

Bożena MAŁYSIAK-MROZEK, Dariusz MROZEK  
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

## RECOVERY MANAGER – JAK DOBRZE I SZYBKO ODTWORZYĆ BAZĘ DANYCH W SZBD ORACLE

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono cechy narzędzia RMAN, służącego do wykonywania procesów archiwizacji i odtwarzania bazy danych, dostarczanego wraz z instalacją systemu Oracle. Omówiono różne sposoby wykonywania kopii zapasowych oraz zaproponowano odpowiednie strategie odzyskiwania i odtwarzania bazy danych. Każda strategia została zilustrowana odpowiednim przykładem zastosowania.

**Słowa kluczowe:** baza danych, archiwizacja, odzyskiwanie, odtwarzanie, kopie zapasowe

## RECOVERY MANAGER – HOW TO RECOVER A DATABASE IN DBMS ORACLE GOOD AND FAST

**Summary.** In this article we present the features of the RMAN tool. This tool is used to backup and recover a database and belongs to the installation packet of DBMS Oracle. We describe different ways of creating database backups and we propose appropriate strategies of database restore and recovery. Each solution was illustrated by the adequate example of usage.

**Keywords:** database, restore, recovery, backups

### 1. Wprowadzenie

Każdy administrator systemu baz danych, który choć raz musiał się zmierzyć z awarią systemu prowadzącą do utraty danych, z pewnością zapamięta ten fakt do końca życia, a także i to, że posiadanie odpowiedniej strategii tworzenia kopii zapasowej ułatwia zadanie odzyskania bazy danych po takiej awarii. Dla systemu produkcyjnego kluczowe mogą być tu dwa czynniki – utracić jak najmniej danych oraz przywrócić bazę do stanu sprzed awarii w moż-

liwie krótkim czasie, aby nie powodować przestoju w pracy bazy danych i całego przedsiębiorstwa. Artykuł zawiera informacje o tym, jak sprawnie zaplanować odpowiednie strategie archiwizacji i odtwarzania bazy danych, by wrócić do pracy w możliwie jak najkrótszym czasie i bez utraty lub z niewielką utratą danych zgromadzonych w bazie danych. Projektanci systemu zarządzania bazą danych Oracle już od wersji 8.0 wprowadzali i stopniowo wzbogacali narzędzie RMAN (ang. *Recovery Manager*), pozwalające na zautomatyzowanie procesu tworzenia kopii zapasowych i strategii odtwarzania bazy danych. Mechanizmy zastosowane w narzędziu RMAN pozwalają na całkowite zautomatyzowanie procesu archiwizacji i odtwarzania, a możliwość wykonywania kopii zapasowych na poziomie bloków danych pozwala na skrócenie całkowitego czasu archiwizacji bazy danych Oracle przy jednoczesnym zachowaniu dobrego czasu odtwarzania.

## 2. Tryby pracy bazy danych i dziennika powtórzeń

Baza danych zaprojektowana i zaimplementowana w SZBD Oracle może pracować w jednym z dwóch trybów: bez archiwizacji (ang. *noarchivelog*) oraz z archiwizacją (ang. *archivelog*). Od tego, w jakim trybie pracuje baza danych, zależy bezpośrednio tryb pracy dzienników powtórzeń. W dziennikach powtórzeń przechowywane są informacje o wszystkich zmianach zachodzących w bazie danych, zarówno tych zatwierdzonych, jak i niezatwierdzonych. Jeśli baza danych pracuje w trybie bez archiwizacji, dzienniki powtórzeń pracują w trybie cyklicznym, co oznacza, że są cyklicznie zapisywane (po zapisaniu pierwszego dostępnego zapisywany jest kolejny), gdy wszystkie dostępne pliki dziennika są już zapisane, cykl się zamyka i pierwszy zapisany dziennik zostaje nadpisywany kolejnymi informacjami. Informacje, które zostały nadpisane, zostają utracone. Dlatego też, w przypadku gdy baza danych pracuje w trybie bez archiwizacji, w razie wystąpienia awarii można dane odzyskać tylko z najbardziej aktualnej kopii zapasowej. Zmiany wprowadzone po wykonaniu kopii zapasowej zostaną bezpowrotnie utracone i należy je uzupełnić.

W przypadku gdy baza danych pracuje w trybie z archiwizacją, zawsze po wypełnieniu danymi pliku dziennika powtórzeń uruchamiany jest jeden (lub kilka) drugoplanowy proces archiwizujący ARCH, który kopiuje wypełniony plik dziennika powtórzeń do określonej wcześniej parametrem (LOG\_ARCHIVE\_DEST1..n) lokalizacji (jednej lub kilku), tworząc zarchiwizowane pliki dziennika powtórzeń. W przypadku takiego trybu pracy plików dziennika powtórzeń, żadna informacja przechowywana w tych plikach nie jest gubiona. Stąd, w przypadku gdy baza danych pracuje w trybie z archiwizacją plików dziennika powtórzeń, można po awarii odtworzyć bazę danych do momentu tuż przed wystąpieniem awarii. W tym

celu należy posiadać ostatnią kopię bazy danych oraz wszystkie zarchiwizowane i aktywne pliki dziennika powtórzeń od momentu utworzenia ostatniej kopii zapasowej bazy danych.

Proces odtwarzania bazy danych, po wcześniejszym odzyskaniu plików z ostatniej kopii zapasowej, składa się wtedy z dwóch etapów: w pierwszym etapie, zwanym odtwarzaniem w przód (ang. *rolling forward*), aplikowane są wszystkie informacje (zarówno zatwierdzone, jak i niezatwierdzone) ze zarchiwizowanych i bieżących plików dziennika powtórzeń, następnie, na podstawie informacji zawartych w przestrzeni tabel UNDO (o wycofanych transakcjach), wycofywane są dane z niezatwierdzonych transakcji, proces ten często nazywany jest odtwarzaniem w tył (ang. *rolling back*).

### 3. Standardowe mechanizmy archiwizacji i odtwarzania

W każdej wersji systemu zarządzania bazą danych Oracle istnieją standardowe mechanizmy pozwalające na tworzenie kopii zapasowych i odtwarzanie bazy danych. Proces wykonywania kopii polega wtedy na ręcznym kopiowaniu plików wchodzących w skład bazy danych do wskazanej lokalizacji, a poprawność wykonanej kopii zapasowej można sprawdzić jedynie zewnętrznym narzędziem. W procesie odtwarzania pierwszym krokiem jest również odzyskanie danych z istniejącej kopii zapasowej (proces ten także polega na ręcznym przekopiowaniu wskazanych plików do właściwej lokalizacji), następnie wykonywany jest proces odtwarzania (w sytuacji gdy baza danych pracuje w trybie z archiwizacją). Stosowanie standardowych mechanizmów archiwizacji i odtwarzania bazy danych wymaga wiedzy na temat miejsca składowania plików bazy danych czy kopii zapasowej, sam proces tworzenia kopii i odtwarzania przebiega wolniej. Z tego też względu twórcy systemu Oracle wprowadzili do swoich produktów rozbudowane narzędzie (RMAN), pozwalające na pełną automatyzację i znaczne skrócenie czasu wykonywania procesu archiwizacji i odtwarzania.

