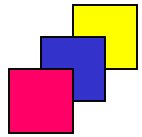
Język PL/SQL. Rozdział 6. Procedury wyzwalane

Procedury wyzwalane, cele stosowania, typy wyzwalaczy, wyzwalacze na poleceniach DML i DDL, wyzwalacze typu INSTEAD OF, przykłady zastosowania, zarządzanie wyzwalaczami.

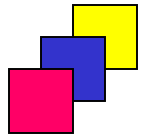


Procedury wyzwalane

Procedura wyzwalana (ang. *trigger*) to program w języku PL/SQL (również Java lub C) który reaguje na zdarzenia zachodzące w bazie danych i wykonuje się po zajściu określonych warunków.

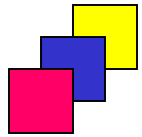
Podział:

- **Procedury wyzwalane DML:**
  - **BEFORE - uruchamiane przed wykonaniem polecenia INSERT, UPDATE, DELETE,**
  - **AFTER - uruchamiane po wykonaniu polecenia INSERT, UPDATE, DELETE,**
  - **INSTEAD OF – uruchamiane zamiast polecenia INSERT, UPDATE, DELETE, wykonywanego na rzecz perspektywy**
- **Procedury wyzwalane DDL.**
- **Procedury wyzwalane zdarzeniami systemowymi – np. uruchomienie lub zatrzymanie bazy danych, przyłączenie się użytkownika do bazy danych, pojawianie się zdarzenia blokującego operację (brak dostępnego miejsca w przestrzeni tabel) itp.**



Cele stosowania procedur wyzwalanych

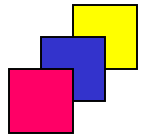
- **Zaawansowane śledzenie użytkowników i zdarzeń systemowych**
- **Ochrona przed nieprawidłowymi transakcjami**
- **Wymuszanie więzów referencyjnych (albo więzów nie wspieranych przez deklaratywne więzy integralnościowe albo więzów między węzłami rozproszonej bazy danych)**
- **Wymuszanie złożonych reguł biznesowych**
- **Wymuszanie złożonych polityk bezpieczeństwa**
- **Zapewnianie przezroczystego zapisu wydarzeń**
- **Wypełnianie atrybutów wartościami domyślnymi**
- **Modyfikacja złożonych perspektyw**



Definiowanie procedury wyzwalanej DML

```
CREATE [OR REPLACE] TRIGGER nazwa
{ BEFORE | AFTER | INSTEAD OF }
{ INSERT | UPDATE | DELETE } ON { tabela | perspektywa }
[ WHEN warunek ]
[ FOR EACH ROW]
[ DECLARE /* deklaracje zmiennych i kursorów */ ]
BEGIN
        /* ciało procedury wyzwalanej */
END;
```

- **INSTEAD OF: wyzwalacz może być zdefiniowany tylko na perspektywie**
- **WHEN: wyzwalacz wykonuje się tylko dla tych krotek, dla których jest spełniony warunek**
- **FOR EACH ROW: wyzwalacz wykonuje się dla każdej modyfikowanej krotki, tzw. wyzwalacz wierszowy**



Definiowanie procedury wyzwalanej DML cd.

Dla procedur wyzwalanych uruchamianych na skutek uaktualnienia krotek, możemy określić listę atrybutów relacji, których uaktualnienie uruchomi procedurę.

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER test
AFTER UPDATE OF placa_pod, id_zesp ON pracownicy ...
```

Ta sama procedura może być wrażliwa na kombinację instrukcji DML (tj. INSERT, UPDATE, DELETE). (*niezgodne ze standardem*)

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER test
AFTER INSERT OR UPDATE OR DELETE ON pracownicy
BEGIN
        IF INSERTING THEN ...
        ELSIF UPDATING THEN ...
        ELSIF DELETING THEN ...
        END IF;
END;
```

