100 sposobów na SQL

Autor: Andrew Cumming, Gordon Russell
Tłumaczenie: Marcin Karbowski
ISBN: 978-83-246-0985-7
Tytuł oryginału: SQL Hacks
Format: B5, stron: 400
Przykłady na ftp: 135 kB

Zbiór praktycznych porad dla programistów i projektantów baz danych

- Jak obsługiwać różne typy danych?
- W jaki sposób optymalizować wydajność baz danych?
- Jak budować raporty za pomocą języka SQL?

Jesteś programistą, któremu przypadło w udziale opracowanie aplikacji bazodanowej? Szukasz sposobu na zoptymalizowanie działania zapytań SQL? A może zastanawiasz się, w jaki sposób sprawnie zarządzać kontami użytkowników bazy danych? Język SQL to potężne narzędzie, którego opanowanie pozwoli Ci na sprawne poruszanie się w gąszczu tabel każdej bazy danych. Za pomocą odpowiednio sformułowanych instrukcji można manipulować danymi, zarządzać kontami użytkowników i generować raporty. Jednak, pomimo stosunkowo niewielkiej ilości poleceń, język SQL kryje w sobie wiele zawiłości.

Dzięki książce „100 sposobów na SQL" nie będziesz musiał odkrywać każdej z nich samodzielnie. W każdym z rozdziałów znajdziesz praktyczne porady i sposoby rozwiązywania typowych zadań programistycznych związanych z bazami danych i językiem SQL. Poznasz podstawy języka, dowiesz się, w jaki sposób przetwarzać różne typy danych i korzystać z symboli zastępczych. Nauczysz się tworzyć aplikacje sieciowe, optymalizować wydajność tabel i zapytań SQL oraz tworzyć raporty. Przeczytasz ponadto o administrowaniu serwerem bazy danych i udostępnianiu tabel użytkownikom.

- Podstawowe elementy języka SQL
- Łączenie tabel
- Przetwarzanie danych tekstowych
- Operacje na liczbach i datach
- Bazy danych w aplikacjach sieciowych
- Zapytania niezależne od tabel
- Maksymalizowanie wydajności zapytań
- Tworzenie raportów
- Administrowanie kontami użytkowników
- Udostępnianie informacji

Zostań ekspertem w programowaniu baz danych!

Wydawnictwo Helion
ul. Kościuszki 1c
44-100 Gliwice
tel. 032 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl

Spis treści

Polecenia JOIN, UNION oraz VIEW

Sposoby 7. – 14.

W celu powiązania ze sobą dwóch tabel wykorzystać możemy *złączenie*. Często wynika ono z zastosowania *odwołania do klucza zewnętrznego*. Załóżmy na przykład, iż dysponujemy tabelą `pracownik`, zawierającą kolumnę z numerami `id` poszczególnych wydziałów dla każdego z pracowników. Aby wyświetlić nazwy wydziałów przypisanych pracownikom, możemy posłużyć się poleceniem `JOIN`:

```
SELECT pracownik.nazwa, wydzial.nazwa
  FROM pracownik JOIN wydzial ON (pracownik.wydzial=wydzial.id)
```

Domyślnie wybierane jest złączenie `INNER JOIN`. Istnieją również inne rodzaje złączeń: `LEFT OUTER JOIN`, `FULL OUTER JOIN` oraz `CROSS JOIN`. Wszystkie opisano w niniejszym rozdziale.

Dwie tabele można połączyć również za pomocą polecenia `UNION`. W przeciwieństwie do polecenia `JOIN` powoduje ono połączenie wierszy w obu tabelach — otrzymujemy jeden wynik. Tabele muszą mieć taką samą liczbę kolumn, a odpowiadające sobie kolumny muszą być tego samego typu.

Za pomocą polecenia `VIEW` możemy nadawać kwerendom nazwy. Wyrażenie `SELECT` (wykorzystujące polecenie `JOIN` lub `UNION`) da się zapisać jako widok danych. W miarę możliwości system będzie traktował widok jak tabelę podstawową, umożliwiając przeprowadzanie na niej operacji `SELECT`, `JOIN`, `UPDATE`, `DELETE` oraz `INSERT` (z pewnymi ograniczeniami).

SPOSÓB 7.

Modyfikowanie schematu bez naruszania kwerend

Jeśli zmieniają się wymagania dotyczące oprogramowania i konieczne jest zaprojektowanie nowej bazy danych, nie trzeba od razu pozbywać się całego wcześniej napisanego kodu. Dzięki zastąpieniu nieistniejących tabel widokami danych istniejące kwerendy nadal będą działać.

Prędzej czy później będziecie musieli wprowadzić gruntowne zmiany w strukturze bazy danych. Dzięki zastosowaniu odpowiednich rozwiązań można to osiągnąć, nie pozbywając się oryginalnego kodu.

Przykładowo powiedzmy, że firma prowadzi rejestr wyposażenia w formie przedstawionej w tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Tabela „sprzet"

Numer	Opis	DataZakupu
50430	Komputer PC	2004-07-02
50431	Monitor 19 cali	2004-07-02

Załóżmy teraz, że firma otwiera nowe biuro i konieczne jest prowadzenie rejestru dla obu filii z osobna. Czy należy zrobić kopię aplikacji i bazy danych, czy też zmienić jej strukturę?

Kopiowanie bazy danych

Skopiowanie bazy danych oraz aplikacji wydaje się kuszącym rozwiązaniem. Niestety, mimo iż pomaga to uporać się z doraźnymi problemami, na dłuższą metę przyniesie więcej szkody niż pożytku. Konieczne będzie obsługiwanie dwóch aplikacji, zakupienie dodatkowego sprzętu i tworzenie dwóch baz danych, których ewentualne połączenie będzie trudnym zadaniem. Sytuacja pogorszy się, jeśli otwarta zostanie kolejna filia.

Zmiana tabeli

SQL daje nam do dyspozycji polecenie pozwalające na dodanie kolumny przy jednoczesnym zachowaniu istniejących danych (możemy również zmieniać nazwy pól i usuwać zbędne elementy tabel):

```
ALTER TABLE sprzet ADD COLUMN biuro VARCHAR(20);
UPDATE sprzet SET biuro = 'SiedzibaGłówna';
```

W ten sposób dodajemy nową kolumnę i przypisujemy wszystkie wiersze do istniejącego biura (w praktyce sytuacja wyglądałaby nieco inaczej — część wyposażenia na ogół przewożona jest do nowej placówki). Nazwa pierwszego biura zmieniona zostaje na „Siedzibę Główną". Możemy teraz rozpocząć tworzenie listy wyposażenia dla nowego biura. Wcześniej jednak należy sprawdzić poprawność kwerend opartych na zmienionej tabeli. Wyrażenia `INSERT`, które nie wskazują określonych kolumn, nie zadziałają poprawnie. Jeśli zatem polecenie `INSERT` miało postać:

```
INSERT INTO sprzet VALUES (50322, 'Drukarka Laserowa',DATE '2004-07-02');
```

pojawi się komunikat o błędzie. Jeśli jednak kwerenda była następująca:

```
INSERT INTO sprzet (Numer,Opis,DataZakupu)
VALUES (50322,'Drukarka Laserowa',DATE '2004-07-02');
```

zostanie ona przeprowadzona poprawnie, a w kolumnie `biuro` znajdzie się wartość `NULL`.