### 4. Podstawowe własności narzędzia RMAN

Własności, które wyróżniają narzędzie RMAN oraz powodują, że jest on znacznie częściej stosowany do wykonywania kopii bezpieczeństwa i odtwarzania niż standardowe, istniejące w SZBD Oracle mechanizmy, to między innymi [1, 2, 3]:

- zapewnienie weryfikacji poprawności kopii bezpieczeństwa,
- możliwość wykonywania archiwizacji na poziomie bloków danych,
- możliwość ustawienia automatycznej archiwizacji pliku kontrolnego,
- automatyczny wybór optymalnej kopii bezpieczeństwa,

- możliwość tworzenia raportów o plikach, które powinny być zarchiwizowane,
- automatyczne zapamiętywanie informacji o fizycznej strukturze archiwizowanej bazy danych,
- możliwość zapamiętywania sekwencji poleceń służących do archiwizacji oraz odtwarzania w postaci składowanych skryptów,
- możliwość współpracy z opcjami Parallel Query i Parallel Server, pozwalająca na zrównoleglenie procesów archiwizacji w obrębie pojedynczej instancji oraz całego klastra,
- umożliwienie tworzenia przyrostowych kopii zapasowych, w przypadku których do archiwum zapisuje się tylko te bloki danych, które zmieniły się od czasu ostatniej archiwizacji,
- możliwość wykrywania uszkodzonych bloków danych podczas archiwizacji danych,
- zapewnienie równoległego wykonywania operacji wejścia-wyjścia,
- automatyczne rejestrowanie wszystkich operacji związanych z archiwizacją i odzyskiwaniem danych,
- możliwość tworzenia raportów i list o kopiach zapasowych itp.

## 5. Architektura narzędzia RMAN i jego komponenty

Do właściwego działania narzędzie RMAN wykorzystuje niektóre standardowe mechanizmy stosowane w SZBD ORACLE, potrzebuje jednak jeszcze kilku dedykowanych. W skład komponentów narzędzia RMAN wchodzi:

- program wykonywalny RMAN,
- procesy serwera,
- kanały,
- docelowa baza danych,
- katalog odtwarzania (opcjonalnie),
- kopie zapasowe (ang. *backups*), zbiory kopii zapasowych (ang. *backup sets*) i elementy kopii zapasowych (ang. *backup pieces*).

### 5.1. Program wykonywalny RMAN

Program wykonywalny pakietu RMAN (nazwa *rman*) nadzoruje wszelkie operacje archiwizacji, odzyskiwania i odtwarzania danych. Używanie narzędzia RMAN nie wymaga posiadania żadnych dodatkowych licencji – jest on standardowym narzędziem dostarczonym wraz

z wersją instalacyjną SZBD Oracle. W zależności od konfiguracji środowiska, można wyróżnić kilka rodzajów połączeń z narzędziem RMAN:

- połączenie z docelową bazą danych:

```
rman target sys/manager@targetdb;
```

- połączenie z bazą danych katalogu odtwarzania:

```
rman CATALOG rman/rman@rmandb;
```

- połączenie z docelową bazą danych oraz bazą danych katalogu odtwarzania:

```
rman target sys/manager@targetdb CATALOG rman/rman@rmandb;
```

- połączenie z docelową bazą danych, bazą danych katalogu odtwarzania oraz pomocniczą bazą danych (stosowane podczas odtwarzania wybranych przestrzeni tabel do innego punktu w czasie niż pozostała część bazy danych):

```
rman TARGET sys/manager@targetdb CATALOG rman/rman@rmandb  
AUXILIARY sys/manager@auxdb
```

Po podłączeniu się do narzędzia RMAN, należy uruchomić odpowiednie polecenie lub wcześniej napisane skrypty dotyczące operacji archiwizacji, odzyskiwania lub odtwarzania. Program wykonywalny łączy się z docelową bazą danych, wywołuje potrzebne procesy serwera, a potem wykonuje żądane operacje.

Na ostatnim etapie procesu archiwizacji, RMAN zapisuje informacje o wykonanych operacjach w plikach kontrolnych docelowej bazy danych oraz w bazie danych katalogu odtwarzania (jeśli ta opcja jest wykorzystywana).

## 5.2. Procesy serwera

Procesy serwera narzędzia RMAN (ang. *server processes*) są procesami pracującymi w tle, uruchamianymi na serwerze i umożliwiającymi komunikację narzędzia RMAN z bazami danych, a także z urządzeniami dyskowymi, taśmowymi lub innymi urządzeniami wejścia-wyjścia. Procesy serwera wykonują całą pracę związaną z tworzeniem kopii zapasowej lub odzyskiwaniem danych. Procesy serwera są uruchamiane w następujących sytuacjach:

- podczas procesu uruchamiania narzędzia RMAN i łączenia się z docelową bazą danych,
- podczas procesu uruchamiania narzędzia RMAN i łączenia się z bazą danych katalogu odtwarzania (jeśli ta opcja jest wykorzystywana),
- podczas operacji przydzielania i otwierania kanału wejścia-wyjścia w trakcie archiwizacji lub odzyskiwania danych.

### 5.3. Kanały

Kanały (ang. *channels*) są to procesy serwera uruchamiane w razie konieczności komunikacji z urządzeniem wejścia-wyjścia, takim jak napęd dyskowy lub taśmowy. Uruchomienie takich procesów jest niezbędne do wykonywania operacji kopiowania podczas archiwizacji i odtwarzania bazy docelowej.

Kanał odczytuje i zapisuje pliki kopii zapasowej, utworzonej przez narzędzie RMAN. Każde wydanie polecenia przydziału kanału (*allocate channel*) powoduje uruchomienie się odpowiedniego procesu na serwerze docelowej bazy danych. Podczas przydzielania kanałów możliwe jest zmienianie charakterystyk urządzeń wejścia-wyjścia, takich jak:

- typ urządzenia wejścia-wyjścia, z którym związany jest odczyt lub zapis danych – zarówno dysku, jak i taśmy,
- liczba procesów jednocześnie korzystających z urządzenia wejścia-wyjścia,
- maksymalny rozmiar plików tworzonych na nośniku urządzenia wejścia-wyjścia,
- maksymalna szybkość, z jaką czytane są pliki bazy danych,
- maksymalna liczba jednocześnie otwartych plików.

