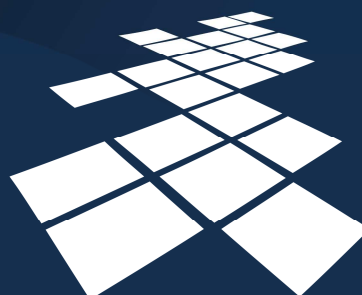


Ćwiczenie 11 – PL/SQL

Język PL/SQL – procedury,
funkcje, pakiety,
wyzwalacze



UCZELNIA
ONLINE

Ćwiczenie 11 – PL/SQL

Niniejsze ćwiczenie zaprezentuje składowane w bazie danych programy PL/SQL: procedury, funkcje, pakiety oraz procedury wyzwalane.

Wymagania:

Umiejętność tworzenia zapytań w języku SQL, znajomość operacji z grup DML i DDL, umiejętność wykorzystania zaawansowanych konstrukcji programowych PL/SQL.



Plan ćwiczenia

- Charakterystyka składowanych programów PL/SQL.
- Kroki tworzenia programów PL/SQL.
- Tworzenie i wywoływanie procedur.
- Tworzenie i wywoływanie funkcji.
- Tworzenie pakietów, wywoływanie procedur i funkcji z pakietów.
- Tworzenie procedur wyzwalanych.

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (2)

Na wstępie ćwiczenia scharakteryzujemy składowane programy PL/SQL. Dalej omówione zostaną poszczególne kroki procesu tworzenia programów PL/SQL, wspólne dla wszystkich rodzajów programów. Następne slajdy przedstawia polecenia tworzące procedury i funkcje oraz metody wywoływania procedur i funkcji z innych programów. Kolejne zagadnienie to tworzenie pakietów procedur i funkcji. Ćwiczenie zakończy omówienie procedur wyzwalanych.



Składowane programy PL/SQL

- Przechowywane trwale w bazie danych w postaci skompilowanej.
- Wykonywane na żądanie użytkownika lub na skutek zajścia określonych zdarzeń.
- Mogą być współdzielone przez wielu użytkowników.
- Rodzaje:
 - procedury – wykonują określone akcje,
 - funkcje – wykonują obliczenia i zwracają wartości,
 - pakiety – biblioteki procedur i funkcji,
 - wyzwalacze – procedury wywoływane automatycznie przez zdarzenia w bazie danych.

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (3)

Anonimowy blok PL/SQL, którym zajmowaliśmy się w poprzednich ćwiczeniach, jest wykonywany zaraz po jego utworzeniu. Blok taki nie jest przechowywany trwale w bazie danych – jeśli chcemy ponownie wykonać blok, musimy dokonać jego ponownej definicji.

SZBD Oracle umożliwia tworzenie trwale przechowywanych w bazie danych programów, tzw. programów składowanych. Programy te przechowywane są w postaci skompilowanej, przez co ich wykonanie jest szybsze niż wykonanie anonimowego bloku PL/SQL. Program składowany zostaje uruchomiony albo na żądanie użytkownika albo na skutek zajścia w bazie danych określonych zdarzeń.

SZBD Oracle umożliwia tworzenie następujących rodzajów programów składowanych: procedur, wykonujących określone akcje, funkcji, wykonujących obliczenia i zwracających wartości, pakietów, będących bibliotekami procedur i funkcji, oraz wyzwalaczy, będących procedurami wywoływanymi automatycznie (bez ingerencji użytkownika) na skutek zajścia w bazie danych określonych zdarzeń.



Tworzenie programu w SQL*Plus

1. Zapisanie polecenia tworzącego program w narzędziu.
2. Linie po ostatnim END programu kończymy znakiem "/" – program zostaje skompilowany i zapisany w bazie danych.
3. Jeśli kod programu jest poprawny to koniec, jeśli nie (wystąpiły błędy kompilacji), to komunikat „Program utworzony z błędami kompilacji”.
4. Wyświetlenie błędów – polecenie show errors.
5. Poprawienie błędów i powrót do kroku 1.

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (4)

Omówimy teraz proces tworzenia programu składowanego przy pomocy narzędzia SQL*Plus, wchodzącego w skład dystrybucji SZBD Oracle.

Pierwszy krok jest analogiczny do procesu tworzenia anonimowego bloku PL/SQL i polega na zapisaniu w narzędziu polecenia tworzącego program. W linii następującej po słowie kluczowym END, kończącym program, umieszczamy symbol „/” (ukośnik), oznaczający koniec definicji programu. Narzędzie przesyła kod programu do SZBD Oracle, tam kod ten jest sprawdzany pod kątem poprawności syntaktycznej i semantycznej, skompilowany i trwale zapisany w bazie danych. Jeśli kod programu jest poprawny, na konsoli zostaje wyświetlony komunikat „Program został utworzony” i program jest gotowy do wykonania. Jeśli jednak podczas sprawdzania poprawności kodu i kompilacji programu wystąpiły błędy, otrzymujemy na konsoli komunikat „Program został utworzony z błędami kompilacji”. Program, mimo że został trwale zachowany w bazie danych, nie jest poprawny i nie może być wywoływany. Używając polecenie show errors wyświetlamy błędy, jakie zostały znalezione w programie. Błędy należy poprawić, utworzyć ponownie program (krok 1.). Sekwencję tą powtarzamy tak długo, aż nie uzyskamy poprawnego programu.



Parametry programów PL/SQL (1)

- Umożliwiają przekazanie wartości ze środowiska wołającego do wnętrza programu, a także wartości z wnętrza programu do środowiska wołającego.
- Parametr formalny – używany w deklaracji programu.
- Parametr aktualny – podawany przy wywołaniu programu.
- Deklaracja parametru formalnego:

`nazwa [tryb_przekazania] typ [DEFAULT wartość_domyślna]`

- Nie podaje się długości typu dla parametru formalnego.

