

### **Zenon Biniek**

Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Warszawie

z.biniek@vizja.net

### **Dariusz Szarmach**

Finus Sp. z o.o.

finussc@finus.com.pl

---

## **TECHNOLOGIE INFORMATYCZNE W KONTROLINGU KOSZTÓW W OCHRONIE ZDROWIA**

---

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono główne technologie informatyczne i ich zastosowanie w kontrolingu kosztów w ochronie zdrowia. Omówiono aspekty funkcjonalny, informacyjny i technologiczny zastosowania informatyki do obsługi rachunku kosztów w ochronie zdrowia. Zaprezentowano wykorzystanie klasycznych baz danych do obsługi urzędzeń ewidencyjnych rachunku kosztów. Opisano też zastosowanie baz danych w technologii OLAP z uwzględnieniem rozwiązań typu ROLAP i MOLAP. Ponadto przedstawiono model danych systemu zintegrowanego do obsługi rachunku kosztów procedur medycznych.

**Słowa kluczowe:** kontroling, rachunek kosztów, technologia OLAP.

### **1. Wstęp**

Z informatycznego punktu widzenia w kontrolingu kosztów posługujemy się dwoma metodami rozliczania kosztów. Jedną z nich jest metoda fazowa, umożliwiająca rozliczanie kosztów na kontach księgowych, a drugą – metoda statystyczno-tabelaryczna, umożliwiająca rozliczanie kosztów na arkuszu rozliczeniowym kosztów (zwana w skrócie ARK). W niniejszym artykule opiszemy zastosowanie różnych technologii informatycznych do obsługi kontrolingu kosztów. W jednostkach ochrony zdrowia (szpitalach, przychodniach) zachodzi potrzeba stałego monitorowania kosztów m.in. ze względu na konieczność uszczelniania wydatków. Jednostki ochrony zdrowia nie działają w normalnych warunkach rynkowych, a zatem otoczenie nie wymusza na poszczególnych jednostkach działań wybitnie oszczędnych (konkurencja). Istnieje więc zapotrzebowanie na efektywne techniki kontrolingu kosztów w jednostkach medycznych.

W niniejszej pracy zostaną porównane trzy różne technologie budowy baz danych do obsługi kontrolingu kosztów. Celem publikacji jest przeanalizowanie zagadnienia związanego z tym, jakie może być wsparcie ze strony technologii informatycznych podczas wdrażania efektywnych rozwiązań w zakresie budżetowania i kontrolingu kosztów. Analizie poddana zostanie zarówno klasyczna technologia relacyjnych baz danych, jak i zastosowanie technologii baz danych wspomagające obsługę hurtowni danych (OLAP). Badaniem objęto dwie różne technologie z grupy OLAP, a mianowicie: technologia ROLAP i technologia MOLAP. Naszym zadaniem nie jest wskazanie, która z wymienionych technologii informatycznych jest najlepsza do obsługi funkcjonalności kontrolingu kosztów. Zamierzamy jedynie opisać problemy związane z zastosowaniem obu z nich. Przedmiotem rozważań jest kalkulacja zarówno kosztów według miejsc ich powstawania, jak i kosztów procedur medycznych. Nasze propozycje są ukierunkowane na definiowanie semantycznych modeli danych do obsługi kontrolingu kosztów.

## 2. Arkusz rozliczeniowy kosztów (ARK)

Budżetowanie i kontroling kosztów są ściśle powiązane z systemem rachunkowości jednostki medycznej. ARK (ang. *Cost Allocation Sheet*, niem. *Betriebsabrechnungsbogen*) jest statystyczno-tabelaryczną formą rozliczania kosztów i usług wewnętrznych. Arkusz jest tabelą, w której wierszach umieszczane są rodzaje kosztów, a kolumny zawierają dane według miejsc powstawania kosztów. ARK umożliwia zestawienie kosztów w formie tabelarycznej: w boczku tabeli umieszczamy koszty w układzie rodzajowym, a w główce tabeli zestawiamy koszty według miejsc powstawania kosztów, co pozwala na uzyskanie znacznej transparentności w zarządzaniu kosztami. W ramach miejsc powstawania kosztów wyróżnia się koszty działów podstawowych, pomocniczych i działów administracyjnych. Koszty rodzajowe podzielone są na bezpośrednie i pośrednie. Koszty pośrednie, jako koszty wspólne, są odpowiednimi wskaźnikami przenoszonymi na miejsca powstawania kosztów. W podobny sposób rozliczane są usługi wewnętrzne jednych jednostek szpitala na rzecz innych, np. usługi laboratorium na rzecz poszczególnych oddziałów szpitalnych. W efekcie, po rozliczeniu kosztów, otrzymujemy koszt całkowity jednostek organizacyjnych bezpośrednio zajmujących się leczeniem pacjentów. Zadania ARK można zdefiniować następująco [Haberstock 1987, s. 131]:

- a) rozdzielenie pierwotnych kosztów wspólnych na miejsca powstawania kosztów według zasady miejsca powstania,
- b) obsługa rozliczania usług wewnętrznych,
- c) tworzenie jednostek kalkulacyjnych kosztów,
- d) kontrola i analiza kosztów (kontroling).