Dla jednej operacji archiwizacji/odtworzenia możliwe jest przydzielenie więcej niż jednego kanału, w celu zrównoleglenia pojedynczej operacji (np. kopiowania).

### 5.4. Docelowa baza danych

Baza docelowa (ang. *target database*) jest to baza danych, która poddawana jest procesowi archiwizacji i odtwarzania. Baza ta zawiera pliki danych (ang. *datafiles*), pliki kontrolne (ang. *control files*) oraz archiwalne pliki dziennika powtórzeń (ang. *archived redo files*), które są archiwizowane, odtwarzane lub odzyskiwane. Narzędzie RMAN nie tworzy kopii zapasowej aktywnych plików dziennika powtórzeń (ang. *online redo logs*) docelowej bazy danych. RMAN odczytuje z pliku kontrolnego bazy docelowej informacje o fizycznej strukturze, zapisując w nim informacje o wykonanych kopiach bezpieczeństwa i odtwarzaniach. Zatem podczas procesu archiwizowania lub odtwarzania bazy danych, narzędzie RMAN musi mieć dostęp do pliku kontrolnego docelowej bazy danych (baza musi być wystartowana w trybie *mount*).

### 5.5. Katalog odtwarzania

Baza danych katalogu odtwarzania (ang. *recovery catalog database*) jest dodatkowym, opcjonalnym repozytorium informacji dotyczących operacji tworzenia kopii i odzyskiwania danych przeprowadzanych na docelowej bazie danych. Baza danych katalogu odtwarzania jest często określana nazwą *katalog odtwarzania* lub *baza danych katalogu*.

Katalog odtwarzania jest bazą danych, którą zazwyczaj tworzy się na serwerze niebędącym serwerem bazy docelowej. Stosowane jest to ze względów bezpieczeństwa. Dzięki takiej strategii ewentualna awaria serwera docelowej bazy danych nie przekreśla możliwości zastosowania bazy danych katalogu odtwarzania. Umieszczenie katalogu i docelowej bazy danych na tym samym serwerze może spowodować, że nawet pojedyncza awaria nośnika danych uniemożliwi odtworzenie docelowej bazy danych.

Wewnątrz bazy danych katalogu odtwarzania znajduje się specjalny schemat zawierający tabele, gdzie przechowywane są informacje o operacjach wykonywanych przez narzędzie RMAN, związanych z archiwizowaniem i odzyskiwaniem danych. Informacje te dotyczą między innymi:

- szczegółów odnoszących się do fizycznej struktury docelowej bazy danych,
- dziennika operacji tworzenia kopii zapasowej plików danych, plików kontrolnych oraz archiwalnych plików dziennika powtórzeń docelowej bazy danych,
- skryptów składowanych, w których są zawarte często wykonywane sekwencje poleceń pakietu RMAN.

Warto pamiętać, że katalog odtwarzania nie jest miejscem, w którym przechowywane są pliki kopii zapasowej docelowej bazy danych. Zawiera on jedynie informacje o kopiach zapasowych docelowej bazy danych, a nie fizyczne pliki tej kopii. Zastosowanie katalogu odtwarzania daje większe możliwości stosowania różnych scenariuszy archiwizacji, odtwarzania i odzyskiwania danych. Wybranie tej opcji pozwala na uzyskanie dostępu do sięgającej daleko wstecz historii archiwizacji oraz umożliwia zarządzanie wszystkimi operacjami archiwizowania, odzyskiwania i odtwarzania danych.

## 5.6. Kopie zapasowe

Zastosowanie narzędzia RMAN umożliwia wykonanie dwóch rodzajów kopii zapasowych (uwzględniając sposób ich wykonywania): kopii obrazu bazy danych oraz zestawu kopii. Różnica między nimi polega na tym, że:

- Kopia obrazu danych jest to fizyczna kopia pliku źródłowego (bit po bicie). Jej przewaga nad tradycyjnymi technikami archiwizacji polega na tym, że narzędzie RMAN podczas archiwizacji sprawdza poprawność zarówno pliku źródłowego, jak i docelowego.
- Zestawy kopii to metoda archiwizacji na poziomie bloków danych lub bloków systemu plików. Pojedynczy zestaw kopii może obejmować bloki pochodzące z jednego lub kilku plików źródłowych.

### 5.6.1. *Kopia obrazu danych*

Kopia obrazu bazy danych to bit po bicie tworzona kopia (obraz) bazy danych oraz zarchiwizowanych plików dziennika powtórzeń. W trakcie wykonywania kopii tworzone są pliki, które mogą być wykorzystane do utworzenia takiej samej bazy (klonu) lub do odtworzenia bazy danych bez użycia narzędzia RMAN.

Dodatkowo ten rodzaj kopii może być modyfikowany przez załadowanie później wykonanych, przyrostowych kopii.

### 5.6.2. *Zestawy kopii danych*

Zestaw kopii zapasowych jest logicznie powiązaną grupą plików kopii zapasowej. Pojedyncze pliki stanowią elementy kopii zapasowej (ang. *backup pieces*). Są one tworzone w wyniku wywołania polecenia *backup* narzędzia RMAN. Można stwierdzić, że zestaw kopii zapasowych jest wewnętrzną nazwą kolekcji plików związanych z utworzonym archiwum oraz że zestaw kopii zapasowych składa się z jednego lub więcej elementów kopii zapasowej.

Pojedynczy element kopii zapasowej to w rzeczywistości fizycznie istniejący plik binarny, tworzony przez narzędzie RMAN w trakcie procesu archiwizacji danych. Elementy kopii zapasowej są zapisywane na odpowiednim nośniku – dysku lub taśmie. Zawierają one bloki plików docelowej bazy danych, archiwalne pliki dziennika powtórzeń oraz pliki kontrolne.

### 5.6.3. *Kopie przyrostowe*

Jedną z ciekawszych cech narzędzia RMAN jest możliwość tworzenia przyrostowych kopii zapasowych (ang. *incremental backups*).

