schemat a baza danych go wymusza.

## Baza danych postgresql

Będziemy korzystać z bazy danych PostgreSQL. Baza ta jest najbardziej zaawansowaną opensource bazą danych na rynku oraz jest dość zgodna ze standardem SQL.

### Narzędzia administracyjne bazy danych

#### Polecenie konsolowe **psql**

Polecenie to pozwala na interakcje z bazą danych za pomocą konsoli. Ma ono wszystkie możliwości klientów graficznych.

Podstawowa składania polecenia to:

```
psql [baza danych]
```

W tym trybie psql przyjmie polecenia ze standardowego wejścia w trybie interaktywnym.

Możemy też zmusić go do przetworzenia pliku wejściowego:

```
psql -f [plik] [baza danych]
```

Pełny opis polecenia: <http://www.postgresql.org/docs/9.2/static/app-psql.html>.

#### Interfejs graficzny PGADMIN

Bardzo potężne narzędzie, jest natomiast dość proste w obsłudze. Jedynym problemem, jaki mogą Państwo mieć jest to, by w połączeniu do lokalnego komputera pole host zostawić puste. Słowem konfiguracja serwera powinna być taka:

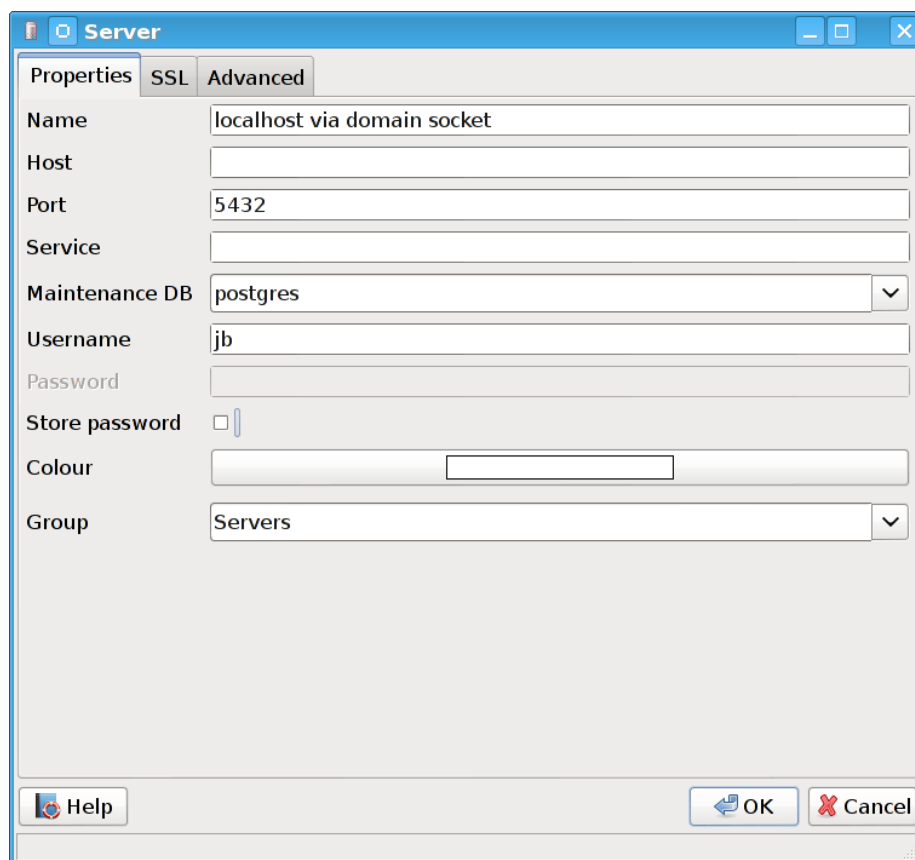


Figure 2: Poprawna konfiguracja postgresql

## Wybieranie danych

Do pobierania danych z bazy danych służy polecenie `SELECT`

### Note

Proszę nie myśleć o poleceniu `SELECT`, jako o metodzie na wybieranie danych, ale raczej jako o metodzie opisywania danych, które chcemy pobrać. Opis ten jest oderwany od tego w jaki sposób to zapytanie należy wykonać --- o to martwi się serwer baz danych.

## Składnia polecenia `SELECT`

W najprostszej wersji polecenie to ma taką postać:

```
SELECT * FROM tabela;
```

Wynik zapytania

Znaczy ono: zbiór danych, który chce pobrać zawiera dane ze wszystkich kolumn i wszystkich wierszy tabeli.

Na pierwszych zajęciach będziemy pracowali na takiej tabeli:

<b>zaj1</b>
<input type="checkbox"/> date
<input type="checkbox"/> pm_10
<input type="checkbox"/> pm_10_dziennie
<input type="checkbox"/> no2
<input type="checkbox"/> so2
<input type="checkbox"/> wind_speed
<input type="checkbox"/> wind_dir
<input type="checkbox"/> temp
<input type="checkbox"/> O3
<input type="checkbox"/> co
<input type="checkbox"/> prom_slon
<input type="checkbox"/> wilogot

Figure 3: Schemat do pierwszych zajęć

Tabela ta zawiera parametry pogodowe i poziomy zanieczyszczeń stacji Warszawa Ursynów.