Arkusz rozliczeniowy kosztów jest zaliczany do bardzo efektywnych technik kontrolingu kosztów. Rozliczanie kosztów w formie ARK w dużej części sprowadza się do przeniesienia kosztów wspólnych na poszczególne miejsca powstawania

kosztów. Stosuje się tutaj metodę zstępującą [Olfert 1996, s. 163]. Za pomocą ARK można również przeprowadzać rozliczenie usług wewnętrznych, które świadczą wzajemnie jednostki organizacyjne szpitala. Po ustaleniu kosztów całkowitych dla działów podstawowych można łatwo przeprowadzić analizę kosztów w układzie zarówno czasowym, z miesiąca na miesiąc, jak i w strukturalnym (wzrost poszczególnych składników kosztów).

Grupowanie kosztów według miejsc powstawania									
Grupowanie kosztów według rodzaju	Koszty działów pomocniczych			Koszty działów podstawowych			Koszty działów administracyjnych		
	Izba Przyjęć	Apteka	Laboratorium	Oddział wewnętrzny	Oddział chirurgiczny	Przychodnia Ogólna	Administracja	Kuchnia Główna	Obsługa gospodarcza
Wynagrodzenie brutto działu podstawowe				700	550	600			
Wyżywienie									
Leki									
Materiały medyczne									
<b>Razem koszty bezpośrednie - baza porównań</b>				700	550	600			
Materiał		40	50	60	80	70	50	10	20
Energia	40	30	30	60	80	200	30	50	20
Wynagrodzenia z narzutami	60	100	120	80	90	90	100	60	50
Usługi materialne i niematerialne	50	30	60	200	150	50	50	30	30
<b>Razem koszty pośrednie</b>	150	200	260	400	400	410	230	150	120
	4,8	4,8	14,4	24	28,8	19,2	14,4	10	160
	0	0	0	29,55555556	11,82222222	118,2222222	0		
	14,37647059	14,37647059	28,75294118	57,50588235	71,88235294	57,50588235	244,4		
	169,1764706	0	0	31,32897603	12,53159041	125,3159041			
	219,1764706	0	0	57,67801858	38,45201238	123,0464396			
	303,1529412	0	0	86,61512605	86,61512605	129,9226891			
<b>Sumy kosztów po przeniesieniu</b>	<b>686,6835586</b>	<b>650,103304</b>	<b>983,2131374</b>						
<b>Analiza wyników</b>									
1. Sumy kosztów po przeniesieniu	686,6835586	650,103304	983,2131374						
2. Baza porównawcza	700	550	600						
3. Wskaźnik porównawczy	0,98	1,18	1,64						
4. Średni wskaźnik 12-mies.	1,36	1,14	1,20						
5. Kwota kosztów wg średnie	952	627	720						
6. Bezwzględne odchylenie od średnie	-265,3164414	23,10330401	263,2131374						
7. Procentowe odchylenie od średnie	-27,87%	3,68%	36,56%						

Rys. 1. Arkusz rozliczeniowy kosztów dla szpitala

Źródło: [Biniek 2001].

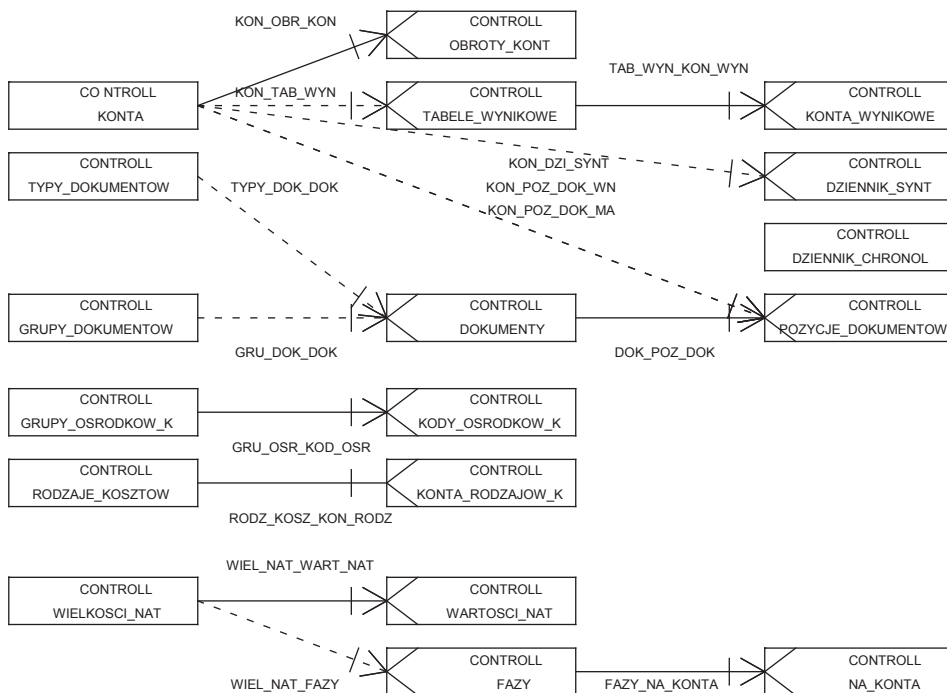
Zasada działania ARK przedstawiono na przykładzie. Na rysunku 1 przedstawiono arkusz rozliczeniowy dla przykładowego szpitala. Wybrano hipotetyczne trzy miejsca powstawania kosztów (oddział wewnętrzny, oddział chirurgiczny, przychodnia ogólna). Koszty wspólne występują w kilku działach pomocniczych