W przypadku standardowej, opartej na powielaniu plików, procedury tworzenia kopii zapasowych (na przykład tworzenia gorących lub zimnych kopii zapasowych), kopiowane są wszystkie bloki plików danych bazy docelowej, bez względu na to, czy były one używane czy nie. Natomiast narzędzie RMAN posiada możliwość sprawdzenia, które bloki plików danych zostały zmienione od ostatniej archiwizacji, dzięki temu kopiowaniu podlegają tylko bloki zmodyfikowane. Cecha ta jest stosowana w trakcie wykonywania przyrostowych kopii zapasowych, gdzie narzędzie RMAN uwzględnia tylko te bloki, które uległy zmianie od czasu przeprowadzenia ostatniej archiwizacji. Mechanizm ten stanowi również podstawę idei tworzenia przez narzędzie RMAN wielopoziomowych kopii zapasowych (ang. *multilevel incremental backup*).

Tworzenie kopii przyrostowych można stosować w odniesieniu do całej bazy danych oraz przestrzeni tabel lub plików danych. Rozróżnia się dwa rodzaje przyrostowych kopii zapasowych: różnicowe (ang. *differential*) oraz kumulacyjne (ang. *cumulative*).

Tworzenie różnicowej kopii przyrostowej polega na tym, że narzędzie RMAN archiwizuje tylko te bloki, które zostały zmienione od czasu utworzenia kopii poziomu *n* lub niższego,



np.: jeśli tworzy się różnicową kopię przyrostową poziomu  $l$ , archiwizacji podlegają bloki, które zostały zmodyfikowane od czasu poprzedniej archiwizacji na poziomie  $l$ . W narzędziu RMAN tworzenie kopii różnicowych jest domyślnym trybem przeprowadzania archiwizacji przyrostowej.

Tworzenie kumulacyjnej kopii przyrostowej polega na tym, że pakiet RMAN archiwizuje tylko te bloki, które zostały zmienione od czasu utworzenia kopii poziomu  $n-1$  lub niższego, np. jeśli tworzy się kumulacyjną kopię przyrostową poziomu  $l$ , nastąpi archiwizacja bloków, które zostały zmodyfikowane od czasu ostatniej archiwizacji na poziomie 0.

Udostępnienie opisanych metod tworzenia kopii przyrostowych pozwala na wybór najbardziej odpowiedniej w danej sytuacji strategii archiwizacji danych i tak, różnicowa kopia bezpieczeństwa zajmuje mniej miejsca i jej utworzenie trwa krócej, ale odtworzenie danych na podstawie tej kopii zabiera więcej czasu. Natomiast kumulacyjna kopia zajmuje więcej miejsca i więcej czasu trwa jej utworzenie, ale odtworzenie danych na jej podstawie jest szybsze. Zatem w zależności od specyficznych cech aplikacji należy podjąć decyzję, czy ważniejsze jest zminimalizowanie czasu tworzenia kopii zapasowych danych czy też czasu odtwarzania danych. I tak można stwierdzić, że w środowisku, w którym jest wykonywane dużo operacji wstawiania i aktualizacji, biorąc pod uwagę zasoby dyskowe, kumulacyjne kopie zapasowe są lepsze do zarządzania. Natomiast w bazach danych, w których rzadko dane są modyfikowane, warto zastosować różnicowe kopie zapasowe.

## 6. Konfiguracja środowiska narzędzia RMAN

Właściwa praca narzędzia RMAN w zakresie sporządzania kopii zapasowych i odtwarzania bazy danych jest kontrolowana przez kilka parametrów startowych, ustawianych ręcznie w pliku startowym PFILE, lub za pomocą przeglądarki Database Control, modyfikując jego binarny odpowiednik SPFILE.

Parametr `CONTROL_FILE_RECORD_KEEP_TIME` – określa liczbę dni, przez które narzędzie RMAN będzie utrzymywało zapis kopii w pliku kontrolnym. Po upływie liczby dni wskazanym parametrem RMAN, ponownie zacznie wykorzystywać rekordy starsze niż okres utrzymywania. Dobrą zasadą jest ustalenie okresu utrzymywania o kilka dni więcej niż dla rzeczywistego okna przywracania.

Parametr `DB_RECOVERY_FILE_DEST` – pozwala wskazać lokalizację obszaru FRA (Flash Recovery Area).

Parametr `DB_RECOVERY_FILE_DEST_SIZE` – pozwala określić maksymalny rozmiar przestrzeni, jaką może zająć obszar FRA.

W celu właściwej pracy oraz najlepszego wykorzystania możliwości narzędzia RMAN, należy odpowiednio skonfigurować jego środowisko. Ustawienia dla konkretnej bazy danych są wykonywane raz i nie trzeba powtarzać ich po restartowaniu bazy danych. Za pomocą komendy *SHOW ALL* można zapoznać się z istniejącymi już w systemie ustawieniami. W środowisku narzędzia RMAN, a co za tym idzie w środowisku SZBD ORACLE, istnieje wiele parametrów odgrywających kluczową rolę w procesie archiwizacji i odtwarzania danych. To od ich ustawień zależy np. czy będą wykonywane automatycznie kopie pliku kontrolnego, czy kopie będą podlegały kompresji, ile procesów serwera będzie pracowało równoległe przy wykonywaniu takich zadań, jak archiwizacja czy odtwarzanie. W dalszej części podrozdziału zostanie przedstawiona przykładowa konfiguracja wybranych parametrów.

Przyjmijmy, że określono następujące założenia:

- powinny być wykonywane po dwie kopie każdego pliku,
- kopia powinna zostać zapisana w folderze: C:\kopie\_RMAN,
- jednocześnie powinny pracować dwa procesy serwera, tworząc kopie bazy,
- kopie pliku kontrolnego powinny być wykonywane automatycznie do katalogu c:\kopie\_RMAN,
- w celu oszczędności miejsca na dysku kopie powinny zostać poddawane optymalizacji.

W celu uzyskania odpowiedniego rezultatu należy ustawić poleceniem *configure* następujące parametry:

```
CONFIGURE DEFAULT DEVICE TYPE TO DISK;
CONFIGURE RETENTION POLICY TO REDUNDANCY 2;
CONFIGURE DEVICE TYPE DISK PARALLELISM 2;
CONFIGURE CHANNEL DEVICE TYPE DISK FORMAT 'c:\kopie_RMAN\ora_df%t_s%s_s%p';
CONFIGURE CONTROLFILE AUTOBACKUP ON;
CONFIGURE CONTROLFILE AUTOBACKUP FORMAT FOR DEVICE TYPE DISK TO
'c:\kopie_RMAN\ora_cf%F';
CONFIGURE BACKUP OPTIMIZATION ON;
```