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (5)

Program PL/SQL może zostać wyposażony w listę parametrów, które umożliwiają przekazanie do wnętrza programu wartości ze środowiska wołającego (najczęściej) lub przekazanie wartości z programu do środowiska wołającego (rzadziej). Omawiając parametry programów musimy wprowadzić rozróżnienie pomiędzy parametrami formalnymi, używanymi w trakcie tworzenia programu, a parametrami aktualnymi, podawanymi w miejsce parametrów formalnych w momencie wywoływania programu.

Deklarując parametr formalny w definicji programu musimy podać jego nazwę – będzie ona używana wewnątrz programu. Dobrym zwyczajem jest tworzenie nazw dla parametrów formalnych z przedrostkiem „p_” (np. p_id_zesp), dzięki temu programy stają się bardziej czytelne. Dalej podajemy tryb przekazania parametru, następny slajd zostanie poświęcony w całości temu elementowi deklaracji parametru.

Po określeniu trybu przekazania podajemy typ danych parametru, pamiętajmy jednak, że dla parametrów nie podajemy nigdy długości typu. Wreszcie, jeśli parametr ma mieć wartość domyślną, co oznacza, że dla takiego parametru nie jest konieczne podanie parametru aktualnego przy wywołaniu programu, wartość tą podaje się po słowie DEFAULT.



Parametry programów PL/SQL (2)

- Tryby przekazania:

IN	OUT	IN OUT
Tryb domyślny	Musi być określony	Musi być określony
Przekazuje wartość do programu ze środowiska wołającego	Przekazuje wartość z programu do środowiska wołającego	Przekazuje wartość ze środowiska wołającego do programu i z programu do środowiska wołającego
Parametr formalny w programie zachowuje się jak stała, nie można przypisywać mu wartości	Parametr formalny w programie zachowuje się jak nie zainicjalizowana zmienna	Parametr formalny w programie zachowuje się jak zainicjalizowana zmienna
Parametr aktualny może być literałem, wyrażeniem, stałą lub zmienną	Parametr aktualny musi być zmienną	Parametr aktualny musi być zmienną

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (6)

Przyjrzymy się teraz dokładnie trybowi przekazania parametrów programy. Mamy tutaj trzy możliwości. Pierwsza to tryb oznaczony przez słowo IN, będący trybem domyślnym (jeśli pominiemy określenie trybu, zostaje przyjęty tryb IN). Parametr formalny z trybem IN przekazuje wartość ze środowiska wołającego do programu. Parametr taki w ciele programu zachowuje się jak stała – może być tylko odczytywany. Parametr aktualny dla parametru formalnego przekazywanego w trybie IN może być literałem, wyrażeniem, stałą lub zmienną. Ten tryb przekazania jest trybem najczęściej stosowanym.

Z kolei parametr przekazywany w trybie OUT służy do przekazania wartości z wnętrza programu do środowiska wołającego. W programie taki parametr zachowuje się jak niezainicjalizowana zmienna (przechowuje wartość pustą), można (wręcz należy) do takiego parametru przypisać w programie jakąś wartość. Parametr aktualny dla parametru formalnego, przekazywanego w trybie OUT, musi być zmienną.

Ostatni tryb przekazywania parametrów, tryb IN OUT jest kombinacją dwóch wcześniej wymienionych trybów, parametr w tym trybie służy do przekazywania zarówno wartości ze środowiska wołającego do programu jak i w drugim kierunku, z programu do środowiska wołającego. W programie parametr taki zachowuje się jak zainicjalizowana zmienna (jej wartością jest wartość parametru aktualnego), natomiast parametr aktualny musi w tym przypadku być zmienną.



Procedura PL/SQL (1)

- Wykonuje określone akcje.
- Tworzenie procedury:

```
CREATE [OR REPLACE] PROCEDURE nazwa_procedury  
  [(lista parametrów)] IS  
  <sekcja deklaracji stałych, zmiennych, wyjątków i kursorów>  
BEGIN  
  <ciało procedury>  
END [nazwa_procedury];
```

- Sekcja deklaracji – między IS a BEGIN (bez DECLARE).
- Opcjonalna sekcja obsługi wyjątków – jako ostatnia sekcja przed końcem procedury.

Rozpocznijmy teraz omawianie poleceń tworzących poszczególne rodzaje programów składowanych. Rozpocznijmy od polecenia tworzącego procedurę. Przypomnijmy: procedura jest programem, wykonującym określone akcje. Polecenie rozpoczyna się od słów **CREATE PROCEDURE**, po których podajemy nazwę tworzonej procedury. Jeśli procedurę redefiniujemy (poprawiamy istniejącą już w bazie danych procedurę), musimy dodać słowa **OR REPLACE**, jeśli je pominiemy, SZBD nie pozwoli na utworzenie nowej procedury o nazwie takiej samej jak procedura już istniejąca w bazie danych. Po nazwie procedury umieszczamy listę parametrów formalnych. Lista otoczona jest nawiasami, poszczególne parametry oddzielone są od siebie przecinkami. Jeśli procedura nie posiada w ogóle parametrów, pomijamy również nawiasy. Następnie po słowie **IS** rozpoczyna się sekcja deklaracji stałych, zmiennych, wyjątków i kursorów, jakie zostaną użyte w ciele procedury. Jest to odpowiednik sekcji deklaracji bloku anonimowego, rozpoczynającej się od słowa **DECLARE**. Słowo **BEGIN** rozpoczyna ciało procedury, w którym umieszczamy instrukcje PL/SQL (również możemy zamieszczać zagnieżdżone bloki PL/SQL). Opcjonalna sekcja obsługi błędów, podobnie jak w przypadku bloku anonimowego, musi być ostatnią sekcją ciała procedury. Ciało kończymy słowem kluczowym **END**, po którym można powtórzyć nazwę procedury (nie jest to jednak wymagane).