Istnieje spora szansa, iż kwerendy będą działać pomimo zmian wprowadzonych w tabeli, ale zwrócone wyniki odnosić się będą do obu filii, nawet jeśli przetwarzane dane dotyczyć mają tylko jednej z nich.

Zastępowanie tabeli widokiem danych

Alternatywnym rozwiązaniem jest skopiowanie danych do nowej tabeli i zastąpienie istniejącej widokiem danych:

```
CREATE TABLE SprzetOgolem
(Numer       INTEGER PRIMARY KEY
, Biuro      VARCHAR(20) DEFAULT 'SiedzibaGłówna'
, Opis       VARCHAR(100)
, DataZakupu DATE
);
INSERT INTO SprzetOgolem
  SELECT Numer, 'SiedzibaGłówna', Opis, DataZakupu FROM sprzet;
```

Nowa tabela zawiera takie same dane — cały sprzęt po raz kolejny przypisaliśmy do starego biura. W razie potrzeby (przeniesienia części wyposażenia do nowej placówki) należy zmienić odpowiednie wiersze.

Możemy teraz usunąć starą tabelę i zastąpić ją widokiem danych:

```
DROP TABLE sprzet;
CREATE VIEW sprzet AS
  SELECT Numer, Opis, DataZakupu
    FROM SprzetOgolem WHERE biuro='SiedzibaGłówna';
```

Dzięki temu wszystkie wcześniej utworzone kwerendy będą działać poprawnie — ponieważ odwołują się one do nazwy `sprzet` i nie ma znaczenia, czy określa ona tabelę, czy widok danych. Kierownik pierwszego biura będzie mógł nadal korzystać z tej samej aplikacji i danych dotyczących sprzętu pozostawionego w jego placówce, z możliwością wykonywania na nich operacji `INSERT` oraz `UPDATE`. Możemy nawet przyznać mu uprawnienia ograniczające wykonywane operacje do danych związanych z jego filią.

Czeka nas jednak jeszcze nieco dodatkowej pracy. Widok danych `sprzet` przechowywać możemy lokalnie dla każdego konta z osobna. Dzięki temu jego zawartość będzie inna dla każdego z użytkowników. Więcej informacji na ten temat znaleźć można w sposobie 59.

SPOSÓB 8.

Filtrowanie wierszy i kolumn

Nie warto pobierać od razu całej tabeli. Można korzystać z filtrowania wierszy i kolumn w celu zmniejszenia przepływu danych w systemie,

Niektórzy programiści starają się za wszelką cenę unikać baz danych. Opanowują pojedyncze wyrażenie SQL i wykorzystują je na okrągło, bez względu na okoliczności. Do szczęścia potrzeba im jedynie polecenia `SELECT * FROM t`. Po prostu wczytują całą tabelę i traktują ją jak gigantyczną tablicę. Nie ma potrzeby opanowywania całego języka SQL prawda? Problem w tym, że takie podejście jest nieefektywne.

Załóżmy, że obsługujemy stronę internetową, której poszczególne fragmenty przechowywane są w bazie danych. Ułatwia to zarządzanie jej zawartością i kontrolę wersji, ale obejrzenie każdej ze stron wymaga pobrania danych z bazy. Sama tabela ma dwa pola: `nazwaStrony` i `zawartosc`. Jak najefektywniej rozwiązać ten problem w języku Perl? Nazwa poszukiwanej strony przechowywana jest w zmiennej `$p`:

```
my $sql = "SELECT nazwaStrony, zawartosc FROM strona";
my $sth = $dbh->prepare($sql);
my $rsh = $sth->execute();
while (my $row = $sth->fetchrow_hashref() ) {
  print $row->{zawartosc} if ($row->{nazwaStrony} eq $p);
}
```

Przedstawiony kod cechuje liniowy spadek wydajności. W miarę dodawania kolejnych stron zwiększa się przesył danych między umieszczoną na serwerze bazą danych a programem. Konieczne jest przeprowadzenie filtrowania.

Podczas pracy w SQL należy filtrować dane w celu uzyskania wymaganych informacji. Poniższy kod jest znacznie lepszy, choć nadal ma pewne wady:

```
my $sql = "SELECT nazwaStrony, zawartosc FROM strona WHERE nazwaStrony =
'".$p."'";
my $sth = $dbh->prepare($sql);
my $rsh = $sth->execute();
my $row =$sth->fetchrow_hashref();
print $row->{zawartosc} if $row;
```

Możliwe, iż zmienna `$p` przybierze nieoczekiwaną wartość. Przykładowo zamiast `index.html` wpisana zostanie nazwa `index'html`. W takim przypadku kwerenda nie zadziałałaby z powodu błędu składni.

Zignorowanie tego problemu grozi nie tylko błędami składni. Umożliwia również włamanie do bazy danych za pomocą ataku *SQL injection* **[Sposób 48.]**.

Przed wspomnianym atakiem można się zabezpieczyć, stosując symbole zastępcze, określane również jako *zmienne wiązane* lub *parametry kwerendy*. Zwykle wprowadza się je, umieszczając znak `?` w miejscu, w którym pojawić się ma zawartość zmiennej, a następnie przesyłając zmienną jako parametr wywołania `execute` API. Przedstawiony kod przybiera zatem postać:

```
my $sql = "SELECT nazwaStrony, zawartosc FROM strona WHERE nazwaStrony = ? ";
my $sth = $dbh->prepare($sql);
my $rsh = $sth->execute($p);
my $row =$sth->fetchrow_hashref();
print $row->{zawartosc} if $row;
```

W ten sposób możemy obsługiwać większą liczbę parametrów; wystarczy wprowadzać je w kolejności, w jakiej `?` pojawia się w ciągu znaków `$sql`. Dodatkową zaletą tego rozwiązania jest *buforowanie kwerendy*. Za każdym razem, kiedy uruchamiamy nasz kod, w bazie danych wykonywane jest to samo polecenie — bez względu na wyszukiwaną stronę. Strona ta przekazywana jest oddzielnie jako zmienna odpowiadająca symbolowi zastępczemu.