Klauzula FOR EACH ROW i WHEN

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER test
BEFORE UPDATE ON pracownicy
FOR EACH ROW WHEN (OLD.placa_dod < 100)
BEGIN
   IF (:NEW.placa_pod <= 100) THEN ... END IF;
   IF (:NEW.etat != :OLD.etat) THEN ... END IF;
END;
```

- w klauzuli WHEN i ciele wyzwalacza FOR EACH ROW można uzyskać dostęp do starej i nowej wartości atrybutu
- domyślnie stara i nowa wersja rekordu są dostępne przez pseudorekordy OLD i NEW (w ciele wyzwalacza poprzedzane dwukropkiem), ich nazwy można zmienić za pomocą klauzul REFERENCING OLD AS o i REFERENCING NEW AS n
- dla instrukcji INSERT stara wartość jest pusta, dla instrukcji DELETE nowa wartość jest pusta

Przykład wyzwalacza wierszowego (1)

Poniższa procedura wyzwalana uruchamia się przed wstawieniem nowego pracownika i nadaje mu kolejny identyfikator pobierany z licznika (sekwencji)

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER trig_id_prac
BEFORE INSERT ON pracownicy
FOR EACH ROW
BEGIN
  IF (:NEW.id_prac IS NULL) THEN
    :NEW.id_prac := seq_pracownik.NEXTVAL;
  END IF;
END;
```

Przykład wyzwalacza wierszowego (2)

Poniższa procedura sprawdza, czy płaca przyznana asystentowi nie przekracza widełek płacowych dla asystenta.

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER trig_placa_asystenta
BEFORE UPDATE OF placa_pod ON pracownicy
FOR EACH ROW
WHEN (NEW.ETAT = 'ASYSTENT')
DECLARE
  v_max NUMBER; v_min NUMBER;
BEGIN
  SELECT placa_min, placa_max INTO v_min, v_max
  FROM etaty WHERE nazwa = 'ASYSTENT';
  IF :NEW.placa_pod NOT BETWEEN v_min AND v_max THEN
    RAISE_APPLICATION_ERROR(-20001,'Za wysoka placa');
  END IF;
END;
```

Ograniczenia wierszowych procedur wyzwalanych

- **Wyzwalacz wierszowy nie może wykonywać zapytań i modyfikować relacji, na której został założony – zapobiega to odczytowi przez wyzwalacz niespójnych danych (ograniczenie to nie dotyczy wyzwalaczy INSTEAD OF)**

```
CREATE TRIGGER PoliczPracownikow
   AFTER DELETE ON pracownicy
   FOR EACH ROW
DECLARE
   v_ilu NUMBER(5);
BEGIN
   SELECT COUNT(*) INTO v_ilu FROM pracownicy;
   dbms_output.put_line('Liczba pracowników: '||v_ilu);
END;