(izba przyjęć, apteka, laboratorium oraz administracja, kuchnia, obsługa gospodarcza). W ARK koszty wspólne zostaną przeliczone odpowiednimi wskaźnikami i przeniesione do miejsc powstawania kosztów (metoda zstępująca). Dla ilustracji problemu przyjęto pewien hipotetyczny układ kosztów rodzajowych. Koszty te podzielono na bezpośrednie (wynagrodzenie, leki, materiały medyczne, wyżywienie) oraz pośrednie (materiały pomocnicze, energia, wynagrodzenie pracowników pomocniczych, usługi materialne i niematerialne). Docelowo chcemy wyliczyć koszt całkowity poszczególnych miejsc powstawania kosztów w ustalonych jednostkach czasu (miesiąc). W tym celu najpierw przeniesiemy w odpowiednich proporcjach (stosując odpowiednie wskaźniki) koszty działów administracyjnych na pozostałe działy, a następnie przeniesiemy koszty działów pomocniczych na działy podstawowe (zaciemnione prostokąty). To przeniesienie jest niekiedy nazywane rozliczeniem usług wewnętrznych [Haberstock 1987, s. 141]. W ten sposób można wyliczyć, stosując odpowiednie kalkulacje, koszty całkowite poszczególnych miejsc powstawania kosztów. Właściwym elementem kontrolingu kosztów jest analiza porównawcza kosztów. Można dokonywać różnych porównań kosztów do elementów bazowych, np. koszty z poprzedniego miesiąca, koszty średnie, koszty bezpośrednie, można odkryć nieuzasadniony wzrost kosztów na konkretnym oddziale. W przypadku nadmiernego wzrostu kosztów w danym dziale podstawowym (np. przychodni ogólnej) z miesiąca na miesiąc można dokonać szczegółowej analizy struktury kosztów i szybko ustalić przyczynę nadmiernego wzrostu kosztów, tzn. precyzyjnie określić, które elementy kosztów rodzajowych spowodowały przyrost kosztów w danym miejscu powstawania kosztów. Do obsługi informatycznej ARK niezbędny jest efektywny model danych, pozwalający na wyliczenie składników kosztów na podstawie zapisów na kontach księgowych.

### **3. Baza danych SQL do wspomaganie rozliczania kosztów**

ARK reprezentuje funkcjonalną stronę rozliczania kosztów, baza danych obsługuje zaś SQL-ową strukturę danych do gromadzenia danych kosztowych niezbędnych do rozliczania kosztów. Do celów kontroli kosztów, koszty pośrednie i bezpośrednie powinny być gromadzone w dłuższej perspektywie czasowej. Zatem klasyczna SQL-owa baza danych zorientowana na obsługiwaniu przetwarzania transakcji powinna zostać zmodyfikowana i podporządkowana regułom magazynowania danych w dłuższej perspektywie czasowej. Należy podkreślić, że bazy danych znajdują także zastosowanie w technologii OLAP. W praktyce najczęściej spotykamy przypadki użycia baz relacyjnych do wielowymiarowych analiz danych, w takim przypadku analiza danych typu OLAP wspierana jest technologią relacyjnych baz danych SQL. Tradycyjny model danych w notacji SQL powinien zostać zmodyfikowany tak, aby obsługiwał nie tylko pojedyncze transakcje, lecz również, by umożliwił obsługę zapytań analitycznych różnego typu. Modyfikacja schematu bazy danych została przedstawiona na rys. 2. Zaprezentowano na nim schemat relacyjnej bazy danych

w notacji SERM [Ferstl, Sinz 2001]. Model zawiera semantyczny układ danych zgromadzonych w relacyjnej bazie danych z zastosowaniem notacji SQL.



**Rys. 2.** Semantyczny model danych bazy danych do obsługi kontrolingu kosztów<sup>1</sup>

Źródło: [Szarmach 2008].