## 7. Tworzenie katalogu odtwarzania i wirtualnego katalogu

Utworzenie dodatkowej bazy danych katalogu odtwarzania gwarantuje możliwość zastosowania wszystkich technik archiwizacji i odtwarzania, jakie są dostępne w narzędziu RMAN. Pierwszym krokiem jest utworzenie bazy danych. Następnie w bazie danych katalogu (nazwanej *rmandb*), za pomocą narzędzia *SQL Plus*, tworzymy użytkownika i przydzielamy mu rolę *RECOVERY\_CATALOG\_OWNER*:

```
CREATE USER rman IDENTIFIED BY rman
TEMPORARY TABLESPACE temp
DEFAULT TABLESPACE users
QUOTA UNLIMITED ON users;
GRANT RECOVERY_CATALOG_OWNER TO rman;
```

W następnym kroku uruchamiamy narzędzie RMAN i podłączamy się do bazy danych katalogu:

```
rman catalog rman/rman@rmandb;
```

Kolejno tworzymy w bazie danych katalog:

```
CREATE CATALOG;
```

Następnie podłączamy się jeszcze raz zarówno do bazy danych docelowej, jak i katalogu, rejestrujemy bazę docelową w katalogu i wyświetlamy odpowiedni raport:

```
rman target sys/manager@orcl catalog rman/rman@rmandb;  
REGISTER DATABASE;  
REPORT SCHEMA;
```

W wersji Oracle 11g wprowadzono dodatkowo możliwość tworzenia prywatnego, wirtualnego katalogu, który jest podkatalogiem (wydzielonym obszarem) katalogu odtwarzania. Wirtualny katalog tworzony jest w celu przechowywania i odseparowania informacji o wykonywanych kopiach zapasowych dla innej bazy danych niż ta, która jest powiązana z katalogiem odtwarzania. Procedura postępowania jest bardzo podobna. Po utworzeniu użytkownika w bazie danych katalogu i nadaniu mu roli *RECOVERY\_CATALOG\_OWNER*, właściciel katalogu odtwarzania może nadać (GRANT) lub odebrać (REVOKE) prawo dostępu do powiązanej z wirtualnym katalogiem bazy (bazę danych można wyspecyfikować zarówno przez podanie nazwy, jak i identyfikatora DBID):

```
CONNECT CATALOG rman/rman;  
GRANT CATALOG FOR DATABASE nowabd TO vpc1;
```

Następnie należy umożliwić zarejestrowanie bazy w prywatnym katalogu.

```
GRANT REGISTER DATABASE TO vpc1;
```

Zalogować się jako właściciel prywatnego katalogu i utworzyć katalog:

```
CONNECT CATALOG vpc1/vpc1;  
CREATE VIRTUAL CATALOG;
```

## 8. Metody archiwizacji

W rozdziale tym przedstawiono kilka przykładów realizacji różnych metod wykonywania kopii bezpieczeństwa (od tych najprostszych do bardziej skomplikowanych), stosowanych w narzędziu RMAN, oraz przykłady użytecznych poleceń administracyjnych, pozwalających na zweryfikowanie poprawności wykonanych kopii [4, 5].

### 8.1. Tworzenie zestawu kopii zapasowych całej bazy danych

Jest to domyślny typ wykonywania kopii zapasowych po wykonaniu polecenia:

```
BACKUP DATABASE;
```

Utworzony zostanie zestaw kopii (kopia zapasowa) zawierający kopię całej bazy danych (wszystkich niepustych bloków). Polecenie `BACKUP` może również zostać rozbudowane:

```
BACKUP DATABASE AS BACKUPSET SPFILE PLUS ARCHIVELOG ALL;
```

Po wykonaniu tego polecenia zarchiwizowana zostanie cała baza danych oraz plik konfiguracyjny `SPFILE` i wszystkie zarchiwizowane pliki dziennika powtórzeń.

Jeśli proces archiwizacji nie powiedzie się i zostanie utworzona kopia nie wszystkich plików, narzędzie `RMAN` oferuje dodatkową opcję polecenia `BACKUP`:

```
NOT BACKED UP SINCE
```

która umożliwia wykonywanie kopii od momentu ukończenia, tuż przed wystąpieniem błędu, np.:

```
BACKUP DATABASE NOT BACKED UP SINCE TIME 'SYSDATE-2';
```

Wykonując kopię za pomocą narzędzia `RMAN`, mamy także możliwość sprawdzenia poprawności wykonanej kopii. Test ten sprawdzi pliki danych pod kątem fizycznego lub logicznego uszkodzenia, sprawdzi też, czy w kopii znajdują się wszystkie pliki bazy danych i czy są przechowywane w prawidłowej lokalizacji:

```
BACKUP VALIDATE DATABASE ARCHIVELOG ALL;
```

W przypadku gdy rozmiar bazy danych jest bardzo duży, z pomocą przychodzi funkcjonalność narzędzia `RMAN`, pozwalająca na tworzenie skompresowanych zestawów kopii. Utworzenie skompresowanego zestawu kopii powoduje zmniejszenie do 80% wykorzystania zasobów dyskowych w stosunku do nieskompresowanej kopii:

```
BACKUP AS COMPRESSED BACKUPSET DATABASE;
```

Możliwe jest także utworzenie zestawu kopii wraz ze zarchiwizowanymi plikami dziennika powtórzeń oraz usunięcie tych plików z oryginalnej lokalizacji:

```
BACKUP AS COMPRESSED BACKUPSET DATABASE PLUS ARCHIVELOG DELETE INPUT;
```

### 8.2. Tworzenie zestawu kopii zapasowych poszczególnych przestrzeni tabel i plików danych

W sytuacji gdy baza danych zawiera kilka często modyfikowanych przestrzeni tabel, wskazane jest częstsze wykonywanie kopii tych przestrzeni lub plików należących do tych

przestrzeni niż całej bazy danych. W narzędziu RMAN można utworzyć kopię pojedynczego pliku bazy danych poleceniem:

```
BACKUP DATAFILE 4;
```

lub utworzyć kopię przestrzeni tabel:

```
BACKUP TABLESPACE USERS;
```

RMAN pozwala także na tworzenie kopii zarchiwizowanych plików dziennika powtórzeń podczas tworzenia kopii bazy danych:

```
BACKUP DATABASE PLUS ARCHIVELOG ALL;
```

lub oddzielnie:

```
BACKUP ARCHIVELOG ALL;
```

Ze względu na kluczową rolę, jaką odgrywa plik kontrolny w bazie danych Oracle, powinien być on archiwizowany przynajmniej po każdej zmianie struktury bazy danych.

Narzędzie RMAN pozwala na automatyczne tworzenie kopii pliku kontrolnego – jeśli ustawiony zostanie parametr `CONFIGURE CONTROLFILE AUTOBACKUP` na `ON`, to automatycznie będzie archiwizowany plik kontrolny i plik `SPFILE` – podczas wykonywania dowolnego rodzaju kopii zapasowej oraz po zmianach struktury bazy danych.