SQL> DELETE pracownicy WHERE nazwisko = 'HAPKE';
ORA-04091: tabela SCOTT.PRACOWNICY ulega mutacji,
wyzwalacz/funkcja może tego nie widzieć
```

Przykład wyzwalacza polecenia

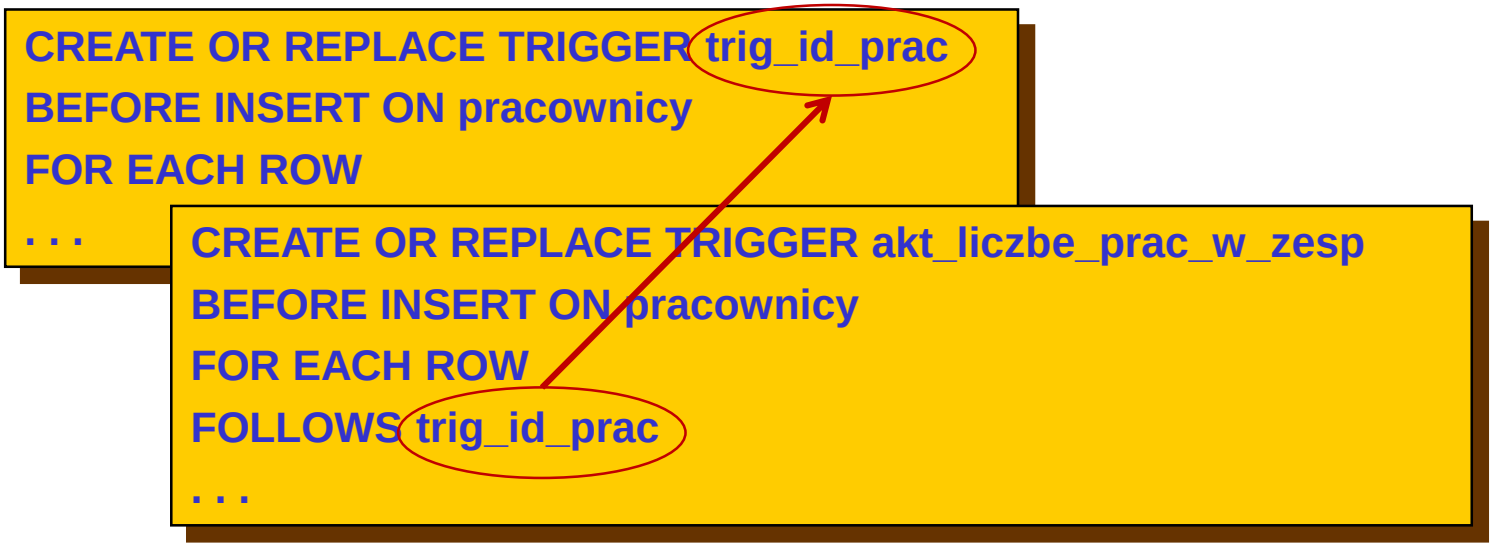
Procedura śledzi operacje DML dla relacji ZESPOLY.

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER trig_dziennik_operacji
   AFTER INSERT OR UPDATE OR DELETE ON zespoly
DECLARE
   v_operacja varchar2(10);
   v_liczba_rekordow number;
BEGIN
   CASE
     WHEN inserting THEN v_operacja := 'INSERT';
     WHEN updating THEN v_operacja := 'UPDATE';
     WHEN deleting THEN v_operacja := 'DELETE';
   END CASE;
   SELECT count(*) INTO v_liczba_rekordow FROM zespoly;
   INSERT INTO dziennik_operacji
     (data, uzytkownik, operacja, tabela, liczba_rekordow)
   VALUES
     (SYSDATE, USER, v_operacja, 'ZESPOLY', v_liczba_rekordow);
END;
```

```
CREATE TABLE dziennik_operacji(
  data DATE,
  uzytkownik VARCHAR2(100),
  operacja VARCHAR2(10),
  tabela VARCHAR2(100),
  liczba_rekordow NUMBER);
```

Określanie porządku uruchamiania wyzwalaczy przypisanych do tego samego zdarzenia

- **W przypadku istnienia wielu wyzwalaczy opartych na tym samym zdarzeniu mogą one być uruchamiane w nieokreślonej kolejności (teoretycznie za każdym razem różnej)**
- **Do określenia kolejności uruchamiania wyzwalaczy służy klauzula FOLLOWS wskazująca wyzwalacz poprzedzający**



Wyzwalacze złożone

- **Zazwyczaj wyzwalacz posiada określony poziom (wierszowy lub polecenia) a także jest określonego typu (BEFORE lub AFTER).**
- **Ze względu na różne swoje możliwości często wiele wyzwalaczy "współpracuje" ze sobą w celu uzyskania odpowiedniego rezultatu.**
- **Taka "współpraca" nie zawsze jest oczywista i wymaga analizy wykonywanych przez wyzwalacze operacji.**
- **Zamiast tworzenia wielu wyzwalaczy współpracujących istnieje możliwość skorzystania z tzw. wyzwalaczy złożonych.**
- **W wyzwalaczu złożonym osobne sekcje:**
  - **BEFORE STATEMENT – odpowiednik wyzwalacza BEFORE polecenia,**
  - **AFTER STATEMENT – odpowiednik wyzwalacza AFTER polecenia,**
  - **BEFORE EACH ROW – odpowiednik wyzwalacza wierszowego BEFORE,**
  - **AFTER EACH ROW – odpowiednik wyzwalacza wierszowego AFTER.**
- **Nie jest konieczne użycie wszystkich sekcji.**

Wyzwalacze złożone – przykłady (1)