Schemat zawiera dwuwymiarowe tabele, z których każda ma zdefiniowaną strukturę danych, zawierając atrybuty danych kluczowe i zwykłe. Pomiedzy tabelami występują określone powiązania (relacje). Tabela „Konta” zawiera zakładowy plan kont w ujęciu rocznym wraz z zagregowanymi rocznymi obrotami narastająco i bilansem otwarcia oraz strony Winien i Ma. W tej samej tabeli jest również umieszczony roczny plan finansowy kosztów i przychodów. W przypadku kontrolingu kosztów plan finansowy występuje w relacji jeden do jednego w stosunku do planu kont. Dane dla kont syntetycznych i zbiorczych są agregowane z kont analitycznych, więc w przypadku filtrowania danych należy korzystać tylko z kont analitycznych. Tabela podrzędna zawiera obroty kont. Ponadto część danych wstępnie zagregowanych została umieszczona w tabeli wynikowej, która jest tabelą nadrzędną dla tabeli „Konta wynikowe” [Szarmach 2008].

<sup>1</sup> Model ten został opracowany przez D. Szarmacha w ramach komercyjnego systemu wspomaganie kontrolingu kosztów.

Informacje o strukturze organizacyjnej oraz o rodzajach kosztów i przychodów są przechowywane oddzielnie od stanów kont, wymagane jest dwustopniowe przetwarzanie danych. W pierwszym etapie należy wyodrębnić odpowiednie ośrodki kosztów i koszty rodzajowe (jednostkowe) wchodzące w skład ośrodków kosztów oraz zagregowanych rodzajów kosztów. Wynika to z założonej funkcjonalności przechowywania danych dla ośrodków i rodzajów kosztów. Dane są przechowywane w postaci szablonów zamiast na setkach kont analitycznych tworzących koszt jednostkowy. Liczba wprowadzonych w ten sposób danych jest równa sumie liczby ośrodków i liczby rodzajów kosztów zamiast ich iloczynu kartezyjańskiego.

W drugim etapie następuje odczytanie stanu kont za pożądany okres. Zapytania takie są generowane w bazie danych dynamicznie dla każdego kosztu jednostkowego. Potrzeba taka wynika z faktu, że koszt jednostkowy może być powiązany z wieloma kontami w księdze głównej. Przykład kodu w języku SQL, obsługującego liczenie kosztu jednostkowego, znajduje się na rys. 3.

```

Set nCountTokeny = 0
While nCountTokeny < nLiczbaTokenow
    Set sTempKonto= CONTR_UzupelnijKontoRodzajuKodamiOsrodka( sTabTokeny\ nCountTokeny ],
    TabGrupyOsrodkow\ nCount ],sTabKod\ nIndex ], TabGrupyOsrodkow\ nCount ],sTabKod2\ nIndex )
    Set nTempPlan2=NUMBER_Null
    Set nTempWykonanie2=NUMBER_Null
    If rbZaOkres=TRUE
        If SqlImmediate( 'select ' || VisStrChoose( bStrona=TRUE, 'konta.plan_winien, sum(
        obroty_kont.boon_winien )', 'konta.plan_ma, sum( obroty_kont.boon_ma )' ) ||
        from konta, obroty_kont into :nTempPlan2, :nTempWykonanie2 where konta.rok=:nRok AND konta.typ_konta='A'
        AND konta.konto=:sTempKonto AND obroty_kont.id_konta=konta.id_konta AND obroty_kont.miesiac>=:nMiesiacOd
        AND obroty_kont.miesiac<=:nMiesiacDo group by I')=FALSE
            Return FALSE
        Else
            If SqlImmediate( 'select ' || VisStrChoose( bStrona=TRUE, 'plan_winien, ' || VisStrChoose(
            rbZaCalyRok=TRUE, 'boon_winien2', 'boon_winien', 'plan_ma, ' || VisStrChoose( rbZaCalyRok=TRUE, 'boon_ma2',
            'boon_ma' ) ) || ' from konta into :nTempPlan2, :nTempWykonanie2 where rok=:nRok AND typ_konta='A' AND
            konto=:sTempKonto')=FALSE
                Return FALSE
            If nTempPlan2 != NUMBER_Null
                Set nTempPlan = nTempPlan + nTempPlan2
            If nTempWykonanie2 != NUMBER_Null
                Set nTempWykonanie = nTempWykonanie + nTempWykonanie2
            Set nCountTokeny = nCountTokeny + 1

```

Rys. 3. Przykład kodu do wyliczania kosztu jednostkowego

Źródło: [Szarmach 2008].