Procedura PL/SQL (2)

```
CREATE PROCEDURE WstawPracownika
(p_id_prac IN NUMBER, p_nazwisko IN VARCHAR2,
p_imie IN VARCHAR2, p_nazwa_zespołu IN VARCHAR2
DEFAULT null) IS
  v_id_zesp zespoły.id_zesp%TYPE;
BEGIN
  IF p_nazwa_zespołu is not null THEN
    SELECT id_zesp INTO v_id_zesp FROM zespoły
    WHERE nazwa = p_nazwa_zespołu;
  END IF;
  INSERT INTO pracownicy(id_prac, imie, nazwisko, id_zesp)
  VALUES (p_id_prac, p_imie, p_nazwisko, v_id_zesp);
EXCEPTION
  WHEN NO_DATA_FOUND THEN
    raise_application_error (-20001, 'Zła nazwa zespołu!');
END WstawPracownika;
```

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (8)

Bieżący slajd przedstawia polecenie tworzące procedurę o nazwie WstawPracownika. Procedura ma cztery parametry formalne: p_id_prac, p_nazwisko, p_imie oraz p_nazwa_zespołu, wszystkie parametry przekazywane są w trybie IN. Parametr p_nazwa_zespołu ma zdefiniowaną wartość domyślną (wartość pustą NULL). W sekcji deklaracji procedury zadeklarowano jedną zmienną numeryczną o nazwie v_id_zesp.

Omówimy teraz ciało procedury. Jeśli wartość parametru p_nazwa_zespołu nie jest pusta, wówczas wykonywane jest zapytanie odczytujące identyfikator zespołu, którego nazwa została przekazana do procedury przez parametr p_nazwa_zespołu. Wartość odczytanego identyfikatora zostaje zapamiętana w zmiennej v_id_zesp. Jeśli polecenie nie znajdzie zespołu (oznacza to, że w parametrze p_nazwa_zespołu przekazano do procedury nazwę nieistniejącego zespołu), generuje ono wyjątek NO_DATA_FOUND, który jest przechwytywany przez klauzulę obsługi błędów procedury. W przypadku wystąpienia tego wyjątku procedura jest przerywana przez wykonanie polecenia raise_application_error z zasygnalizowaniem błędu o numerze -20001 i wyświetleniem komunikatu „Zła nazwa zespołu”. Jeśli odczyt identyfikatora zespołu się powiedzie lub parametr p_id_zespołu przechowuje wartość pustą, wykonywane jest drugie polecenie w ciele procedury, polecenie INSERT, które wstawia do relacji PRACOWNICY dane nowego pracownika. Zauważmy, że wartości dla atrybutów ID_PRAC, NAZWISKO i IMIE pobierane są z parametrów formalnych procedury, wartość dla ID_ZESP jest pobierana ze zmiennej v_id_zesp (może być pusta).



Procedura PL/SQL (3)

- Wywołanie procedury:
 - z innego programu PL/SQL lub anonimowego bloku PL/SQL:

BEGIN

WstawPracownika(400, 'Jackowiak', 'Adam', 'Algorytmy');

WstawPracownika(410, 'Kowalski', 'Jan');

END;

- z narzędzia SQL*Plus:

SQL> execute WstawPracownika(400, 'Jackowiak', 'Adam', 'Algorytmy');

Na bieżącym slajdzie omówiono dwa sposoby wywołania poprawnie zdefiniowanej procedury. Pierwszy sposób to wywołanie procedury z innego programu PL/SQL lub anonimowego bloku PL/SQL. W zaprezentowanym przykładzie procedurę WstawPracownika wywołano dwukrotnie. Pierwszy raz z parametrami aktualnymi 400, Jackowiak, Adam i Algorytmy dla parametrów formalnych, odpowiednio: p_id_zesp, p_nazwisko, p_imie i p_nazwa_zespolu. W drugim wywołaniu pominięto parametr aktualny dla parametru formalnego p_nazwa_zespolu (ten parametr ma zdefiniowaną wartość domyślną).

Drugi przykład pokazuje, jak wywołać procedurę z narzędzia PL/SQL. Tutaj używamy specjalnego polecenia EXECUTE, po którym podajemy nazwę procedury wraz z listą parametrów aktualnych.



Funkcja PL/SQL (1)

- Wykonuje obliczenia i zwraca wartość do środowiska wołającego.
- Tworzenie funkcji:

```
CREATE [OR REPLACE] FUNCTION nazwa_funkcji  
  [(lista parametrów)] RETURN typ_zwracanej_wartosci IS  
  <sekcja deklaracji stałych, zmiennych, wyjątków i kursorów>  
BEGIN  
  <ciało funkcji>  
END [nazwa_funkcji];
```

- W ciele funkcji musi wystąpić polecenie RETURN <wyrażenie>, kończące działanie funkcji i zwracające wartość wyrażenia do środowiska wołającego.

Bieżący slajd omawia polecenie tworzące składowaną funkcję PL/SQL. Funkcje wykonują obliczenia i zwracają wartość do środowiska wołającego. Elementy polecenia CREATE FUNCTION, tworzącego funkcję, są analogiczne do elementów tworzących procedurę. Dodatkowa klauzula RETURN po opcjonalnej liście parametrów funkcji, określa typ wartości, jaką zwróci funkcja po wykonaniu. W ciele funkcji musi wystąpić polecenie RETURN, po którym umieszcza się wyrażenie. Polecenie RETURN kończy działanie funkcji, zwracając do środowiska wołającego wartość wyrażenia. Należy tak konstruować funkcję, aby każde jej wykonanie zakończyło się realizacją polecenia RETURN. W przeciwnym wypadku przy wywołaniu funkcji zostanie wygenerowany komunikat o błędzie wykonania.



Funkcja PL/SQL (2)

```
CREATE FUNCTION LiczbaPracownikow  
  (p_id_zesp IN NUMBER DEFAULT null) RETURN NUMBER IS  
  v_liczba_prac NUMBER(5);  
BEGIN  
  IF p_id_zesp is null THEN  
    SELECT count(*) INTO v_liczba_prac FROM pracownicy;  
  ELSE  
    SELECT count(*) INTO v_liczba_prac FROM pracownicy  
    WHERE id_zesp = p_id_zesp;  
  END IF;  
  RETURN v_liczba_prac;  
END LiczbaPracownikow;
```

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (11)

Na bieżącym slajdzie zaprezentowano polecenie tworzące funkcję o nazwie `LiczbaPracownikow`. Funkcja ma jeden parametr formalny o nazwie `p_id_zesp` z wartością domyślną równą `NULL`. W sekcji deklaracji zadeklarowano zmienną liczbową `v_liczba_prac`. Omówimy teraz ciało funkcji.