Archiwizację pliku kontrolnego i pliku `SPFILE` można także wykonać samodzielnie (nie-automatycznie) poleceniem:

```
BACKUP CURRENT CONTROLFILE SPFILE;
```

### 8.3. Tworzenie kopii obrazu bazy danych

Kopia obrazu bazy danych jest to bit po bicie tworzona kopia (obraz) bazy danych oraz zarchiwizowanych plików dziennika powtórzeń. Zaletą tego rodzaju kopii jest fakt, że podczas odczytywania i kopiowania w miejsce archiwizacji, wszystkie bloki są sprawdzane. Kopia taka może być użyta do odtworzenia bazy danych w sytuacji, gdy nie jest dostępne narzędzie RMAN.

Dodatkowo ten rodzaj kopii może być modyfikowany przez załadowanie później wykonanych, przyrostowych kopii (ang. *incremental*). Przykłady wykonania kopii obrazu bazy danych przedstawiono poniżej:

```
BACKUP AS COPY DEVICE TYPE DISK DATABASE FORMAT 'c:\oracle11g\kopia_rman\%U'  
TAG='FULL2RECOVER' PLUS ARCHIVELOG DELETE INPUT;
```

Uruchomienie powyższego polecenia spowoduje wykonanie kopii zapasowej obrazu bazy danych i zarchiwizowanych plików dziennika powtórzeń do katalogu `c:\oracle11g\ ko-`

`pia_rman\%U'`, następnie zarchiwizowane pliki dziennika zostaną usunięte ze swojej lokalizacji. Kolejne przykłady pokazują, w jaki sposób wykonać kopię obrazu przestrzeni tabel lub pojedynczego pliku:

```
BACKUP AS COPY TABLESPACE users;  
BACKUP AS COPY DATAFILE 1;
```

#### 8.4. Przyrostowe kopie zapasowe

W przypadku tworzenia kopii przyrostowej najpierw tworzymy kopię poziomu 0, która utworzy kopię całej bazy [6]:

```
BACKUP INCREMENTAL LEVEL 0 DATABASE;
```

Po utworzeniu kopii bazy danych poziomu 0, można tworzyć kopie wyższych poziomów. Kopie wyższych poziomów polegają na zapisaniu tylko tych bloków danych, które zostały zmienione:

```
BACKUP INCREMENTAL LEVEL 1 CUMULATIVE DATABASE SKIP READONLY;
```

Wykonanie powyższego polecenia spowoduje utworzenie kopii kumulacyjnej poziomu 1, domyślnie używana jest przyrostowa różnicowa kopia zapasowa, dlatego w tym przypadku należało dopisać słowo kluczowe `CUMULATIVE`.

Nie tylko samą bazę danych można odtwarzać, stosując kopie przyrostowe, również kopie zapasowe mogą być aktualizowane przyrostowo, co przedstawiono w poniższym przykładzie:

```
RECOVER COPY OF DATABASE WITH TAG 'Dziennie_Modyfikowana' ;  
BACKUP INCREMENTAL LEVEL 1  
FOR RECOVER OF COPY WITH TAG 'Dziennie_Modyfikowana';
```

Strategia ta powoduje, że proces przywracania i odtwarzania staje się coraz bardziej efektywny.

#### 8.5. Polecenia administracyjne

Narzędzie RMAN oferuje także wiele poleceń ułatwiających sprawne zarządzanie kopiami zapasowymi i pozwalających na wybranie jak najlepszej strategii archiwizacji i odtwarzania. Na przykład polecenie `REPORT` pozwala na wyświetlenie plików wymagających utworzenia kopii, schematu, plików, dla których trzeba wykonać kopię:

```
REPORT NEED BACKUP;  
REPORT SCHEMA;  
REPORT UNRECOVERABLE;  
REPORT SCHEMA AT TIME 'SYSDATE-1';
```

W sytuacji gdy mamy zbyt wiele kopii oraz równie dużo zarchiwizowanych plików dziennika powtórzeń, polecenie `REPORT OBSOLETE;` pozwoli na wyświetlenie plików, które należy usunąć, ponieważ nie są już potrzebne i nie będą używane:

```
REPORT OBSOLETE;
```

A następujące polecenia umożliwią usunięcie niepotrzebnych zestawów kopii i niepotrzebnych plików:

```
DELETE EXPIRED BACKUPSET;  
DELETE OBSOLETE;
```

W celu usunięcia wszystkich kopii plików dziennika powtórzeń starszych niż X, należy wykonać polecenie:

```
DELETE ARCHIVELOG UNTIL TIME 'SYSDATE-X';
```

Polecenie `LIST` umożliwia wyświetlenie informacji o wskazanych elementach bazy danych. Aby wyświetlić informacje o kopiach pliku należy:

```
LIST BACKUP OF DATAFILE 4;
```

Listy zarchiwizowanych logów, zestawów kopii i błędów, można wyświetlić w następujący sposób:

```
LIST ARCHIVELOG ALL;  
LIST BACKUPSET;  
LIST EXPIRED BACKUPSET;  
LIST FAILURE;  
LIST RECOVERABLE BACKUPSET;
```

## 9. Strategie odzyskiwania i odtwarzania

Narzędzie RMAN pozwala na tworzenie wielu planów i strategii archiwizacji. Każdy z tych planów musi uwzględniać również sposób przywracania po wystąpieniu awarii. Stosując narzędzie RMAN, administrator może wykonywać operacje odzyskiwania i odtwarzania na różnym poziomie szczegółowości. Odzyskiwać i odtwarzać można pojedyncze bloki, przestrzenie tabel, pliki danych lub bazę danych. Podstawowymi poleceniami odzyskiwania i odtwarzania są `RESTORE` i `RECOVER`.

Polecenie `RESTORE` służy do odzyskiwania plików danych z zestawów kopii w miejsce uszkodzonych plików lub do nowej lokalizacji. Można także odzyskać ze zbioru kopii zarchiwizowane pliki dziennika, ale nie jest to konieczne, ponieważ RMAN automatycznie odzyskuje zarchiwizowane pliki dziennika powtórzeń, które są wymagane podczas odtwarzania, i usuwa je po zakończeniu odtwarzania [3, 4, 5].

Polecenie `RECOVER` należy użyć, gdy chcemy przeprowadzić odtwarzanie po awarii nośnika i załadować zarchiwizowane pliki dziennika powtórzeń lub gdy chcemy użyć kopii przyrostowej.