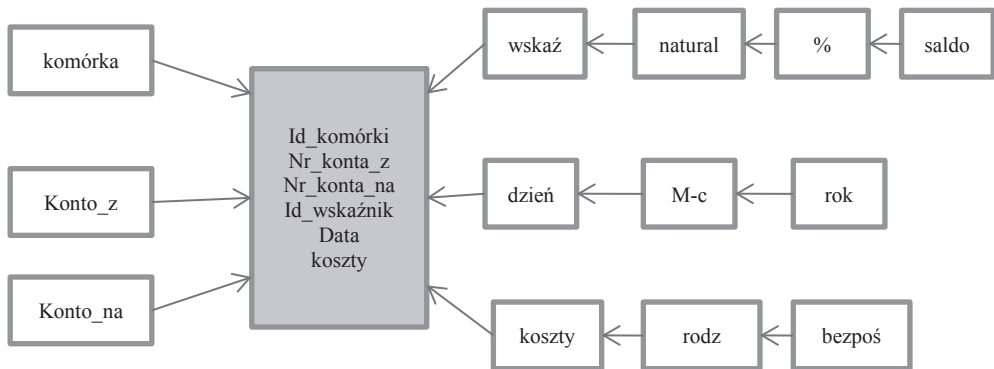
Zaprezentowane struktury: funkcjonalna i danych, wymuszają konieczność wywoływania wielu zapytań oraz praktycznie uniemożliwiają samodzielne tworzenie zapytań (zwłaszcza jeśli plan kont nie koresponduje ze strukturą organizacyjną lub potrzeby informacyjne dla kontrolingu nie są odzwierciedlone w planie kont) – niezbędna funkcjonalność jest wykonywana przez aplikację, a zatem musi być stworzony odpowiedni kod SQL. Zaletami tego rozwiązania są za to proste definiowanie

struktury danych do obsługi kontroli kosztów i jednolity interfejs z innymi aplikacjami w ramach systemu rachunkowości.

#### 4. Zastosowanie technologii OLAP do budżetowania i kontroli kosztów

Aktualnie powszechnie stosowanym sposobem usprawnienia analizy kosztów w ochronie zdrowia jest wykorzystanie relacyjnych baz danych, a konkretnie technologii ROLAP [Held, Erb 2006, s. 23]. Konieczne jest przy tym (podobnie jak w klasycznym SQL) budowanie specjalnych dodatkowych rozszerzeń języka SQL, tak aby znacznie poprawić wykonywanie niektórych operacji przetwarzania danych w operacjach typu OLAP.

Jednak w odróżnieniu od przypadku klasycznego, opisanego w poprzednim punkcie, w tym podejściu możemy dokonać już pewnych zmian w semantycznym modelu danych. W dalszej części tekstu przedstawiono założenia do modelu danych obsługującego hurtownię danych, która – jak wiadomo – jest jedną z podstawowych technologii OLAP. Model ten (w odróżnieniu od przedstawionego na rys. 2 modelu SERM (hierarchicznego)) zawiera dwa rodzaje tabel SQL, tzw. tabelę faktów i tablele wymiarów.



**Rys. 4.** Semantyczne modele danych odzwierciedlające układ typu „płatka śniegu” w konstruowaniu struktury dla hurtowni kosztów

Źródło: [Szarmach 2008].

Projektując bazę danych do obsługi hurtowni danych, powinniśmy określić, jakie fakty będą gromadzone w bazie danych, a także to, przy użyciu jakich wymiarów te fakty będą grupowane. Fakty reprezentują pojedyncze elementy informacji w wielowymiarowej bazie danych, niekiedy nazywane są po prostu elementami [Hüsemann, Lechtenbörger, Vossen 2000, s. 6-4]. Do definiowania bazy danych przeznaczonej do obsługi hurtowni danych stosuje się technikę graficzną w postaci schematów faktów

[Hüsemann, Lechtenbörger, Vossen 2000; Lechtenbörger, Vossen 2003]. Schemat faktów to zestawienie graficzne wymiarów i elementów należących do tych wymiarów, jest zatem reprezentantem wielowymiarowej struktury danych niezbędnych do podejmowania decyzji. Schematy faktów różnią się zasadniczo od semantycznych modeli danych zawierających klasyczne tabele SQL, w których przechowywane są dane sformatowane w notacji SQL.

Zmiany są konieczne nie tylko w sposobach definiowania struktur danych, lecz także w samym języku SQL. Należy podkreślić, że język SQL w ujęciu klasycznym zawiera jedynie proste funkcje agregacji, jak: *sum*, *min*, *max*, *avg*. W technologii OLAP wymagane są dodatkowe funkcje obsługujące m.in.: *histogramy*, funkcje typu *roll-up* i *drill-down*, jak również tzw. *cross-tabulation*. Kluczowe znaczenie dla efektywności obliczeń wykonywanych przy użyciu języka SQL ma użycie operatora Cube<sup>2</sup>. Operator Cube przelicza symultanicznie 2<sup>d</sup> agregacji dla *d* wymiarów [Eickler, Kemper 1997, s. 466]. Na bazie konkretnej tabeli faktów operator Cube umożliwia wyliczenie nowej tabeli, w której zawarte są wszystkie niezbędne agregacje dla pojedynczych wymiarów albo kombinacje tych wymiarów. W dalszej części tekstu przedstawiono przykład składni języka SQL z użyciem operatora Cube.

```
Select.....  
From.....  
Where.....  
Group by.....with cube;
```

Użycie operatora Cube w konkretnej implementacji języka SQL znacznie przyspiesza wykonywanie obliczeń niezbędnych w wielowymiarowej analizie danych. Upraszcza agregację danych dokonywaną operacjami *drill-down/roll up* dla wymiarów zdefiniowanych klauzulą *group* oraz ułatwia optymalizację obliczeń na danych. Tylko nieliczne systemy zarządzania bazą danych mają zaimplementowany operator Cube.