Jeśli wartość parametru `p_id_zesp` jest pusta, wykonane zostaje polecenie znajdujące liczbę wszystkich pracowników, liczba ta zostaje zapisana w zmiennej `v_liczba_prac`. W przeciwnym wypadku znaleziona zostaje liczba pracowników, którzy należą do zespołu o identyfikatorze równym wartości parametru `p_id_zesp`. Liczba ta zostaje zapisana w zmiennej `v_liczba_prac`. Polecenie `RETURN` kończy działanie funkcji, przekazując do środowiska wołającego wartość zmiennej `v_liczba_prac`.

Reasumując: jeśli w parametrze `p_id_zesp` przekazano identyfikator zespołu, funkcja wylicza liczbę pracowników tego zespołu, jeśli w wywołaniu funkcji parametr `p_id_zesp` został pominięty, funkcja wylicza liczbę wszystkich pracowników.



Funkcja PL/SQL (3)

- Wywołanie funkcji:
 - z innego programu PL/SQL lub anonimowego bloku:

```
DECLARE
  v_prac_w_zespole NUMBER(5);
  v_id_zesp zespoly.id_zesp%TYPE := 20;
BEGIN
  v_prac_w_zespole := LiczbaPracownikow(v_id_zesp);
  dbms_output.put_line('Pracowników: ' || to_char(v_prac_w_zespole));
END;
```

- z polecenia SQL:

```
SELECT nazwa, adres, LiczbaPracownikow(id_zesp)
FROM zespoly;
```

Bieżący slajd przedstawia dwie metody wywołania funkcji. Pierwsza metoda to wywołanie z programu lub bloku PL/SQL. W zaprezentowanym przykładzie zadeklarowano w bloku dwie zmienne: `v_prac_w_zespole` oraz `v_id_zesp`, inicjalizowanej wartością 20. W części wykonywalnej bloku wywołujemy funkcję `LiczbaPracownikow` w podobny sposób jak procedurę, ale uwaga – trzeba umożliwić funkcji przekazanie obliczanej przez nią wartości. W tym przykładzie wartość od funkcji odbierze zmienna `v_prac_w_zespole`. Zauważmy, że parametrem aktualnym w tym przykładzie jest zmienna `v_id_zesp`. Wartość, przekazana przez funkcję do zmiennej `v_prac_w_zespole`, zostaje wypisana na konsoli.

Drugi sposób wywołania funkcji, niedostępny dla procedur, to wywołanie w poleceniu SQL. W zaprezentowanym przykładzie funkcja `LiczbaPracownikow` zostaje użyta w zapytaniu do relacji `ZESPOLY`. Parametrem aktualnym funkcji jest wartość atrybutu `ID_ZESP`, funkcja zostanie wykonana jednokrotnie dla każdego rekordu, odczytanego przez zapytanie z relacji `ZESPOLY`.



Pakiet PL/SQL (1)

- Biblioteka procedur i funkcji.
- Składa się z dwóch części:
 - specyfikacja (interfejs),
 - ciało (implementacja).
- Użytkownik ma możliwość wywołania tylko tych procedur i funkcji, które są zadeklarowane w specyfikacji.
- Implementacja może zostać ukryta przed użytkownikiem.
- Kroki tworzenia pakietu:
 1. utworzenie specyfikacji,
 2. utworzenie ciała (opcjonalne).

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (13)

Bieżący slajd rozpoczyna omawianie pakietów PL/SQL. Pakiet to biblioteka, zawierająca procedury i funkcje. Takie połączenie procedur i funkcji w pakiet jest korzystne – znacznie ułatwia czynności administracyjne w SZBD, dodatkowo programista uzyskuje pewne mechanizmy, niedostępne w zwykłych procedurach i funkcjach.

Pakiet składa się z dwóch części: specyfikacji, nazywanej również interfejsem, oraz ciała, inaczej nazywanego implementacją. W specyfikacji umieszcza się deklaracje procedur i funkcji pakietu, które mają być dostępne dla użytkowników pakietu. Dodatkowo można tutaj umieścić deklaracje zmiennych, stałych, wyjątków oraz kursorów, z których mogą korzystać użytkownicy pakietu. Z kolei w ciele pakietu umieszcza się definicje elementów zadeklarowanych w specyfikacji oraz definicje pozostałych elementów, a więc procedur, funkcji, stałych, zmiennych, wyjątków i kursorów, które jednak nie są dostępne dla użytkowników pakietu, a mogą z nich korzystać tylko inne procedury lub funkcje pakietu. Podział pakietu na specyfikację i ciało umożliwia ukrycie przed użytkownikiem końcowym implementacji pakietu – użytkownik może korzystać tylko z tych elementów pakietu, które określi w specyfikacji twórca pakietu.

Tworzenie pakietu składa się z dwóch kroków: 1. utworzenia specyfikacji oraz 2. utworzenia ciała. Są to osobne polecenia, które zostaną przedstawione na następnym slajdzie.