Filtrowanie danych na serwerze zapewnia szybszy czas odpowiedzi i zmniejsza wymagania dotyczące przepustowości pasma łączącego bazę danych z programem. Jest to efektywniejsze rozwiązanie również z innych powodów. Jednym z nich jest indeksowanie **[Sposób 9.]**.

Wiele serwerów baz danych przechowuje ostatnio wykonywane kwerendy w analizatorach składni. W buforze może nawet zostać umieszczony plan kwerendy. Jeśli kwerenda jest zawsze taka sama, mechanizm SQL nie musi za każdym razem przygotowywać jej do uruchomienia.

Symbole zastępcze nie są wyłącznie domeną języka Perl. Języki opisane w podrozdziale „Nawiązywanie połączenia między aplikacją a bazą danych SQL" **[Sposób 2.]** posiadają podobne rozwiązania. Oto przykłady umieszczania zmiennej `mojParametr` w ramach symbolu zastępczego.

Perl

```
my $sql = "SELECT kolumna FROM tabela WHERE kolumna = ? ";
my $sth = $dbh->prepare($sql,$mojParametr);
```

Java

```
PreparedStatement sql =
    con.prepareStatement("SELECT kolumna FROM tabela WHERE kolumna = ? ");
sql.setString(1, mojParametr);
ResultSet cursor = sql.executeQuery();
```

Ruby

```
sql = db.prepare("SELECT kolumna FROM tabela WHERE kolumna = ? ");
sql.bind_param(1,mojParametr);
```

C#

W C# w charakterze symbolu zastępczego nie stosujemy znaku `?`. W zamian nadajemy mu nazwę i umieszczamy przed nim znak `@`:

```
SqlCommand cmd = new SqlCommand(
            "SELECT kolumna FROM tabela WHERE kolumna = @param1");
cmd.Parameters.Add("@param1", mojParametr);
```

PHP

W PHP stosowane symbole zastępcze zależą od bibliotek wykorzystywanych przy nawiązywaniu połączenia z bazą danych. Do dyspozycji mamy biblioteki owijające, w tym ADOdb (*http://adodb.sourceforge.net*), które mogą nam znacznie ułatwić życie. Wyrażenie wykorzystujące ADOdb ma następującą postać:

```
$DB->Execute("SELECT kolumna FROM tabela WHERE kolumna = ?",
array(mojParametr));
```

Ten sam efekt bez posługiwania się ADOdb można osiągnąć za pomocą specjalistycznych funkcji, takich jak `mysql_stmt_bind_param` lub `oci_bind_by_name`.

SPOSÓB 9.

Filtrowanie kolumn indeksowanych

Filtrowanie kwerend zwiększa wydajność. Dodatkową poprawę w tym zakresie zapewnia wykorzystanie kolumn indeksowanych.

Kwerendy mogą zwracać wszystkie wiersze i wszystkie kolumny zawarte w tabelach. Ale co zrobić, jeśli chcemy uzyskać dostęp jedynie do kilku kolumn lub wierszy? Przesyłanie zbędnych danych jest marnotrawstwem zasobów systemowych. Tworząc zapytania uwzględniające jedynie potrzebne nam informacje, *odfiltrowujemy* zbędne kolumny i wiersze. Aby przeprowadzić filtrowanie kolumn, należy upewnić się, czy zapytanie nie obejmuje niepotrzebnych fragmentów tabeli (na przykład nie zawiera znaku `*` w wyrażeniu `SELECT`). Wiersze filtrować można za pomocą warunku `WHERE`, jak również innych wyrażeń (na przykład `HAVING`).

Zdefiniowanie klucza głównego tworzy indeks powiązanych z nim kolumn. Dzięki temu wyszukiwanie danych jest znacznie szybsze niż w przypadku braku indeksu. Indeks jest wykorzystywany do zapewnienia unikalności klucza, a unikalność ta jest warunkiem jego ważności. Indeks daje również dodatkowe korzyści przy stosowaniu poleceń `JOIN`.

Filtrowanie danych nieposiadających indeksu może powodować znaczne problemy związane z wydajnością. Indeks skraca czas wyszukiwania i może być wykorzystany przez optymalizatory zapytań podczas wstępnego filtrowania danych (w przypadku braku indeksu jest ono oparte na przeszukiwaniu całej tabeli danych). W zależności od przetwarzanej kwerendy program optymalizujący może nawet wykorzystać indeks do całej operacji.

Jeśli do uzyskania wyników potrzebny jest jedynie indeks (nie ma konieczności analizowania bazy danych), indeks taki nazywamy *indeksem pokrywającym* — „pokrywa" on całość kwerendy.

Rozważmy teraz bazę danych zawierającą strony. Załóżmy, że w tabeli przechowywane są nazwy i zawartość stron, jak również ich poprzednie wersje, zapisywane w celu kontroli wersji (patrz tabela 2.2).

Tabela 2.2. Tabela „strona"

zawartosc	nazwaStrony	nazwaUzytkownika	ostatniaModyfikacja	numerWersji
hello	index.html	gordon	2006-03-01	1
Hia	index.html	gordon	2006-10-10	2
page2	p2.html	andrew	2006-02-05	1
Indeks	contents.html	gordon	2006-02-05	1

Możemy teraz obsługiwać zmiany wprowadzane na stronie przez różnych użytkowników i prowadzić ich rejestr. Poniższa kwerenda umożliwia pobranie z bazy bieżącej wersji strony *index.html*:

```
SELECT nazwaStrony, zawartosc
FROM strona x
WHERE nazwaStrony = 'index.html'
AND numerWersji = (
    SELECT MAX (y.numerWersji) FROM strona y
    WHERE y.nazwaStrony = 'index.html'
);
```

Zaprezentowana kwerenda jest dość efektywna. Indeks przypisany kolumnie `nazwaStrony` umożliwia szybkie wyszukanie nazwy *index.html* — bez konieczności analizowania wszystkich wierszy. Tabela posiada klucz główny `(nazwaStrony,numerWersji)`, który — mimo iż nie opiera się wyłącznie na kolumnie `nazwaStrony` — powinien działać jeszcze lepiej, ponieważ zawiera wszystkie dane objęte kwerendą. System może wykorzystywać tego typu złożone indeksy, o ile jest w stanie wyszukać indeksowane dane przez odczytywanie zawartość tabeli od lewej do prawej, bez korzystania z niepotrzebnych kolumn. Proces ten określany jest nazwą *częściowego dopasowywania indeksów*.