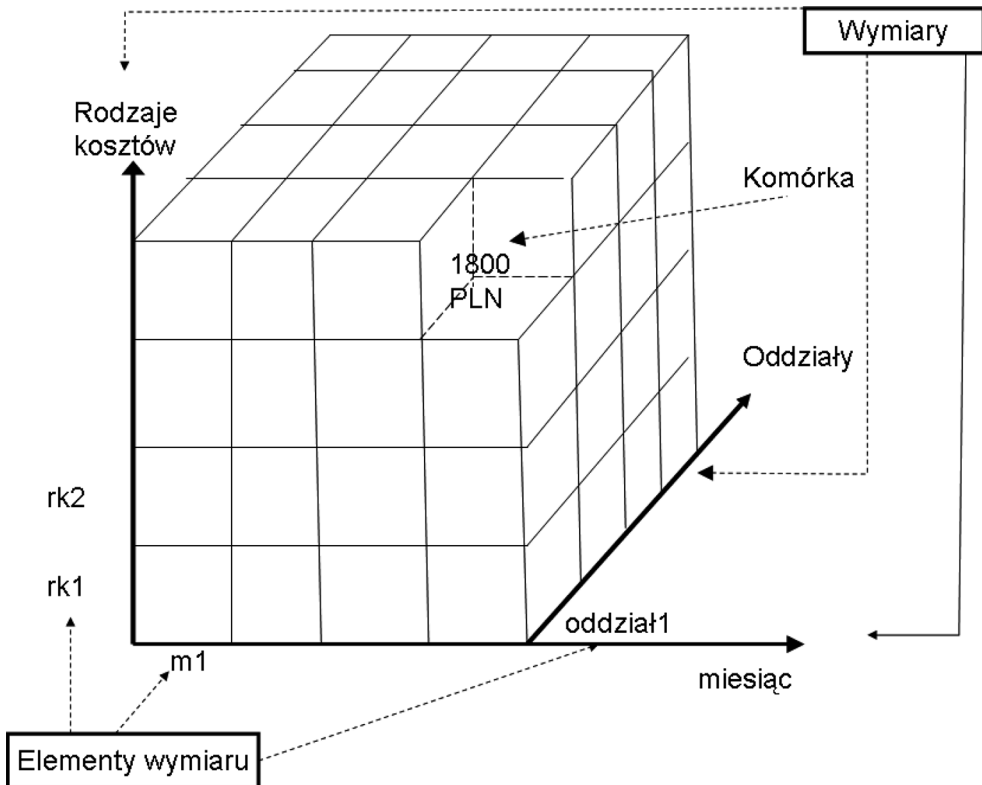
## 5. Zastosowanie baz typu MOLAP do budżetowania i kontroli kosztów

Do tej pory opisywaliśmy przetwarzanie typu OLAP na bazie technologii relacyjnych baz danych z użyciem języka SQL. W praktyce stosowana jest także technologia wielowymiarowych kostek danych, tzw. MOLAP (*Multidimensional on Line Analytical Processing*). Podstawowym elementem tej technologii są wielowymiarowe kostki OLAP. Kostki są bardzo pomocne w przechowywaniu danych i zarządzaniu dużą ilością danych. Różnice między nimi polegają głównie na stopniu przygotowania danych do analizy, co ma znaczenie dla szybkości wykonywania zapytań. Ponadto zastosowanie wielowymiarowych kostek danych ułatwia wykorzystanie technologii

<sup>2</sup> W niektórych komercyjnych implementacjach języka SQL taki operator już istnieje.



kokpitów menedżera do kontrolingu kosztów. W bazach MOLAP posługujemy się specyficzną strukturą danych –  $n$ -wymiarową kostką OLAP. W systemach MOLAP dane są zapamiętywane nie w formie dwuwymiarowych tabel połączonych relacjami (jak na rys. 2), lecz w formie wielowymiarowych kostek.



Rys. 5. Struktura funkcjonalna wielowymiarowej kostki OLAP

Źródło: [Szarmach 2008].