Pakiet PL/SQL (2)

specyfikacja

```
CREATE [OR REPLACE] PACKAGE nazwa_pakietu IS  
  <deklaracje stałych, zmiennych, cursorów i wyjątków dostępnych  
    dla użytkowników pakietu>  
  <deklaracje procedur i funkcji, dostępnych dla użytkowników pakietu>  
END [nazwa_pakietu];
```

ciało

```
CREATE [OR REPLACE] PACKAGE BODY nazwa_pakietu IS  
  <deklaracje stałych, zmiennych, cursorów i wyjątków dostępnych  
    tylko dla programów wewnątrz pakietu>  
  <definicje procedur i funkcji, zadeklarowanych w specyfikacji pakietu>  
  <definicje procedur i funkcji, dostępnych dla programów wewnątrz  
    pakietu>  
END [nazwa_pakietu];
```

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (14)

Specyfikację pakietu tworzy się wykonując polecenie **CREATE PACKAGE** lub **CREATE OR REPLACE PACKAGE** w przypadku redefinicji istniejącego pakietu, za którym umieszcza się nazwę definiowanego pakietu. Następnie po słowie **IS** umieszcza się deklaracje elementów, które mają być dostępne dla użytkowników pakietu, a więc stałych, zmiennych, cursorów, wyjątków, oraz oczywiście procedur i funkcji. Składnia deklaracji jest identyczna jak w przypadku omówionych już we wcześniejszych ćwiczeniach elementów. Jednak w przypadku deklaracji procedur i funkcji pomijamy słowa **CREATE OR REPLACE**, deklarację w przypadku procedury kończymy po liście parametrów, a w przypadku funkcji po nazwie typu zwracanej przez funkcję wartości. Specyfikację pakietu kończy słowo **END**, po którym można umieścić nazwę pakietu.

Polecenie tworzące ciało pakietu rozpoczyna się od słów **CREATE PACKAGE BODY** lub **CREATE OR REPLACE PACKAGE BODY** w przypadku redefinicji ciała istniejącego już pakietu. Następnie podaje się nazwę pakietu (jest to ta sama nazwa, jaką podano przy tworzeniu specyfikacji pakietu), po słowie **IS** umieszczamy definicję elementów pakietu. Definicję ciała pakietu kończy słowo **END**, po którym można dodatkowo umieścić nazwę pakietu.



Pakiet PL/SQL (3)

CREATE PACKAGE Kadry IS

```
PROCEDURE NowyPrac (p_id_prac IN number, p_nazw IN varchar2);  
FUNCTION LiczbaPrac(p_id_zesp IN number) RETURN number;  
END Kadry;
```

CREATE PACKAGE BODY Kadry IS

```
PROCEDURE NowyPrac(p_id_prac IN number, p_nazw IN varchar2) IS  
  ...  
END NowyPrac;  
FUNCTION LiczbaPrac(p_id_zesp IN number) RETURN number IS  
  ...  
END LiczbaPrac;  
FUNCTION SprawdzZespol(p_nazwa IN varchar2) RETURN char IS  
  ...  
END SprawdzZespol;  
END Kadry;
```

Cwiczenie 13 – PL/SQL (15)

Bieżący slajd tworzy pakiet o nazwie Kadry. Pierwsze polecenie definiuje specyfikację pakietu, w niej zadeklarowano procedurę NowyPrac i funkcję LiczbaPrac. Te dwa programy będą dostępne dla użytkowników pakietu.

Drugie polecenie tworzy ciało pakietu. W ciele umieszczono definicję programów, zadeklarowanych w specyfikacji. Trzeci program, funkcja SprawdzZespol, nie została zadeklarowana w specyfikacji pakietu, nie jest więc dostępna dla użytkowników pakietu, a może być wywołana jedynie z procedury NowyPrac lub funkcji LiczbaPrac.

Z racji braku miejsca w ciele przykładowego pakietu pominięto ciała programów.



Pakiet PL/SQL (4)

- Wywoływanie procedur i funkcji z pakietu – te same zasady co dla zwykłych procedur i funkcji, nazwę programu poprzedzamy nazwą pakietu.

DECLARE

```
v_prac_w_zespole NUMBER(5);  
v_id_zesp zespoly.id_zesp%TYPE := 30;
```

BEGIN

```
Kadry.NowyPrac(400, 'Kowalski');  
v_prac_w_zespole := Kadry.LiczbaPrac (v_id_zesp);
```

END;

```
SELECT nazwa, adres, Kadry.LiczbaPrac(id_zesp)  
FROM zespoly;
```

Wywołanie procedur i funkcji, zadeklarowanych w specyfikacji pakietu, jest niemalże identyczne jak wywołanie zwykłych procedur i funkcji. Jedyna różnica to konieczność umieszczenia nazwy pakietu przed nazwą procedury lub funkcji, nazwa pakietu oddzielona jest od nazwy programu kropką.

Na bieżącym slajdzie w pierwszym przykładzie zaprezentowano wywołanie procedury NowyPrac i funkcji LiczbaPrac pakietu Kadry z anonimowego bloku PL/SQL. Drugi przykład pokazuje wywołanie funkcji LiczbaPrac pakietu Kadry z zapytania SQL.



Procedura wyzwalana (1)

- Inna nazwa – wyzwalacz.
- Uruchamiana przez zajście określonego zdarzenia w bazie danych (na relacji, perspektywie, schemacie lub całej bazie danych).
- Cele stosowania:
 - wymuszanie złożonych reguł biznesowych,
 - zaawansowane śledzenie działań użytkowników,
 - wymuszanie złożonych polityk bezpieczeństwa,
 - wypełnianie atrybutów relacji wartościami domyślnymi,
 - modyfikacja złożonych perspektyw.

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (17)

Ostatni z omawianych w bieżącym ćwiczeniu rodzajów programów PL/SQL to procedury wyzwalane, nazywane inaczej wyzwalaczami. W przeciwieństwie do pozostałych rodzajów podprogramów, wyzwalacze nie są uruchamiane na żądanie użytkownika, ale automatycznie na skutek zajścia określonych zdarzeń w bazie danych. Zdarzenia te mogą być zdefiniowane dla relacji lub perspektywy (np. wstawienie, usunięcie lub modyfikacja rekordu), określonego schematu (np. utworzenie nowej relacji w schemacie) lub całej bazy danych (np. przyłączenie użytkownika do bazy danych).

Przedstawimy teraz cele stosowania wyzwalaczy. Jednym z nich jest wymuszanie złożonych reguł biznesowych, np. zależności rekordów jednej relacji od rekordów innej relacji. Kolejne zastosowania to zaawansowane śledzenie operacji, realizowanych przez użytkowników bazy danych, wymuszanie złożonych polityk bezpieczeństwa (np. uniemożliwianie pracy użytkownikom w odpowiednich porach), wypełnianie atrybutów relacji wartościami domyślnymi przy wstawianiu nowych rekordów. Bardzo ważnym zastosowaniem jest umożliwianie modyfikacji złożonych perspektyw relacyjnych (problem ten zostanie omówiony w dalszej części ćwiczenia).