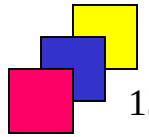
```
CREATE OR REPLACE TRIGGER obsluga_wstawiania
  FOR INSERT ON pracownicy
  COMPOUND TRIGGER
  v_licznik NUMBER(10);

  BEFORE STATEMENT IS
  BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Przed wstawieniem - raz dla polecenia');
    v_licznik := 0;
  END BEFORE STATEMENT;

  BEFORE EACH ROW IS
  BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Przed wstawieniem - dla rekordu z id_prac = '||:new.id_prac);
  END BEFORE EACH ROW;

  AFTER EACH ROW IS
  BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Po wstawieniu - dla rekordu z id_prac = '||:new.id_prac);
    v_licznik := v_licznik + 1;
  END AFTER EACH ROW;

  AFTER STATEMENT IS
  BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Po wstawieniu - raz dla polecenia');
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Liczba wstawionych rekordów: '||v_licznik);
  END AFTER STATEMENT;
END obsluga_wstawiania;
```

Wyzwalacze złożone – przykłady (2)

```
ALTER TABLE pracownicy ADD liczba_podwl NUMBER(2);
UPDATE pracownicy s SET liczba_podwl = (SELECT COUNT(*) FROM pracownicy WHERE id_szefa = s.id_prac);
```

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER akt_liczba_podwl
FOR INSERT OR DELETE OR UPDATE OF ID_SZEFA
  ON pracownicy COMPOUND TRIGGER
 TYPE tab_num IS TABLE OF NUMBER(2)  INDEX BY PLS_INTEGER;
  v_do_akt  tab_num;
  v_id_szefa NUMBER(3);
AFTER EACH ROW IS
BEGIN
   IF (DELETING or UPDATING)  and :OLD.ID_SZEFA is not null THEN
     IF v_do_akt.EXISTS(:OLD.ID_SZEFA) THEN
       v_do_akt(:OLD.ID_SZEFA) := v_do_akt(:OLD.ID_SZEFA) - 1;
     ELSE
       v_do_akt(:OLD.ID_SZEFA) := -1;
     END IF;
   END IF;
   IF (INSERTING or UPDATING) and :NEW.ID_SZEFA is not null THEN
     IF v_do_akt.EXISTS(:NEW.ID_SZEFA) THEN
       v_do_akt(:NEW.ID_SZEFA) := v_do_akt(:NEW.ID_SZEFA) + 1;
     ELSE
       v_do_akt(:NEW.ID_SZEFA) := 1;
     END IF;
   END IF;
END AFTER EACH ROW;
…
```

```
…
AFTER STATEMENT IS
BEGIN
  v_id_szefa := v_do_akt.FIRST;
  WHILE (v_id_szefa IS NOT NULL) LOOP
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(v_id_szefa||':'||
       v_do_akt(v_id_szefa));
    UPDATE pracownicy
    SET    liczba_podwl = liczba_podwl +
           v_do_akt(v_id_szefa)
    WHERE  id_prac = v_id_szefa;
    v_id_szefa := v_do_akt.NEXT(v_id_szefa);
  END LOOP;
END AFTER STATEMENT;
END akt_liczba_podwl;
```

Wyzwalacze złożone – przykłady (3)

```
SELECT * FROM pracownicy
WHERE liczba_podwl > 0;

NAZWISKO        LICZBA_PODWL
--------------- ------------
WEGLARZ                    4
BLAZEWICZ                  1
SLOWINSKI                  1
BRZEZINSKI                 5
MORZY                      2

update pracownicy
SET id_szefa = 100
WHERE nazwisko != 'WEGLARZ';

13 rows updated.
100:9
110:-1
120:-1
130:-5
140:-2

SELECT * FROM pracownicy
WHERE liczba_podwl > 0;

NAZWISKO        LICZBA_PODWL
--------------- ------------
WEGLARZ                   13
```

Procedura wyzwalana INSTEAD OF

Pozwala na zapewnianie modyfikowalności złożonych perspektyw.