Jeśli tabela posiada indeks `(numerWersji,nazwaStrony,ostatniaModyfikacja)`, uzyskanie indeksu dla kolumny `numerWersji` nie stanowi problemu. Jeśli jednak potrzebny jest indeks kolumny `nazwaStrony`, rozwiązanie to okaże się nieefektywne, ponieważ na początku listy wymieniona jest kolumna `numerWersji`. Warto zatem dokładnie przemyśleć kolejność elementów tworzonego indeksu złożonego lub złożonego klucza podstawowego. Każda z często wykorzystywanych kolumn powinna pojawić się jako pierwsza przynajmniej raz.

Załóżmy, że do wyboru mamy indeksy `(nazwaStrony,numerWersji)` i `(numerWersji,nazwaStrony)`. Wiemy, że w kolumnie `nazwaStrony` znajdują się tysiące różnych rekordów, a w kolumnie `numerWersji` — jedynie kilka wersji strony. W takiej sytuacji zdecydowanie należy wybrać pierwszą możliwość. Umieszczanie dyskryminatora niskiej rangi na pierwszym miejscu w indeksie nie jest najlepszym pomysłem. Jeszcze gorszym rozwiązaniem jest tworzenie osobnego indeksu dla kolumny `numerWersji`.

Zastosowanie indeksów przyspiesza wykonywanie kwerend wykorzystujących warunki złączeń i wyrażenia `WHERE` zawierające znaki = oraz >. Warto zatem rozważyć dodanie indeksów do kolumn uwzględnionych w tego typu zapytaniach. Przeanalizujmy poniższą kwerendę dotyczącą tabeli `t`:

```
SELECT z
FROM t
WHERE x = 6 AND y > 7;
```

Przedstawiona kwerenda przeprowadza filtrowanie w oparciu o kolumny `x` i `y`. Jeśli z uwagi na jej częste wykorzystywanie chcielibyśmy poprawić jej wydajność, najlepszym rozwiązaniem byłoby opracowanie odpowiednich indeksów. Indeksy `x` i `y` stworzyć można w następujący sposób:

```
CREATE INDEX ind_1 ON t (x);
CREATE INDEX ind_2 ON t (y);
```

Utworzenie dwóch indeksów nie jest optymalne, jeśli w całej aplikacji wykorzystywać będziemy jedynie powyższe zapytanie wykorzystujące jednocześnie i kolumnę x i kolumnę y. W takim przypadku idealnym rozwiązaniem jest przypisanie x roli pierwszego dyskryminatora i umieszczenie y po nim:

```
CREATE INDEX ind_1 ON t (x,y);
```

Oczywiście optymalizator może zignorować utworzone przez nas indeksy, jeśli uzna, że takie rozwiązanie przyspieszy wykonywanie kwerendy. Na ogół jednak indeksy zwiększają znacznie efektywność tworzonego kodu.

SPOSÓB 10.

Konwertowanie podzapytań na wyrażenia JOIN

Czasami chcemy pobrać dane z jednej tabeli, wykorzystać je do przetworzenia danych w innej, a uzyskane rezultaty wykorzystać w jeszcze innej tabeli. Kuszącym rozwiązaniem wydaje się utworzenie trzech osobnych zapytań, jednak najlepiej wykonać wszystkie wymienione operacje w ramach jednego wyrażenia SQL.

Rozważmy bazę danych zawierającą stanowiska pracowników. Do każdego stanowiska przypisana jest ranga, od której zależy miesięczna płaca. Całość przedstawiają tabele 2.3, 2.4 i 2.5.

Tabela 2.3. Tabela „etaty"

Pracownik	Stanowisko
Grzegorz Nowak	Wykładowca
Andrzej Kowalski	Nauczyciel
Marcin Maliniak	Technik

Tabela 2.4. Tabela „rangi"

Stanowisko	Ranga
Wykładowca	WYK1
Nauczyciel	WYK2
Technik	TECH1

Tabela 2.5. Tabela „pensje"

Ranga	Placa
WYK1	2000,00
WYK2	3000,00
TECH1	5000,00
TECH2	6000,00

Wyznaczenie wysokości pensji Andrzeja Kowalskiego wymaga wykonania trzech czynności. Najpierw należy określić jego stanowisko:

```
mysql> SELECT stanowisko FROM etaty WHERE pracownik = 'Andrzej Kowalski';
+------------+
| stanowisko |
+------------+
| Nauczyciel |
+------------+
```

Następnie musimy wyznaczyć rangę przypisaną do danego stanowiska:

```
mysql> SELECT ranga FROM rangi WHERE stanowisko = 'Nauczyciel';
+-------+
| ranga |
+-------+
| WYK2  |
+-------+
```

Na koniec należy odszukać wysokość pensji odpowiadającą randze `WYK2`:

```
mysql> SELECT placa FROM pensje WHERE ranga = 'WYK2';
+---------+
| placa   |
+---------+
| 3000,00 |
+---------+
```

Nie jest to zbyt efektywne rozwiązanie, ponieważ wymaga przesłania do bazy trzech osobnych zapytań i przetwarzania uzyskanych w międzyczasie wyników. Jeśli w trakcie całego procesu zawartość bazy ulegnie zmianie, moglibyśmy otrzymać niepoprawną odpowiedź lub nawet komunikat o błędzie. Łączenie kwerend bywa stresujące. Zestresowani programiści często używają podzapytań:

```
mysql> SELECT placa FROM pensje WHERE ranga =
    ->   (SELECT ranga FROM rangi WHERE stanowisko =
    ->     (SELECT stanowisko FROM etaty WHERE pracownik = 'Andrzej
           Kowalski'));
+---------+
| placa   |
+---------+
| 3000,00 |
+---------+
```

Przedstawiony kod eliminuje pewne problemy dzięki sprowadzeniu całej operacji do jednej kwerendy, podzapytania zmniejszają jednak szybkość wykonania polecenia. Jeśli wyrażenia zawarte w podzapytaniach nie zawierają funkcji zagregowanych (takich jak `MAX()`), najprawdopodobniej w ogóle nie ma konieczności używania podzapytań. W zamian wystarczy zastosować polecenie `JOIN`. Aby przekształcić kwerendę opartą na podzapytaniach w wyrażenie `JOIN`, należy wykonać następujące czynności:

1. Oznaczamy wszystkie kolumny nazwą tabeli, w której są one zawarte.
2. Jeśli odwołanie do tej samej tabeli znajduje się w dwóch różnych wyrażeniach `FROM`, należy zastosować nazwy zastępcze (w tym przykładzie nie jest to konieczne).
3. Wszystkie warunki `FROM` łączymy razem, tworząc pojedyncze wyrażenie `FROM`.
4. Usuwamy wszystkie wystąpienia `(SELECT`.
5. Zamieniamy drugie słowo kluczowe `WHERE` na `AND`.