Ważne informacje o schemacie:

- Kolumna `date` zawiera chwilę zebrania pomiaru
- Kolumna `pm_10` zawiera poziom pyłu zawieszonego  $PM_{10}$ .
- kolumna `wind_speed` zawiera kierunek wiatru (w stopniach!)

## Klauzula WHERE

Do ograniczania zakresu wybieranych rzędów danych służy klauzula `WHERE`, Powiedzmy, że chcemy wybrać dane ze stycznia 2012 roku.

```
SELECT * FROM zaj1 WHERE date  
    BETWEEN '2012-01-01' AND '2012-01-31';
```

Wyniki zapytania

**Note**

Poza klauzulą where mamy tutaj kilka cech języka postgresql. Za pomocą znaków ' oznaczamy stałe określające ciągi znaków.

**Note**

Podaliśmy datę jako ciąg znaków, co nie oznacza, że w ten sposób daty są przechowywane w bazie danych (jest to wydajniejszy format), po prostu postgres umie rzutować ciągi znaków w dobrym formacie na datę.

Klauzula WHERE przyjmuje dowolne wyrażenie logiczne, w tym zapytaniu wybieramy dane ze stycznia w dniach, w których jednocześnie przekroczono poziomy  $PM_{10}$  oraz  $NO_2$ :

```
SELECT * FROM zaj1
WHERE date BETWEEN '2012-01-01'
AND '2012-01-31' AND ( pm_10 > 50 or no_2 > 200 );
```

Wyniki zapytania

Dodatkowe informacje:

- Operatory logiczne w PostgreSQL
- Operatory porównania w PostgreSQL

## Wybieranie kolumn

Możemy określać, jakie kolumny zbioru wynikowego nas interesują, na przykład, żeby wybrać datę i kierunek wiatru możemy napisać, w takim wypadku po słowie SELECT pojawia się lista wyrażeń, które określają poszczególne kolumny wybranego zbioru danych:

```
SELECT date, wind_dir FROM zaj1;
```

Wynik zapytania

Nie musimy wybierać kolumn tabeli, możemy wybrać dowolne wyrażenia, które operują (lub nie) na danych z poszczególnych kolumn.

```
SELECT date, radians(wind_dir) FROM zaj1;
```

Wynik zapytania

Wyrażenia wybierane mogą być całkiem dowolne:

```
SELECT 6/2*(1+2) FROM zaj1;
```

Wynik zapytania

Możemy też wykonywać zapytania wybierające dane z wielu kolumn:

```
SELECT no_2 + pm_10 AS nonsens FROM zaj1;
```



### Wynik zapytania

W tym zapytaniu użyto również klauzuli AS, która pozwala wyrażeniu (lub kolumnie) nadać określoną nazwę w zbiorze wynikowym.

Dodatkowe informacje:

- Matematyczne funkcje w postgresql

## Sortowanie danych

Domyślnie dane wybierane z zestawu danych, nie są sortowane, albo inaczej: *sq wybierane w takiej kolejności w jakiej serwerowi wygodnie*. Przy prostych zapytaniach jest to kolejność, w których dane leżą na dysku, a ponieważ do tej tabeli dane były dodawane w kolejności dat, w takiej kolejności pojawiły się na dysku i tak są wybierane.

By wymusić sortowanie wyników względem jakiejś kolumny używamy klauzuli `order by`:

```
SELECT * FROM zaj1 ORDER BY date desc;
```

Wyniki zapytania, proszę porównać z tym samym zapytaniem bez klauzuli `order by`

Słowo `desc` (skrót od *descending*) oznacza kierunek sortowania od wartości największej do najmniejszej. Przy uznaniu co oznacza wartość *największa* i *najmniejsza* można kierować się intuicją, jedyny problem jest z sortowaniem i porównywaniem ciągów znaków. By posortować dane od wartości najmniejszej do największej należałoby użyć `asc` (*ascending*). Domyślnie (bez podania `desc` i `asc`) dane są sortowane od najmniejszej do największej.

Proszę poprzednie zapytanie z:

```
SELECT date, wind_dir, pm_10 FROM zaj1  
ORDER by wind_dir;
```

### Wynik zapytania

Możemy też sortować względem wyrażenia:

```
SELECT date, sin(radians(wind_dir)) FROM zaj1  
ORDER by sin(radians(wind_dir));
```

### Wynik zapytania

## Funkcje agregujące

Ilość analiz jakie możemy zrobić za pomocą operacji na pojedynczych wierszach jest ograniczona.

Powiedzmy że chcemy poznać średni poziom zanieczyszczeń dla całego zestawu danych:

```
SELECT AVG(pm_10), AVG(NO_2) FROM zaj1;
```

Wynik zapytania.

Proszę zauważyć że klauzula AVG oraz inne funkcje agregujące (z. *ang* aggregate functions) całkiem zmienia nam wybrany zestaw danych! W tym wypadku powoduje, że w zestawie wykowym mamy jeden wiersz.