```
CREATE OR REPLACE VIEW zesp_count AS
SELECT nazwa, count(id_prac) AS pracownicy
FROM pracownicy RIGHT JOIN zespoly USING (id_zesp)
GROUP BY nazwa;
```

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER trig_instead
INSTEAD OF INSERT ON zesp_count
FOR EACH ROW
BEGIN
  INSERT INTO zespoly(id_zesp, nazwa)
  VALUES(seq_zesp.NEXTVAL, :NEW.nazwa);
END;
```

Przykład procedury wyzwalanej DDL

Procedura wpisuje do tabeli HISTORY datę utworzenia, typ i nazwę każdego obiektu tworzonego wewnątrz schematu użytkownika SCOTT.

```
CREATE TABLE HISTORY (
  CR_DATE DATE,
  CR_OBJECT VARCHAR2(50),
  CR_NAME VARCHAR2(50));

CREATE OR REPLACE TRIGGER TR_CREATE
AFTER CREATE ON scott.SCHEMA
BEGIN
  INSERT INTO HISTORY(CR_DATE,CR_OBJECT,CR_NAME)
  VALUES (SYSDATE, ORA_DICT_OBJ_TYPE, ORA_DICT_OBJ_NAME);
END;
```

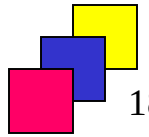
Procedury wyzwalane DDL

Przykłady zdarzeń DDL

- ALTER
- ANALYZE
- AUDIT
- CREATE
- DDL
- DROP
- GRANT
- REVOKE
- RENAME

Przykłady dostępnych atrybutów

- ORA_CLIENT_IP_ADDRESS
- ORA_DES_ENCRYPTED_PASSWORD
- ORA_DICT_OBJ_NAME
- ORA_DICT_OBJ_OWNER
- ORA_DICT_OBJ_TYPE
- ORA_GRANTEE
- ORA_IS_ALTER_COLUMN
- ORA_IS_DROP_COLUMN
- ORA_LOGIN_USER
- ORA_WITH_GRANT_OPTION



Przykład procedury wyzwalanej zd. systemowym

Procedura zabrania przyłączać się do bazy danych w weekend.

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER TR_WEEKEND
AFTER LOGON ON DATABASE
BEGIN
  IF to_char(sysdate, 'DAY') in ('SOBOTA', 'NIEDZIELA') THEN
     raise_application_error(-20010, 'Logowanie w weekendy zabronione!');
  END IF;
END;
```

Procedury wyzwalane zd. systemowymi

- **Zdarzenia systemowe mogą być definiowane na poziomie schematu (ON SCHEMA) lub bazy danych (ON DATABASE)**
- **Dostępne są następujące zdarzenia systemowe**
  - **STARTUP (AFTER)**
  - **SHUTDOWN (BEFORE)**
  - **LOGON (AFTER)**
  - **LOGOFF (BEFORE)**
  - **DB_ROLE_CHANGE**
  - **SERVERERROR (AFTER)**
- **W przypadku wyzwalacza uruchamianego po wystąpieniu (większości) błędów systemowych przydatne mogą być następujące atrybuty**
  - **ORA_SERVER_ERROR – numer błędu**
  - **ORA_SERVER_ERROR_MSG – komunikat o błędzie**
  - **ORA_SERVER_ERROR_NUM_PARAMS – liczba parametrów błędu**
  - **ORA_SERVER_ERROR_PARAM – numer błędu dla wskazanego parametru**

Zarządzanie procedurami wyzwalanymi

- **Wszystkie procedury wyzwalane związane z daną relacją można zablokować (odblokować) pojedynczym poleceniem:**

```
ALTER TABLE nazwa_relacji
DISABLE [ENABLE] ALL TRIGGERS;
```

- **Każda procedura wyzwalana może być w jednym z dwóch stanów: odblokowania lub zablokowania. Do zablokowania (odblokowania) pojedynczej procedury wyzwalanej służy polecenie:**

```
ALTER TRIGGER nazwa DISABLE [ENABLE];
```

- **Do usunięcie wyzwalacza służy polecenie**

```
DROP TRIGGER nazwa;
```

Słownik bazy danych

- **Informacje o procedurach wyzwalanych użytkownika mieszczą się w perspektywie systemowej USER_TRIGGERS**

- **Informacje o zależnościach można podejrzeć w perspektywie słownika bazy danych USER_DEPENDENCIES**

```
SELECT TRIGGER_NAME, TRIGGER_TYPE, TRIGGERING_EVENT,
TABLE_NAME, TRIGGER_BODY
FROM USER_TRIGGERS;
```

```
SELECT NAME, TYPE, REFERENCED_TYPE
FROM USER_DEPENDENCIES
WHERE REFERENCED_NAME = 'PRACOWNICY';
```