Oto etap pośredni:

```
SELECT pensje.placa FROM pensje, rangi, etaty WHERE pensje.ranga=
  (SELECT rangi.ranga from rangi AND rangi.stanowisko=
    (SELECT etaty.stanowisko from etaty AND etaty.pracownik = 'Andrzej
     Kowalski'  ))
```

Końcowa postać przedstawia się następująco:

```
SELECT placa FROM pensje, rangi, etaty
WHERE  pensje.ranga=rangi.ranga
AND    rangi.stanowisko=etaty.stanowisko
AND    etaty.pracownik = 'Andrzej Kowalski';
```

Innym rozwiązaniem jest zamiana warunków zdefiniowanych wewnątrz podzapytań na warunki `JOIN ON`:

```
SELECT placa
FROM pensje JOIN rangi ON (pensje.ranga=rangi.ranga)
     JOIN etaty ON (rangi.stanowisko=etaty.stanowisko)
WHERE etaty.pracownik = 'Andrzej Kowalski';
```

Wyszukiwanie danych spoza bazy

Wielu programistów potrafi zastępować podzapytania wyrażeniami `JOIN`, prawdziwym wyzwaniem są natomiast operacje polegające na wyszukiwaniu nieistniejących danych. W jaki sposób można na przykład stwierdzić, czy w bazie znajdują się rangi nieprzypisane do żadnego stanowiska? Kosztowne obliczeniowo rozwiązanie zakłada wyszukanie wszystkich rang w tabeli `pensje`, a następnie sprawdzenie każdej z nich w tabeli `rangi`. Nie trzeba chyba rozwodzić się nad wydajnością tej techniki. Alternatywną metodą jest wykorzystanie podzapytania zawierającego warunek `NOT IN`, to jednak również nie oszczędza zasobów systemowych:

```
mysql> SELECT pensje.ranga FROM pensje
    -> WHERE ranga NOT IN (SELECT ranga FROM rangi);
+-------+
| ranga |
+-------+
| TECH2 |
+-------+
```

Spadki wydajności wynikać mogą z konieczności utworzenia tymczasowej tabeli pośredniej, koniecznej do wykonania podzapytania. Wspomniana tabela wykorzystywana jest następnie do przeprowadzenia kwerendy zewnętrznej. Podczas tworzenia tabeli tymczasowej nie zostaną wykorzystane indeksy przypisane do tabeli `pensje`. W rezultacie podczas wykonywania operacji przeszukana będzie cała tabela tymczasowa.

Jest to odwrotność zaprezentowanego wcześniej problemu osadzonych podzapytań. W tym przypadku poszukujemy niepasujących wierszy w tabelach. Zastosowanie wcześniejszej techniki z użyciem operatora `!=` zamiast = spowoduje jedynie wielki bałagan i nie przybliży nas do rozwiązania. W zamian należy wykorzystać wyrażenie `OUTER JOIN`. Za

jego pomocą łączymy wszystkie tabele zawarte we frazie FROM. Poszukujemy elementów tabeli pensje niewymienionych w tabeli rangi. Dzięki zastosowaniu wyrażenia OUTER JOIN niepasujące wiersze będą miały wartość NULL w polu rangi.ranga:

```
mysql> SELECT pensje.ranga
    -> FROM pensje LEFT OUTER JOIN rangi ON (pensje.ranga = rangi.ranga)
    -> WHERE rangi.ranga IS NULL;
+-------+
| ranga |
+-------+
| TECH2 |
+-------+
```

Technikę tę wykorzystać można do eliminowania wyrażeń EXISTS i NOT EXISTS. Wyeliminowanie podzapytań ułatwia optymalizatorowi wykorzystywanie indeksów.

SPOSÓB 11.

Konwertowanie zagregowanych podzapytań na wyrażenia JOIN

Podzapytania niezawierające funkcji zagregowanych można zastępować wyrażeniami JOIN oraz OUTER JOIN. A co, jeśli podzapytania zawierają wspomniane funkcje?

Niektóre podzapytania łatwo wyeliminować **[Sposób 10.]**, inne przysparzają pod tym względem nieco trudności. Przeanalizujmy tabelę 2.6 zawierającą dane dotyczące zamówień.

Tabela 2.6. Tabela „zamowienia"

Klient	Kiedy	Ilosc_towaru
Krzysiek	2006-10-10	5
Krzysiek	2006-10-11	3
Krzysiek	2006-10-12	1
Wojtek	2006-10-10	7

Załóżmy, że musimy znaleźć dni, w których poszczególni klienci zakupili najwięcej towaru:

```
SELECT klient,kiedy,ilosc_towaru
FROM zamowienia o1
WHERE o1.kiedy = (
  SELECT MAX(kiedy)
  FROM zamowienia o2
  WHERE o1.klient = o2.klient
);
```

Wykonanie zaprezentowanego powyżej kodu będzie dość powolne, ponieważ wymaga przeszukania wszystkich wierszy tabeli zamowienia. Ponadto stare wersje MySQL nie obsługują podzapytań. W celu ich wyeliminowania możemy posłużyć się warunkiem HAVING oraz złączeniem tabeli z nią samą:

```
SELECT o1.klient,o1.kiedy,o1.ilosc_towaru
FROM zamowienia o1 JOIN zamowienia o2 on (o1.klient = o2.klient)
GROUP BY o1.klient,o1.kiedy,o1.ilosc_towaru
HAVING o1.kiedy = MAX(o2.kiedy)
```

Oto otrzymany wynik:

```
+----------+------------+--------------+
| klient   | kiedy      | ilosc_towaru |
+----------+------------+--------------+
| Wojtek   | 2006-10-10 |            7 |
| Krzysiek | 2006-10-12 |            1 |
+----------+------------+--------------+
2 rows in set (0.00 sec)
```

Technika ta sprawdza się dla wszystkich funkcji zagregowanych.

SPOSÓB 12.

Upraszczanie skomplikowanych poleceń UPDATE

Polecenie UPDATE daje możliwość przeprowadzania skomplikowanych obliczeń. Dzięki temu można uniknąć konieczności stosowania kursora lub wykonywania wspomnianych obliczeń poza bazą danych.

Przykład polecenia `UPDATE` przytaczany w wielu książkach opisujących podstawy SQL prezentuje prostą operację, polegającą na podniesieniu pensji wszystkich pracowników o 100 zł.

```
UPDATE pracownik
   SET placa = placa +100;
```

Jest to z pewnością proste wyrażenie — jednak może się ono okazać zbyt proste, by miało jakąkolwiek wartość praktyczną. Załóżmy, iż negocjacje w sprawie płac zakończyły się bardziej złożonymi warunkami, których wprowadzenie wymaga dostępu do innych tabel w bazie.