Procedura wyzwalana (2)

- Tworzenie:

```
CREATE [OR REPLACE] TRIGGER nazwa_procedury_wyzwalanej  
    <moment uruchomienia>  
    <zdarzenie uruchamiające> ON { relacja | perspektywa }  
    [ WHEN warunek ]  
    [ FOR EACH ROW ]  
    [ DECLARE <deklaracje stałych, zmiennych, kursorów> ]  
BEGIN  
    <ciało procedury wyzwalanej>  
END;
```

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (18)

Bieżący slajd przedstawia polecenie tworzące wyzwalacz. Polecenie rozpoczyna się od słów kluczowych **CREATE TRIGGER** lub **CREATE OR REPLACE TRIGGER** w przypadku redefinicji istniejącego już wyzwalacza, po których podaje się nazwę wyzwalacza. Następnie definiuje się parametry wyzwalacza: moment uruchomienia i zdarzenie uruchamiające. Dalej możliwe jest podanie dodatkowego warunku uruchomienia wyzwalacza. Następnie określa się częstotliwość uruchomienia wyzwalacza (klauszula **FOR EACH ROW**). Dalej umieszcza się blok PL/SQL z opcjonalnymi sekcjami deklaracji oraz obsługi wyjątków, zawierający polecenia, tworzące ciało procedury wyzwalanej.



Parametry wyzwalacza (1)

- Zdarzenie uruchamiające:
 - polecenie DML: INSERT, UPDATE, DELETE,
 - polecenie DDL: CREATE, ALTER,
 - zdarzenie w bazie danych: zalogowanie/wylogowanie użytkownika, błąd, uruchomienie/zatrzymanie bazy danych.
- Moment uruchomienia:
 - BEFORE,
 - AFTER,
 - INSTEAD OF – tylko dla perspektywy.

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (19)

Omówimy teraz parametry wyzwalacza. Pierwszy z nich określa zdarzenie, którego wystąpienie ma uruchomić wyzwalacz. Może to być polecenie DML: INSERT, UPDATE lub DELETE, w tym wypadku po słowie ON podaje się nazwę relacji lub perspektywy, do której będzie kierowane polecenie. Dodatkowo w przypadku polecenia UPDATE można wprost podać listę atrybutów relacji lub perspektywy, których uaktualnienie ma spowodować uruchomienie wyzwalacza. Realizuje się to używając konstrukcji „UPDATE OF lista_atrybutów”. Inny rodzaj poleceń, które mogą uruchomić wyzwalacz, to dwa polecenia z grupy DDL: CREATE lub ALTER. W takim przypadku wyzwalacz może zostać uruchomiony przez utworzenie nowego obiektu w danym schemacie bądź zmianę definicji obiektu istniejącego. Wreszcie wyzwalacz może być uruchomiony przez zdarzenie w bazie danych, takie jak zalogowanie lub wylogowanie użytkownika, wystąpienie błędu, uruchomienie czy też zatrzymanie bazy danych.

Drugi parametr określa moment wykonania wyzwalacza w stosunku do zdarzenia, które spowodowało uruchomienie wyzwalacza. BEFORE oznacza, że wyzwalacz ma zostać wykonany przed realizacją polecenia odpowiadającego za zdarzenie, na którym zdefiniowano wyzwalacz. Np. wyzwalacz BEFORE INSERT zostaje uruchomiony wydaniem przez użytkownika polecenia INSERT, wyzwalacz jest wykonywany przed wykonaniem polecenia INSERT w bazie danych. AFTER powoduje, że wyzwalacz zostaje wykonany po realizacji polecenia odpowiadającego za zdarzenie, na którym zdefiniowano wyzwalacz. Z kolei INSTEAD OF powoduje wykonanie wyzwalacza zamiast polecenia, odpowiadającego za uruchomienie wyzwalacza. INSTEAD OF może być jednak definiowany jedynie dla perspektyw.



Parametry wyzwalacza (2)

- Częstotliwość uruchamiania:
 - jednokrotnie dla każdego rekordu, przetworzonego przez polecenie – wyzwalacz wierszowy,
 - jednokrotnie dla polecenia – wyzwalacz polecenia.

Trzeci parametr określa częstotliwość uruchamiania wyzwalacza. Mamy tu dwie możliwości. Wyzwalacz polecenia wykonywany jest zawsze jednokrotnie, niezależnie od liczby rekordów, jakie przetworzyło polecenie. Z kolei wyzwalacz wierszowy jest wykonywany tyle razy, ile rekordów przetwarza polecenie, które odpowiada za zdarzenie, na którym zdefiniowano wyzwalacz.



Wyzwalacz polecenia

- Uruchamiany jednokrotnie dla polecenia.
- Nie może bezpośrednio odwoływać się do atrybutów relacji (perspektywy) wyzwalacza.
- Przykład: wyzwalacz uruchamiany jednokrotnie po wykonaniu polecenia INSERT na relacji PRACOWNICY.

```
CREATE TRIGGER ZapiszOperacjeInsert  
AFTER INSERT ON pracownicy  
BEGIN  
    INSERT INTO log (data, relacja, operacja)  
    VALUES(sysdate, 'PRACOWNICY', 'INSERT');  
END;
```

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (21)

Bieżący slajd dokładnie wyjaśnia wyzwalacze polecenia. Wyzwalacz taki wykonywany jest zawsze jednokrotnie, niezależnie od liczby rekordów, jakie przetworzyło polecenie. Ograniczeniem takiego wyzwalacza jest niemożność bezpośredniego odwołania w ciele wyzwalacza do danych relacji lub perspektywy, na której założono wyzwalacz (takie odwołanie jest możliwe w przypadku wyzwalaczy wierszowych).