### 9.1. Odzyskiwanie i odtwarzanie całej bazy danych

Awaria powodująca utratę lub zniszczenie całej bazy danych jest najpoważniejszym typem awarii, jednakże gdy dysponuje się właściwą kopią zapasową, odzyskanie plików wchodzących w skład bazy danych oraz odtworzenie jej do momentu wystąpienia awarii nie jest takie trudne.

Baza danych musi zostać uruchomiona w trybie `MOUNT`:

```
STARTUP MOUNT
```

aby odzyskać bazę danych za pomocą narzędzia `RMAN` należy wykonać następujące polecenia:

```
RESTORE DATABASE;  
RECOVER DATABASE;  
ALTER DATABASE OPEN;
```

### 9.2. Odzyskiwanie i odtwarzanie pojedynczej przestrzeni tabel lub pliku danych

W przypadku gdy zniszczeniu uległ jeden dysk z plikami danych, a pozostała część bazy danych jest nienaruszona, istnieje możliwość odzyskania i odtworzenia tylko tych przestrzeni tabel lub plików z danymi, które uległy zniszczeniu. Na przykład, by odzyskać przestrzeń tabel `USERS`, należy ustawić ją w tryb pracy *'offline'*, wykonać polecenia odzyskiwania i odtwarzania, a na końcu przywrócić tryb pracy *'online'*:

```
SQL 'ALTER TABLESPACE USERS OFFLINE';  
RESTORE TABLESPACE USERS;  
RECOVER TABLESPACE USERS;  
SQL 'ALTER TABLESPACE USERS ONLINE';
```

Aby odzyskać pojedynczy plik danych o nazwie `users01.dbf` (któremu został nadany numer 4), należy wykonać następujące polecenia:

```
SQL 'ALTER TABLESPACE USERS OFFLINE';  
RESTORE DATAFILE 4;  
RECOVER DATAFILE 4;  
SQL 'ALTER TABLESPACE USERS ONLINE';
```

### 9.3. Odzyskiwanie pliku kontrolnego

Dość specyficzną sytuacją jest fakt utracenia wszystkich kopii pliku kontrolnego. W przypadku gdy stosujemy narzędzie `RMAN` i mamy utworzony katalog odtwarzania dla



docelowej bazy danych, plik kontrolny można odtworzyć na podstawie informacji zawartych w katalogu. Baza danych powinna być otwarta w trybie NOMOUNT:

```
STARTUP NOMOUNT;
```

Następnie poleceniem RESTORE odzyskujemy plik kontrolny z kopii:

```
RESTORE CONTROLFILE FROM AUTOBACKUP;
```

Otwieramy bazę danych w trybie MOUNT i odtwarzamy ją:

```
ALTER DATABASE MOUNT;  
RECOVER DATABASE;  
ALTER DATABASE OPEN RESETLOGS;
```

Po odzyskaniu pliku kontrolnego z kopii, baza danych musi zostać otwarta z opcją RESETLOGS.

#### 9.4. Niepełne odtwarzanie

Niepełne odzyskiwanie i odtwarzanie jest często wykonywane po to, by odzyskać pewne dane z kopii bazy, ale nie odzyskiwać całej bazy danych.

Niepełne odzyskiwanie stosuje się, gdy:

- awaria sprzętu zniszczy część lub całe pliki dziennika transakcji,
- użytkownik przypadkowo spowoduje usunięcie jednej z tabel,
- nie można wykonać pełnego odzyskiwania, ponieważ pliki dziennika transakcji są uszkodzone,
- pliki kontrolne zostaną zagubione i potrzebne są stare pliki kontrolne, aby uruchomić bazę danych.

W przykładzie zaprezentowane zostaną niepełne odzyskiwanie i odtwarzanie po utracie aktywnych (ang. *online*) plików dziennika powtórzeń. W pierwszym kroku należy otworzyć bazę danych w trybie *MOUNT*, następnie odzyskać całą bazę danych i odtworzyć do podanego numeru sekwencyjnego dziennika powtórzeń (tuż przed wystąpieniem awarii), po operacji niepełnego odtwarzania bazę danych należy otworzyć z opcją *RESETLOGS*.

```
STARTUP MOUNT;  
RESTORE DATABASE;  
RECOVER DATABASE UNTIL logseq THREAD 1;  
ALTER DATABASE OPEN RESETLOGS;
```

#### 9.5. Odtwarzanie przestrzeni tabel do punktu w czasie

Odtwarzanie przestrzeni tabel do punktu w czasie TSPITR (ang. *TableSpace Point-In-Time Recovery*) pozwala na odtworzenie jednej lub więcej tabel do podanego punktu w czasie, innego niż reszta bazy danych [4, 5].

Odtwarzanie to jest użyteczne, gdy chcemy:

- odtworzyć przypadkowo usuniętą tabelę,
- odtworzyć tabelę, która jest logicznie uszkodzona (błędne dane),
- odtworzyć niezależny schemat bazy danych do innego niż pozostałe punktu w czasie (w przypadkach, gdzie w bazie danych istnieją niezależne schematy w odrębnych przestrzeniach tabel),
- odtworzyć przestrzeń tabel w bardzo dużej bazie danych (VLDB).

Jeżeli odtwarzanie przestrzeni tabel do punktu w czasie (TSPITR) jest inicjowane bez odniesienia do instancji pomocniczej (ang. *auxillary instance*) narzędzie RMAN automatycznie ją utworzy na podstawie docelowej bazy danych (ang. *target database*). Instancja pomocnicza jest niezbędna, gdyż do niej kopiowane są pliki z archiwum i odtwarzane do podanego punktu w czasie, a następnie kopiowane do docelowej bazy danych. Lokalizacja plików niezbędnych dla utworzenia pomocniczej instancji jest określana przez wyspecyfikowanie ścieżki w klauzuli *AUXILIARY DESTINATION* polecenia *RECOVER TABLESPACE*:

```
RECOVER TABLESPACE users UNTIL LOGSEQ 2400 THREAD 1  
AUXILIARY DESTINATION 'c:\oracle\oradata\auxdest';
```

W procesie odtwarzania przestrzeni tabel do punktu w czasie (po wykonaniu powyższego polecenia), narzędzie RMAN wykonuje następujące czynności:

- jeśli nie ma połączenia z pomocniczą instancją (lub nie istnieje), RMAN tworzy instancję pomocniczą, startuje ją i ustanawia połączenie z nią,
- ustawia odtwarzaną przestrzeń tabel na tryb *offline* w docelowej bazie danych,
- kopiuje (odzyskuje) kopie pliku kontrolnego z bazy docelowej do pomocniczej instancji,
- odzyskuje pliki danych ze zbiorów kopii i plików zarchiwizowanych dzienników w lokalizacji instancji pomocniczej (jeśli podano klauzulę *AUXILIARY DESTINATION*),
- następnie odtwarza odzyskane pliki danych w pomocniczej instancji do wyspecyfikowanego punktu w czasie,
- otwiera bazę pomocniczą z opcją *RESETLOGS*,
- eksportuje słownikowe metadane o obiektach w odtwarzanej przestrzeni tabel do docelowej bazy danych,
- zamyka instancję pomocniczą,
- wydaje polecenie *SWITCH* w docelowej bazie danych, by plik kontrolny wskazywał na pliki danych w odtworzonym zbiorze znajdującym się w pomocniczej instancji,
- importuje słownikowe metadane z pomocniczej instancji do docelowej instancji, pozwalając, by odzyskane obiekty były dostępne,

- po udanym odtwarzaniu instancja pomocnicza jest automatycznie czyszczona. Usuwane są wszystkie pomocnicze zbiory plików.