Pracownicy posiadający czyste konto wykroczeń dyscyplinarnych otrzymają 100 zł podwyżki, natomiast ci, którzy dopuścili się tylko jednego wykroczenia, będą otrzymywać wypłatę taką samą jak dotąd. Pensja pracowników z dwoma i więcej wykroczeniami na koncie zostanie obniżona o 100 zł. Dane dotyczące pracowników oraz zachowywanej przez nich dyscypliny przechowywane są w tabelach `pracownik` oraz `dyscyplina`:

```
mysql> SELECT * FROM pracownik;
+----+--------+---------+
| id | imie   | placa   |
+----+--------+---------+
|  1 | Janusz | 5000.00 |
|  2 | Marcin | 5000.00 |
|  3 | Marian | 5000.00 |
+----+--------+---------+
mysql>SELECT * FROM dyscyplina;
+------------+------+
| kiedy      | prac |
+------------+------+
  | 2006-05-20 |    1 |
  | 2006-05-21 |    1 |
  | 2006-05-22 |    3 |
+------------+------+
```

Moglibyśmy napisać skomplikowane polecenie `UPDATE` aktualizujące tabelę `pracownik` na podstawie odwołań do tabeli `dyscyplina`, łatwiej jednak będzie podzielić cały proces na dwa etapy. Najpierw przygotujemy widok danych obliczający nowe wartości płac, a następnie wprowadzimy je do bazy za pomocą polecenia `UPDATE`.

Widok danych nowePlace posiada dwie kolumny: klucz podstawowy aktualizowanej tabeli (pracownik) oraz nowe wartości płac. Ich zawartość możemy obejrzeć przed wykonaniem kwerendy UPDATE.

Widok zawierający nowe płace dla każdego z pracowników definiujemy w następujący sposób:

```
mysql> CREATE VIEW nowePlace AS
    ->   SELECT id, CASE WHEN COUNT (prac) = 0 THEN placa +100
    ->                   WHEN COUNT (prac) > 1 THEN placa -100
    ->                                         ELSE placa
    ->              END AS v
    ->     FROM pracownik LEFT JOIN dyscyplina ON (id=prac)
    ->    GROUP BY id,placa;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> SELECT * FROM nowePlace;
+----+---------+
| id | v       |
+----+---------+
|  1 | 4900.00 |
|  2 | 5100.00 |
|  3 | 5000.00 |
+----+---------+
```

Widok danych można obejrzeć w celu przeanalizowania nowych płac, jednak tabela pracownik nie została jeszcze zaktualizowana. Dobrym pomysłem byłoby zlecenie innemu pracownikowi sprawdzenia nowych wartości przed wprowadzeniem ostatecznych zmian.

Nowe wartości płac umieszczamy w bazie za pomocą pojedynczego wyrażenia UPDATE. Jest to ważne, ponieważ musimy mieć pewność, że sprawdzone dane zawarte w widoku zgadzają się z danymi wprowadzanymi do bazy.

```
mysql> UPDATE pracownik
    -> SET placa = (SELECT v FROM nowePlace
    ->               WHERE nowePlace.id=pracownik.id)
    -> WHERE id IN (SELECT id FROM nowePlace);
Query OK, 2 rows affected (0.01 sec)
Rows matched: 3 Changed: 2 Warnings: 0

mysql> SELECT * FROM pracownik;
+----+--------+---------+
| id | imie   | placa   |
+----+--------+---------+
|  1 | Janusz | 4900.00 |
|  2 | Marcin | 5100.00 |
|  3 | Marian | 5000.00 |
+----+--------+---------+
3 rows in set (0.00 sec)
```

Wykorzystywanie kursora

Podczas wykonywania kilku operacji podobnych do przedstawionej powyżej kuszące wydaje się wykorzystanie kursora opisanego w sposobie 2. Zaletą polecenia UPDATE jest

jego zwięzłość, szybkość i niepodzielność. Przejrzystość kodu zależy od stylu programowania, do którego jesteście przyzwyczajeni. Język SQL stosowany bez kursorów znakomicie pasuje do stylu deklaratywnego.

Korzystanie z widoków danych

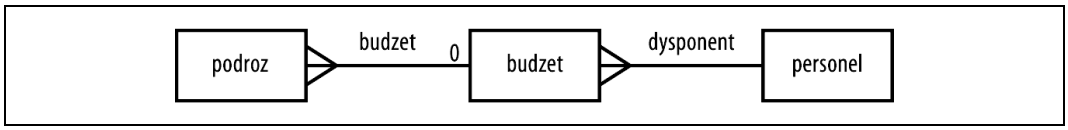
Operację aktualizacji można przeprowadzić bez wcześniejszego tworzenia widoku danych, utrudnia to jednak wyświetlenie podglądu końcowych wyników. Inną wadą skomplikowanych wyrażeń `UPDATE` jest niewygodny proces debugowania: każdy test polecenia powoduje zmianę zawartości bazy danych. Przed przeprowadzeniem kolejnej próby konieczne jest przywrócenie jej do poprzedniego stanu. Dzięki zastosowaniu widoku danych możemy sprawdzić rezultaty kwerendy bez wprowadzania zmian do bazy.

SPOSÓB 13.

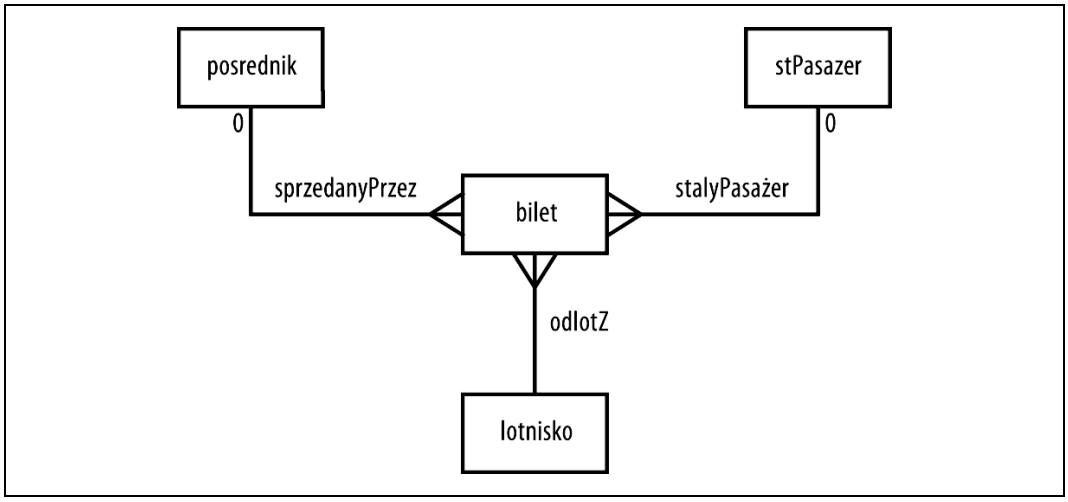
Dopasowywanie złączeń do relacji

Kiedy relacja między tabelami jest opcjonalna, najlepiej zastosować polecenie OUTER JOIN. Jeśli musimy je zastosować w trakcie wprowadzania wielu zmian, czasem konieczna jest zamiana wszystkich wyrażeń INNER JOIN na wyrażenia OUTER JOIN.