Na rysunku 5 przedstawiono strukturę funkcjonalną kostki danych *Koszty*, w domyśle: „struktura kosztów”. Pozwala to na jednoczesne postrzeganie danych o wykonanych zabiegach medycznych przez takie kombinacje różnych elementów rachunku kosztów, jak procedura, oddział, miesiąc (czas). Ewidencji podlegają koszty rodzajowe w rozkładzie na jednostki czasu i oddziały (komórki) szpitala, mierzone w jednostkach miary PLN. Wielowymiarowość polega na tym, że można zdefiniować różne wymiary i zestawić kilka wymiarów w jednej kostce danych. Każdy wymiar jest opisany zespołem elementów, np. *rodzaje kosztów* (rk.1, rk.2, rk.3 itd.). Każda pojedyncza kombinacja rodzaju kosztu, miesiąca i oddziału jest nazywana komórką, a zatem kostka składa się z 64 komórek ( $4 \times 4 \times 4$ ). Komór-

ka ma konkretny adres w wielowymiarowej przestrzeni, np. *Koszty (m4, rk.4, oddział1) = 1800 PLN*.

Wielkość kosztów, np. zużycie materiałów, w danej komórce danego miesiąca w kostce „Koszty” wynosi, jak wiadomo, 1800 PLN (patrz rys. 5).

W technologii OLAP wyróżnia się pewne typowe operacje przetwarzania danych przeprowadzane na kostce OLAP; są to [Vossen 1999]:

1) operacja zwijania komórek (*roll-up*); jest to operacja umożliwiająca agregację pojedynczych komórek i tworzenie sum pośrednich;

2) operacja rozwijania (*drill-down*); jest to operacja umożliwiająca rozwijanie danych zgrupowanych do wartości pośrednich, np. wyliczenie liczby pacjentów na konkretnym oddziale na podstawie danych dla całego szpitala;

3) operacja selekcji (*slice and dice*) części kostki OLAP lub pojedynczych komórek, np. selekcja horyzontalna lub wertykalna w ramach konkretnego wymiaru; niekiedy jest to operacja filtrowania danych utożsamiana z tworzeniem tzw. *subset*;

4) operacja uporządkowania elementów kostki albo sortowania elementów (*ranking and sorting*); jest to operacja porządkowania lub uszeregowania elementów, np. wybierz 3% zabiegów według średniej ceny zabiegu;

5) wyliczanie atrybutów (*computed attributes*); w ramach operacji przetwarzania używane są atrybuty pośrednie do przechowywania obliczeń w ramach jakiegoś wymiaru lub w obliczeniach wykonywanych pomiędzy wymiarami; w strukturze kostki umieszczamy elementy skonsolidowane, np. *sprzedaz\_rok=sprzedaz\_kw1+sprzedaz\_kw2* itd.

6) operacje powiązania (*nesting*); służą do przedstawiania *d*-wymiarowej kostki (gdzie  $d > 2$ ) w postaci kilku kostek dwuwymiarowych, np. w celu wizualizacji na ekranie;

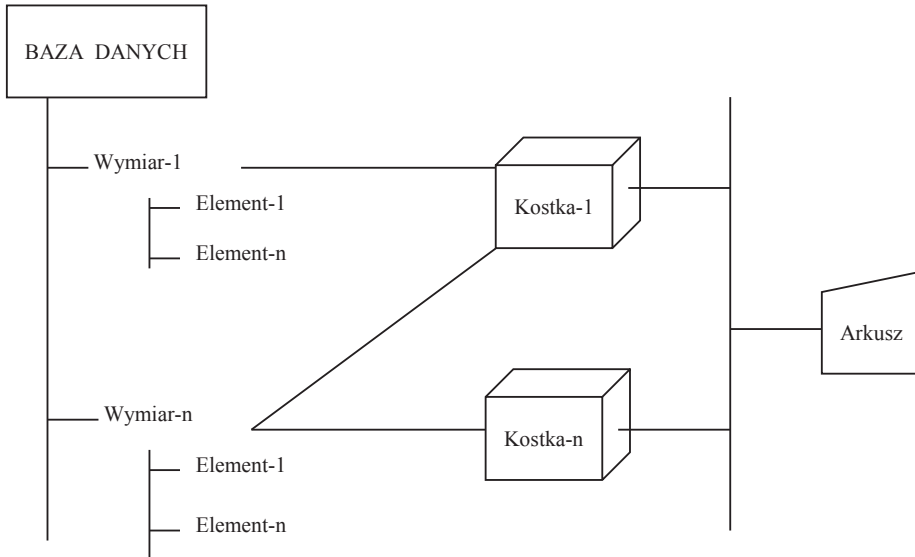
7) operacja zamiany kolumn i wierszy (*pivoting*) albo wyliczanie tzw. *cross-tabs*.

Na kostkach OLAP mogą być wykonywane różne operacje przetwarzania, związane z konsolidacją elementów w ramach jednego wymiaru np. *Obsługa (Kwartal, Produkt, All<sup>3</sup>)*, tzn. sumuj sprzedaż we wszystkich miastach według kwartału i produktu. Istnieje niezliczona liczba kombinacji wykonywania operacji tego typu.