Zanalizujmy wyzwalacz polecenia o nazwie ZapiszOperacjeInsert. Wyzwalacz został założony na relacji PRACOWNICY i zostaje wykonany po realizacji operacji INSERT. Jedyne polecenie w ciele wyzwalacza wstawia do relacji LOG rekord, opisujący datę realizacji operacji wstawienia rekordów do relacji PRACOWNICY. Reasumując, omawiany wyzwalacz śledzi operacje wstawienia rekordów do relacji PRACOWNICY.



Wyzwalacz wierszowy (1)

- Uruchamiany jednokrotnie dla każdego rekordu, przetworzonego przez polecenie.
- Zawiera klauzulę FOR EACH ROW.
- Nie może wykonywać zapytania ani żadnej operacji modyfikującej relację (perspektywę), na której założono wyzwalacz.
- Może odwoływać się bezpośrednio do wartości atrybutów rekordu, dla którego został uruchomiony.

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (22)

Wyzwalacz wierszowy jest wykonywany jednokrotnie dla każdego rekordu, przetworzonego przez polecenie uruchamiające wyzwalacz. Aby wyzwalacz był wyzwalaczem wierszowym, należy w jego definicji podać klauzulę FOR EACH ROW. Wyzwalacz wierszowy ma jedno poważne ograniczenie – w jego ciele nie może zostać wykonana żadna operacja odczytu lub modyfikacji danych relacji lub perspektywy, dla której zdefiniowano wyzwalacz. Gdyby realizacja takich operacji była dopuszczalna w wyzwalaczu wierszowym, SZBD nie mogłyby zagwarantować spójności operacji. Za to w wyzwalaczu wierszowym można bezpośrednio odwołać się do wartości atrybutów rekordu relacji lub perspektywy, dla którego wyzwalacz został uruchomiony. Zostanie to omówione na następnym slajdzie.



Wyzwalacz wierszowy (2)

- Odwołanie do wartości atrybutów relacji:
 - :OLD.nazwa_atrybutu – sprzed wykonania polecenia,
 - :NEW.nazwa_atrybutu – po wykonaniu polecenia.

przedrostek operacja	:OLD	:NEW
INSERT	wartość pusta	wartość wstawiona
UPDATE	wartość przed modyfikacją	wartość zmodyfikowana
DELETE	wartość z usuwanego rekordu	wartość pusta

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (23)

W wyzwalaczu wierszowym mamy możliwość bezpośredniego odwołania do wartości atrybutów rekordu relacji lub perspektywy, dla którego wyzwalacz został uruchomiony. Co więcej, mamy dostęp do wartości atrybutu zarówno sprzed wykonania polecenia, używamy wówczas przedrostka „:OLD”, jak i po wykonaniu polecenia, wówczas stosujemy przedrostek „:NEW”.

Należy pamiętać, że nie we wszystkich sytuacjach odczyt obu wartości atrybutów rekordu ma sens. W przypadku wyzwalacza wierszowego dla polecenia INSERT wartości atrybutów sprzed wykonania polecenia (przedrostek :OLD) są puste – rekord jeszcze nie istnieje. Z kolei w przypadku polecenia DELETE wartości atrybutów po wykonaniu polecenia (przedrostek :NEW) są puste – rekord już nie istnieje. Jedynie w wyzwalaczu dla polecenia UPDATE sensowne jest odczytywanie wartości zarówno sprzed wykonania polecenia (rekord jeszcze nie zmodyfikowany) jak i po jego wykonaniu (rekord po modyfikacji).



Wyzwalacz wierszowy (3)

- Przykład: wyzwalacz uruchamiany dla każdego rekordu, wstawianego przez zlecenie INSERT do relacji PRACOWNICY.

```
CREATE TRIGGER WstawIdentyfikator
BEFORE INSERT ON pracownicy
FOR EACH ROW
BEGIN
  IF :NEW.id_prac IS NULL THEN
    SELECT seq_pracownicy.nextval INTO :NEW.id_prac
    FROM dual;
  END IF;
END;
```

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (24)

Bieżący slajd przykład wyzwalacza wierszowego o nazwie WstawIdentyfikator, wykonywanego przed poleceniem INSERT na relacji PRACOWNICY. W ciele wyzwalacza zostaje sprawdzona wartość atrybutu ID_PRAC, jaka zostanie umieszczona w rekordzie po operacji INSERT. Jeśli jest ona pusta (oznacza to, że użytkownik nie podał wartości dla ID_PRAC w poleceniu INSERT), wyzwalacz pobiera wartość z sekwencji o nazwie SEQ_PRACOWNICY i wstawia ją do atrybutu ID_PRAC. Dzięki temu operacja INSERT będzie mogła być zrealizowana – atrybut ID_PRAC jest atrybutem obowiązkowym.



Warunek uruchomienia wyzwalacza

- Postać: WHEN(warunek_logiczny)
- Uwaga! Przy przedrostkach NEW i OLD opuszczamy dwukropek!
- Przykład:

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER WstawIdentyfikator
BEFORE INSERT ON pracownicy
FOR EACH ROW
WHEN (NEW.id_prac IS NULL)
BEGIN
SELECT seq_pracownicy.nextval INTO :NEW.id_prac
FROM dual;
END;
```

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (25)

Opcjonalnym elementem definicji wyzwalacza jest warunek, sprawdzany przy uruchomieniu wyzwalacza. Warunek ten umieszcza się w nawiasach po klauzuli WHEN. Jeśli warunek został zdefiniowany, po wystąpieniu zdarzenia uruchamiającego wyzwalacz warunek jest sprawdzany, jeśli jest on prawdziwy, wyzwalacz zostaje uruchomiony, w przeciwnym wypadku uruchomienie wyzwalacza zostaje zaniechane.

Uwaga! Stosując w warunku w klauzuli WHEN przedrostki :NEW i :OLD pomijamy dwukropek!

Zaprezentowany na slajdzie przykład jest modyfikacją wyzwalacza z poprzedniego slajdu. Warunek w instrukcji warunkowej IF zastąpiono warunkiem w klauzuli WHEN. Wyzwalacz wykona się tylko wtedy, gdy wartość atrybutu ID_PRAC w rekordzie wstawianym do relacji PRACOWNICY jest pusta.



Wyzwalacz dla wielu zdarzeń

- Uruchamiany przez kilka zdarzeń.
- Warunki określające rodzaj zdarzenia uruchamiającego: INSERTING, UPDATING[(nazwa_atrybutu)], DELETING.
- Przykład:

```
CREATE TRIGGER ZapamietajOperacje
BEFORE INSERT OR UPDATE OR DELETE ON zespoly
FOR EACH ROW
BEGIN
IF INSERTING THEN ...
ELSIF DELETING THEN ...
ELSIF UPDATING(nazwa) THEN ...
END IF;
END;
```

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (26)

Istnieje możliwość zdefiniowania wyzwalacza, uruchamianego przez kilka różnych zdarzeń na tej samej relacji lub perspektywie. Realizuje się to łącząc poszczególne zdarzenia spójnikiem logicznym OR. W ciele takiego wyzwalacza można selekcjonować kod, który ma być wykonany w przypadku wystąpienia określonego zdarzenia. Używa się w tym celu zmiennych logicznych INSERTING, DELETING i UPDATING, które przyjmują wartość prawdy jeśli zdarzeniem uruchamiającym wyzwalacz jest odpowiednio zdarzenie INSERT, DELETE bądź UPDATE. Dodatkowo można zastosować konstrukcję „UPDATING(nazwa_atrybutu)”, która jest prawdą jeśli wyzwalacz uruchomiło uaktualnienie wartości atrybutu o podanej nazwie.

Zaprezentowany na bieżącym slajdzie wyzwalacz o nazwie ZapamietajOperacje jest wywoływany dla operacji INSERT, UPDATE lub DELETE na relacji ZESPOLY.



Wyzwalacz INSTEAD OF

- Definiowany tylko dla perspektyw.
- Wykonywany zamiast polecenia, które uruchomiło wyzwalacz.
- Stosowany najczęściej dla perspektyw złożonych celem zapewnienia ich modyfikowalności.

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (27)

Omówimy teraz ostatni rodzaj wyzwalacza, który może być definiowany wyłącznie dla perspektyw. Jest to wyzwalacz INSTEAD OF i jest on wykonywany zamiast operacji, która odpowiada za zdarzenie uruchamiające wyzwalacz. Wyzwalacz INSTEAD OF stosuje się najczęściej w celu umożliwienia modyfikacji danych perspektyw złożonych, które normalnie nie akceptują poleceń DML. W takim przypadku operacja DML zostaje zastąpiona wykonaniem wyzwalacza, który modyfikuje dane relacji bazowych perspektywy zamiast danych udostępnianych bezpośrednio przez perspektywę. Następny slajd prezentuje przykład takiego zastosowania.



Wyzwalacz INSTEAD OF

```
CREATE OR REPLACE VIEW zesp_prac AS  
SELECT nazwa, COUNT(*) AS liczba_prac  
FROM pracownicy NATURAL JOIN zespoly  
GROUP BY nazwa;
```

```
CREATE TRIGGER WstawZespol  
INSTEAD OF INSERT ON zesp_prac  
FOR EACH ROW  
BEGIN  
  INSERT INTO zespoly(id_zesp, nazwa)  
  VALUES(seq_zespoly.nextval, :NEW.nazwa);  
END;
```

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (28)

Pierwsze polecenie tworzy perspektywę o nazwie ZESP_PRAC, która wykonuje połączenie naturalne danych relacji PRACOWNICY i ZESPOLY, a następnie grupuje wynik połączenia ze względu na wartość atrybutu NAZWA. Jak widzimy, jest to perspektywa złożona i nie akceptuje ona żadnych poleceń modyfikacji danych.

Dla perspektywy zdefiniowano wyzwalacz wierszowy o nazwie WstawZespol, który będzie wykonywany zamiast operacji INSERT, kierowanych do perspektywy. Ciało wyzwalacza wstawia do relacji ZESPOLY rekord.



Usuwanie programów składowanych

- Usunięcie procedury, funkcji lub wyzwalacza:

```
DROP { PROCEDURE | FUNCTION | TRIGGER } nazwa;
```

- Usunięcie pakietu:

```
DROP PACKAGE [ BODY ] nazwa_pakietu;
```

Na bieżącym slajdzie zaprezentowano polecenia usuwające z bazy danych składowane programy PL/SQL.

Pierwsze polecenie usuwa procedurę, funkcję bądź wyzwalacz z bazy danych. Drugie polecenie służy do usuwania całego pakietu (DROP PACKAGE) bądź tylko jego ciała (DROP PACKAGE BODY).



Podsumowanie

- Program składowany jest gotowym do użycia, przechowywanym w bazie danych w postaci skompilowanej programem PL/SQL.
- Procedura jest programem składowanym, wykonującym określone akcje.
- Funkcja to program, wykonujący obliczenia i zwracający wartości do środowiska wołającego.
- Procedury i funkcje mogą być łączone w biblioteki, nazywane pakietami.
- Wyzwalacz jest składowaną procedurą, uruchamianą przez zajście w bazie danych określonego zdarzenia.

Ćwiczenie 13 – PL/SQL (30)

W zakończonym ćwiczeniu zaprezentowano koncepcję programów składowanych. Są to procedury, funkcje i pakiety, trwale zapisane w bazie danych w postaci skompilowanej. Procedura wykonuje w bazie danych określone akcje. Funkcja wykonuje obliczenia i zwraca wartość do środowiska wołającego. Pakiet jest biblioteką procedur i funkcji.

Procedura wyzwalana, nazywana również wyzwalaczem, jest procedurą składowaną, uruchamianą jednak nie przez użytkownika, ale przez zajście w bazie danych określonego zdarzenia, np. wstawienia rekordu do określonej relacji, utworzenia nowej perspektywy we wskazanym schemacie, przyłączenia się użytkownika do bazy danych.

Każde z omówionych w ćwiczeniu zagadnień zostało utrwalone przez serię zadań.