Wyróżniamy dwa wzorce złączeń: łańcuch i gwiazdę (patrz rysunki 2.1 i 2.2). Ich opis przedstawiony jest poniżej.



Rysunek 2.1. Wzorzec łańcucha



Rysunek 2.2. Wzorzec gwiazdy

Łańcuch

W przedstawionym przykładzie łańcucha znajdują się dwa odwołania. Odwołanie z tabeli `podroz` (patrz tabela 2.7) do tabeli `budzet` (patrz tabela 2.8) jest opcjonalne — użytkownicy mogą wstawiać w polu `budzet` w tabeli `podroz` wartość `NULL`. Niezbędne jest połączenie między tabelami `budzet` i `personel` (patrz tabela 2.9) — każdy wiersz w pierwszej z nich musi posiadać odpowiadającą mu wartość w polu `dysponent`. Kwerendy oparte na tabelach `podroz` oraz `budzet` wykorzystują zatem wyrażenie `OUTER JOIN`, natomiast kwerendy związane z tabelami `budzet` i `personel` — wyrażenie `INNER JOIN`.

Tabela 2.7. Tabela „podroz"

podrozID	opis	budzet
POD01	Sycylia	NULL
POD02	Egipt	CT22

Tabela 2.8. Tabela „budzet"

budzetID	opis	dysponent (NOT NULL)
CT22	Mesa oficerska	ST02

Tabela 2.9. Tabela „personel"

personelID	imie	ranga
ST01	Grzegorz	Kapitan
ST02	Janusz	Porucznik

Aby wyświetlić listę wszystkich podróży wraz ze szczegółami dotyczącymi ich budżetu, musimy zastosować wyrażenie `LEFT OUTER JOIN`. W ten sposób uwzględnione zostaną również podróże nieposiadające przypisanego budżetu:

```
mysql> SELECT podrozID, podroz.opis, budzet.opis
    ->   FROM podroz LEFT OUTER JOIN budzet ON
(podroz.budzet=budzet.budzetID);
+----------+---------+----------------+
| podrozID | opis    | opis           |
+----------+---------+----------------+
| POD01    | Sycylia | NULL           |
| POD02    | Egipt   | Mesa oficerska |
+----------+---------+----------------+
```

Możemy również zmienić frazę `FROM`, na przykład: `FROM budzet RIGHT OUTER JOIN podroz ON podroz.budzet=budzet.budzetId`.

Aby uwzględnić imię dysponenta budżetu, musimy dołączyć również tabelę `personel`. Wartość `NULL` dla pola `dysponent` jest niedozwolona, co może prowadzić do wniosku, iż wyrażenie `INNER JOIN` da poprawne rezultaty. Niestety, jest to błędny wniosek:

```
mysql> SELECT podrozID, podroz.opis,budzet.opis, imie
    ->   FROM podroz LEFT OUTER JOIN budzet ON(podroz.budzet=budzet.budzetID)
    ->              INNER JOIN personel ON (dysponent=personelID);
+----------+---------+----------------+--------+
| podrozID | opis    | opis           | imie   |
+----------+---------+----------------+--------+
| POD02    | Egipt   | Mesa oficerska | Janusz |
+----------+---------+----------------+--------+
```

Łańcuch złączeń obliczany jest od lewej do prawej, przez co rezultat polecenia `LEFT JOIN` z pierwszej kwerendy jest dołączany do tabeli `budzet` za pomocą wyrażenia `INNER JOIN`. Wiersz zawierający dane podróży `POD01` nie jest wyświetlany, ponieważ w polu `budzet` posiada wartość `NULL`. Można rzecz jasna posłużyć się nawiasami lub zmienić kolejność wyrażeń `JOIN` tak, aby `INNER JOIN` było przetwarzane jako pierwsze, jednak z punktu widzenia optymalizatora najlepszym rozwiązaniem jest dalsze stosowanie polecenia `LEFT OUTER JOIN`:

```
mysql> SELECT podrozID, podroz.opis,budzet.opis, imie
    ->   FROM podroz LEFT OUTER JOIN budzet ON(podroz.budzet=budzet.budzetID)
    ->               LEFT OUTER JOIN personel ON (dysponent=personelID);
+----------+---------+----------------+--------+
| podrozID | opis    | opis           | imie   |
+----------+---------+----------------+--------+
| POD01    | Sycylia | NULL           | NULL   |
| POD02    | Egipt   | Mesa oficerska | Janusz |
+----------+---------+----------------+--------+
```

Gwiazda

Cechą charakterystyczną dla wzorca gwiazdy jest jedna, centralna tabela. Wszystkie pozostałe tabele są z nią połączone za pomocą odpowiednich relacji. Relacje te mogą być opcjonalne lub obowiązkowe.

W poniższym przykładzie rolę tabeli centralnej spełnia `bilet`. Wszystkie bilety przypisane są do jednego lotniska, ale tylko niektóre sprzedane zostały przez pośrednika i jedynie część z nich zakupiona została przez osoby posiadające konto stałego pasażera (`stPasazer`):

```
CREATE TABLE bilet
(biletid   CHAR(4) PRIMARY KEY
,posrednik CHAR(4) NULL
,odlotZ    CHAR(3)NOT NULL
,stPasazer CHAR (4) NULL
,FOREIGN KEY (posrednik) REFERENCES posrednik(id)
,FOREIGN KEY (odlotZ)    REFERENCES lotnisko(id)
,FOREIGN KEY (stPasazer) REFERENCES stPasazer(id)
);
```

W przypadku schematu gwiazdy wyrażeń `LEFT OUTER JOIN` należy używać jedynie w odniesieniu do tabel, które tego wymagają. Kolejność złączeń nie ma znaczenia.

```
mysql> SELECT lotnisko.nazwa AS lotnisko,
->            posrednik.nazwa AS posrednik,
->            stPasazer.imieNazwisko stPasazer
-> FROM bilet LEFT OUTER JOIN posrednik ON (posrednik = posrednik.id)
```

```
->                  INNER JOIN lotnisko ON (odlotZ = lotnisko.id)
->             LEFT OUTER JOIN stPasazer ON (stPasazer = stPasazer.id);
+----------+--------------+------------------+
| lotnisko | posrednik    | stPasazer        |
+----------+--------------+------------------+
| Warszawa | NULL         | NULL             |
| Warszawa | Sigma Travel | NULL             |
| Katowice | Sigma Travel | Marcin Karbowski |
| Katowice | NULL         | Wojciech Pająk   |
+----------+--------------+------------------+
```

Ponieważ wszystkie tabele łączą się ze sobą poprzez tabelę centralną, to ona dyktuje wymagania dotyczące zastosowanych wyrażeń JOIN. Wartość `NULL` w polu `posrednik` nie wpływa na relacje między tabelami `stPasazer` i `lotnisko` a tabelą `bilet`. Podobnie wartość `NULL` w polu `stPasazer` nie ma wpływu na relację łączącą tabele `lotnisko` i `posrednik` z tabelą `bilet`.