By wybrać średni poziom z jakiegoś okresu czasu należałoby dodać klauzulę where

```
SELECT AVG(pm_10) FROM zaj1
WHERE date BETWEEN '2012-01-01' AND '2012-01-31';
```

Wynik zapytania

Przykłady funkcji agregujących:

COUNT

Zwraca ilość wierszy w zestawie danych

STDDEV

Zwraca odchylenie standardowe

AVG

Zwraca średnią

MAX

Zwraca największą wartość z zestawu danych

Więcej funkcji agregujących

## Klauzula GROUP BY

Wybranie średniej całego zestawu danych też ma ograniczoną przydatność, by wykonać funkcje agregujące na pewnych podzbiorach danych należy użyć klauzuli GROUP BY.

Klauzula ta przyjmuje kolumnę bądź wyrażenie oraz powoduje podział zbioru danych na podgrupy, dla których wyrażenie w group by przyjmuje taką samą wartość oraz wyznaczenie funkcji agregujących dla tych podgrup oddzielnie.

```
SELECT AVG(wind_speed), pm_10 > 50 as przekroczenie
FROM zaj1 GROUP BY pm_10 > 50;
```

Wynik zapytania

W tym wypadk dzielimy zbiór danych na dwa podzbiory: w pierwszym nastąpiło przekroczenie dopuszczalnego dziennego poziomu pyłu zawieszonego  $PM_{10}$ , w drugim przekroczenia nie było.

```
SELECT AVG(wind_speed), wind_dir, COUNT(*)
FROM zaj1 GROUP BY wind_dir ORDER BY wind_dir;
```

Wynik zapytania

Teraz grup mamy 360 (tyle ile jest różnych wartości kierunku wiatru).

Gdy w wyrażeniu pojawia się klauzula `GROUP BY` znacznie ogranicza się to, co możemy podać po klauzuli `SELECT`, mianowicie możemy podać:

1. Wyrażenie zawierające wynik działania funkcji agregujących na *dowolnych* kolumnach
2. Wyrażenie zawierające wyrażenie przekopiowane z klauuli `GROUP BY`

Przykładowo w zapytaniu z klauzulą `GROUP BY sin(radians(wind_speed))` może pojawić się:

- Wyrażenie `AVG(pm_10)` (zasada 1)
- Wyrażenie `sin(radians(wind_speed))` (zasada 2)

Nie może natomiast pojawić się:

- Wyrażenie `pm_10`
- Wyrażenie `wind_speed` (mimo że kolumna `wind_speed` była użyta w grupowaniu)

Takie ograniczenie ma bardzo proste uzasadnienie: po zgrupowaniu względem jakiegoś wyrażenia każdemu wierszowi tworzonego zbioru wynikowego przypisane jest wiele wierszy z tabeli (wszystkie, dla których wyrażenie `GROUP BY` przyjmuje jedną wartość), a baza danych 'nie bardzo wie', którą z tych wartości wybrać. My możemy: albo dać bazie danych przepis o tym, jak z tego zbioru danych stworzyć jedną wartość do wyświetlenia (przepisem tym jest funkcja agregująca), albo musimy wybrać wyrażenie z klauzuli `GROUP BY`, ponieważ dla każdego wiersza w zbiorze danych z definicji wyrażenie to musi dać tę samą wartość.

Proszę zastanowić się dlaczego takie zapytanie jest poprawne:

```
SELECT AVG(pm_10), AVG(NO_2), sin(radians(wind_speed))
FROM zaj1 GROUP BY wind_speed;
```

Wynik zapytania:

A takie nie:

```
SELECT AVG(pm_10), AVG(NO_2), wind_speed
FROM zaj1
GROUP BY sin(radians(wind_speed));
```

## Dodatkowe przykłady:

Powiedzmy, że chcemy wyznaczyć dzienne średnie poziomy pyłu zawieszonego  $PM_{10}$ , by tego użyć musimy użyć funkcji `date_trunc`, powoduje ona obcięcie wartości przechowującej czas do wyznaczonej dokładności.

Przykładowo następujące dwa zapytania zwracają `true`:

```
SELECT date_trunc('day', '2012-01-07 11:11'::date) = '2012-01-07';
SELECT date_trunc('month', '2012-01-07 11:11'::date) = '2012-01-01';
```

## Klauzula **HAVING**

Klauzula ta działa jak klauzula where, ale pozwala filtrować względem agregowanych wartości, na przykład by wybrać dni, dla których poziom PM<sub>10</sub> jest większy niż norma należy wykonać zapytanie:

```
SELECT AVG(pm_10), date_trunc('day', date)
  FROM zaj1
  GROUP BY date_trunc('day', date)
  HAVING AVG(pm_10) > 50 ORDER BY date_trunc('day', date);
```

Wynik zapytania

Wyrażenie having, pozwala filtrować zbiór danych pod względem wyrażeń zawierających funkcje agregujące.

Proszę zastanowić się czym różni się klauzula WHERE od klauzuli HAVING.

## Rzeczy do zapamiętania

Najważniejszą rzeczą, którą powinniście wynieść z zajęć jest praktyczna umiejętność wykonywania prostych zapytań SQL.