Proces TSPITR jest zakończony. Odtworzone pliki danych są przywrócone do podanego momentu w czasie i należą do docelowej bazy danych. Odtworzona przestrzeń tabel w docelowej bazie danych powinna być później zarchiwizowana i otwarta.

## 9.6. Sprawdzanie operacji odtwarzania

Za pomocą narzędzia RMAN można ustalić, które zestawy kopii, obrazy kopii czy pliki będą brały udział w procesie odtwarzania.

Polecenie *RESTORE PREVIEW* pozwala wyświetlić listę plików, które będą niezbędne w procesie odtwarzania bazy danych, przestrzeni tabel, plików z danymi itd.:

```
RESTORE DATABASE PREVIEW;  
RESTORE TABLESPACE users PREVIEW;  
RESTORE DATAFILE 2 PREVIEW;
```

Istnieje także możliwość wyświetlenia informacji o plikach potrzebnych do odtworzenia, a co więcej, sprawdzenie ich poprawności:

```
RESTORE TABLESPACE users VALIDATE;
```

Narzędzie RMAN umożliwia także wyświetlanie podsumowania o plikach niezbędnych do odzyskania bazy danych, przestrzeni tabel lub plików z danymi:

```
RESTORE DATABASE PREVIEW SUMMARY;  
RESTORE TABLESPACE users PREVIEW SUMMARY;  
RESTORE DATAFILE 2 PREVIEW SUMMARY;
```

## 10. Podsumowanie

Ze względu na fakt, że zapewnienie bezpieczeństwa bazy danych jest jednym z ważniejszych problemów w systemach zarządzania bazami danych, w najnowszych wersjach SZBD istnieją narzędzia, które są stosowane w celu tworzenia i utrzymywania baz zapasowych, które w przypadku awarii mogłyby przejąć funkcje uszkodzonej bazy danych, np. Oracle Data Guard [2]. Jednak mimo wszystko standardowa archiwizacja i odtwarzanie to procesy niezwykle istotne w cyklu życia produkcyjnej bazy danych, a jednocześnie wymagające właściwego zaplanowania i niejednokrotnie dość skomplikowane.

W pracy przedstawiono jedno z najbardziej rozbudowanych narzędzi systemów zarządzania bazami danych, stosowane w procesach archiwizacji i odtwarzania baz danych.

Twórcy systemu Oracle już od wersji 9i stopniowo rozbudowywali wprowadzone narzędzie, zwiększając jego funkcjonalność. Ze względu na ogromne możliwości w zakresie two-

zenia strategii archiwizacji, odtwarzania, a także weryfikacji powstałych kopii bezpieczeństwa oraz całkowite zautomatyzowanie tych procesów i coraz mniejszy czas potrzebny do ich wykonania, RMAN stopniowo zastępował standardowe mechanizmy tworzenia kopii bezpieczeństwa dostępne od zawsze w SZBD Oracle i stał się podstawowym narzędziem służącym archiwizacji i odtwarzaniu baz danych. Choć nie do końca znanym, przez swoją dość rozbudowaną architekturę i wiele możliwości.

Z tego też względu, autorzy artykułu szczególną uwagę zwrócili na przedstawienie różnych strategii tworzenia kopii bezpieczeństwa oraz dobranie odpowiednich metod odtwarzania, dostosowanych do określonego typu awarii. Właściwy dobór metody tworzenia kopii zapasowej i odtwarzania gwarantuje sprawne i szybkie odtworzenie bazy danych oraz powrót do normalnej pracy w możliwie krótkim czasie i przy niewielkich nakładach pracy.

## BIBLIOGRAFIA

1. Hart M., Freeman R. G.: Oracle Database 10g RMAN Archiwizacja i odzyskiwanie danych. Helion, Gliwice 2008.
2. Bryła B., Loney K.: Oracle Database 11g Podręcznik administratora baz danych. Helion, Gliwice 2010.
3. Loney K.: Oracle Database 11g Kompendium administratora. Helion, Gliwice 2010.
4. Oracle-Base: RMAN Enhancements in Oracle Database 11g.
5. Oracle-Base: RMAN Enhancements in Oracle Database 10g.
6. Kubn D., Schultze S.: Oracle RMAN leksykon kieszonkowy. Helion, Gliwice 2002.

Recenzent: Dr inż. Mieczysław Drabowski

Wpłynęło do Redakcji 31 stycznia 2011 r.

## Abstract

In this article we present the Recovery Manager (RMAN) tool. This tool is used to backup, restore and recovery database and belongs to the installation packet of DBMS Oracle.

The mechanisms implemented in RMAN tool permit full automation of backup and recovery processes.

This article is divided into two parts. In the first part, we describe the basic features of RMAN tool, its architecture and components. The main components of RMAN architecture are: server processes, channels, target database, recovery catalog database and backups. We show how to configure environment of the RMAN tool easily, create recovery catalog and register database in this catalog.

In the second part, we discuss different strategies of creating database backups from the simplest to more complicated, for example: full backup, database image backup, incremental backups etc. Afterwards, we propose appropriate strategies of database restore and recovery, for example: restore and recovery of a full database, a single tablespace and file, restore of a control file, incomplete recovery process and tablespace point in time recovery (TSPITR).

Each solution was illustrated by the adequate example of usage, which show, that the RMAN tool has the huge possibilities in managing database security.

## **Adresy**

Bożena MAŁYSIAK-MROZEK: Politechnika Śląska, Instytut Informatyki, ul. Akademicka 16, 44-100 Gliwice, Polska, bozena.malysiak@polsl.pl .

Dariusz MROZEK: Politechnika Śląska, Instytut Informatyki, ul. Akademicka 16, 44-100 Gliwice, Polska, dariusz.mrozek@polsl.pl .