SPOSÓB 14.

Tworzenie kombinacji

Zastosowanie polecenia JOIN bez dodatkowych warunków powoduje połączenie każdego wiersza jednej tabeli z każdym wierszem innej. Utworzone zatem zostają wszystkie możliwe kombinacje wierszy. Bardzo często jest to skutek pomyłki, ale bywa również użyteczne.

Kwerendy wykorzystujące polecenie `CROSS JOIN` pojawiają się rzadko, warto jednak wiedzieć, jak się nimi posługiwać — na wypadek, gdyby ich zastosowanie okazało się niezbędne. Jeśli tabela wykorzystywana jest więcej niż raz, mówimy o *złączeniu tabeli z nią samą* (ang. *self-join*). Jeśli złączenie dwóch wystąpień tej samej tabeli nie jest obwarowane żadnymi warunkami, otrzymamy w rezultacie wszystkie możliwe kombinacje jej wierszy. Przeprowadzając złączenie na tabeli zawierającej dane `A` w pierwszym wierszu i dane `B` w wierszu drugim, otrzymamy: `('A','A')`, `('A','B')`, `('B','A')` oraz `('B','B')`. Lista uwzględnia zatem każdą kombinację wierszy.

Załóżmy, że w lokalnej lidze grają cztery drużyny piłkarskie. Każda z nich rozegrać ma dwa mecze z wszystkimi pozostałymi — raz u siebie i raz na wyjeździe. Całość przedstawiona została w tabelach 2.10 i 2.11.

Tabela 2.10. Tabela „druzyny"

NazwaDruzyny
Lwy
Tygrysy
Pumy
Ropuchy

Tabela 2.11. Tabela „wyniki"

Gospodarze	Goscie	bramkiGospodarzy	bramkiGosci
Lwy	Pumy	1	4
Ropuchy	Tygrysy	3	5
Pumy	Tygrysy	0	0

Musimy napisać kwerendę prezentującą wyniki wszystkich meczy. W celu uzyskania wszystkich możliwych kombinacji posługujemy się poleceniem `CROSS JOIN`:

```
mysql> SELECT gospodarze.nazwaDruzyny Gospodarze, goscie.nazwaDruzyny Goscie
    -> FROM druzyny gospodarze CROSS JOIN druzyny goscie
    -> ;
+------------+---------+
| Gospodarze | Goscie  |
+------------+---------+
| Lwy        | Lwy     |
| Tygrysy    | Lwy     |
| Pumy       | Lwy     |
| Ropuchy    | Lwy     |
| Lwy        | Tygrysy |
| Tygrysy    | Tygrysy |
| Pumy       | Tygrysy |
| Ropuchy    | Tygrysy |
| Lwy        | Pumy    |
| Tygrysy    | Pumy    |
| Pumy       | Pumy    |
| Ropuchy    | Pumy    |
| Lwy        | Ropuchy |
| Tygrysy    | Ropuchy |
| Pumy       | Ropuchy |
| Ropuchy    | Ropuchy |
+------------+---------+
16 rows in set (0.00 sec)
```

Teraz trzeba wprowadzić warunek uniemożliwiający łączenie drużyny z nią samą:

```
mysql> SELECT gospodarze.nazwaDruzyny Gospodarze, goscie.nazwaDruzyny Goscie
   ->   FROM druzyny gospodarze CROSS JOIN druzyny goscie
   ->   WHERE gospodarze.nazwaDruzyny != goscie.nazwaDruzyny
    -> ;
+------------+---------+
| Gospodarze | Goscie  |
+------------+---------+
| Tygrysy    | Lwy     |
| Pumy       | Lwy     |
| Ropuchy    | Lwy     |
| Lwy        | Tygrysy |
| Pumy       | Tygrysy |
| Ropuchy    | Tygrysy |
| Lwy        | Pumy    |
| Tygrysy    | Pumy    |
| Ropuchy    | Pumy    |
| Lwy        | Ropuchy |
| Tygrysy    | Ropuchy |
| Pumy       | Ropuchy |
+------------+---------+
12 rows in set (0.00 sec)
```

Aby wyświetlić wyniki rozegranych meczy, pozostawiając puste miejsca w przypadku meczy jeszcze nierozegranych, należy posłużyć się poleceniem `LEFT OUTER JOIN` (**[Sposób 13.]** i **[Sposób 26.]**) w celu połączenia iloczynu zbiorów z tabelą `wyniki`.

```
mysql> SELECT gospodarze.nazwaDruzyny Gospodarze, goscie.nazwaDruzyny Goscie,
-> wyniki.bramkiGospodarzy, wyniki.bramkiGosci
-> FROM druzyny gospodarze CROSS JOIN druzyny goscie LEFT JOIN wyniki on
-> (gospodarze.nazwaDruzyny = wyniki.gospodarze)
-> AND wyniki.goscie = goscie.nazwaDruzyny)
```

```
-> WHERE gospodarze.nazwaDruzyny != goscie.nazwaDruzyny;
+------------+---------+------------------+--------------------+
| Gospodarze | Goscie  | bramkiGospodarzy | BramkiGosci        |
+------------+---------+------------------+--------------------+
| Tygrysy    | Lwy     |             NULL |               NULL |
| Pumy       | Lwy     |             NULL |               NULL |
| Ropuchy    | Lwy     |             NULL |               NULL |
| Lwy        | Tygrysy |             NULL |               NULL |
| Pumy       | Tygrysy |                0 |                  0 |
| Ropuchy    | Tygrysy |                3 |                  5 |
| Lwy        | Pumy    |                1 |                  4 |
| Tygrysy    | Pumy    |             NULL |               NULL |
| Ropuchy    | Pumy    |             NULL |               NULL |
| Lwy        | Ropuchy |             NULL |               NULL |
| Tygrysy    | Ropuchy |             NULL |               NULL |
| Pumy       | Ropuchy |             NULL |               NULL |
+------------+---------+------------------+--------------------+
12 rows in set (0.00 sec)
```