Baza OLAP w sensie koncepcyjnym zasadniczo różni się od klasycznej bazy SQL. Tworzenie bazy OLAP polega na definiowaniu arkuszy kalkulacyjnych: projektant opracowuje strukturę funkcjonalną bazy OLAP, a użytkownik korzysta z arkusza kalkulacyjnego (*Spreadsheet*). Użytkownik posługuje się predefiniowanymi funkcjami tabelarycznymi umożliwiającymi mu manipulowanie danymi zgromadzonymi w kostkach OLAP [Held, Erb 2006]. Wielowymiarowe kostki danych są przechowywane w bazie OLAP. Baza taka istotnie różni się od klasycznej bazy ROLAP, w której do modelowania danych można wykorzystać diagramy typu E/R. W bazie OLAP nie stosujemy dwuwymiarowych tablic relacyjnych zawierających

<sup>3</sup> Element agregacji danych czasami oznaczony symbolem  $\Sigma$ .

kolumny kluczowe i kolumny danych. Na rysunku 6 przedstawiono schemat funkcjonalny bazy OLAP obsługującej arkusze kalkulacyjne.

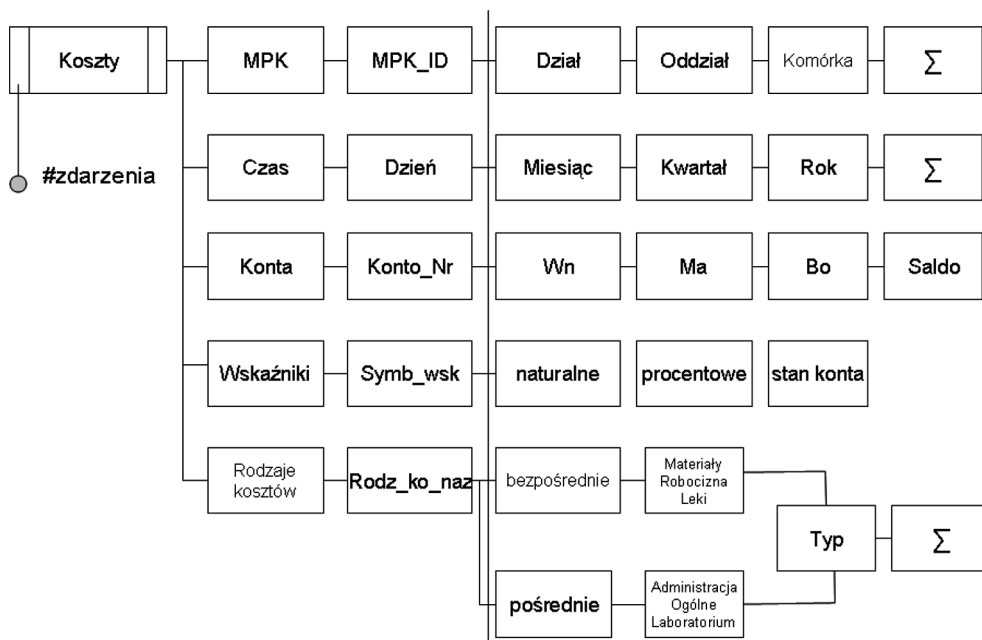


**Rys. 6.** Struktura funkcjonalna bazy MOLAP

Źródło: [Szarmach 2008].

W modelu konceptualnym bazy nie występują tradycyjne schematy znane z relacyjnego modelu danych: schemat gwiazdy i płatka śniegu. Tutaj już w trakcie budowy modelu konceptualnego definiujemy elementy kostki OLAP, które będą obsługiwały różnorodne raporty.

Baza OLAP składa się z wielowymiarowych kostek OLAP. W jednej bazie może być wiele kostek (Kostka-1, Kostka-n). Kostka OLAP zawiera wcześniej zdefiniowane wymiary. Wymiar służy do opisu tych składników analizy danych, które występują w danym systemie zarządzania, np. czas, obszar, produkty. Konkretny wymiar może występować w jednej kostce lub wielu kostkach jednocześnie. W jednej bazie może występować wiele wymiarów w zależności od zakresu analizy danych. Wymiar składa się z elementów danych (Element-1, ..., Element-n). Element zawsze jest przypisany do konkretnego wymiaru. Element jest definiowany przez unikatową nazwę. Podobnie definiowane są wymiar i kostka. Przy definiowaniu elementów najpierw określamy wymiar, a następnie wymiarowi przypisujemy elementy, co oznacza, że elementy nie istnieją samodzielnie w bazie OLAP. Kostka OLAP musi zawierać co najmniej jeden wymiar. Arkusz roboczy (*worksheet*) to arkusz, którym posługuje się użytkownik bazy danych przy wprowadzaniu danych oraz przygotowywaniu zestawień informacyjnych z bazy danych.



Rys. 7. Schemat faktów hurtowni danych o kosztach w ochronie zdrowia

Źródło: [Szarmach 2008].

Na schemacie faktów zaprezentowanym na rys. 7 przedstawiono zestawienie różnych wymiarów, elementów i zdarzeń niezbędnych do obsługi hurtowni danych gromadzącej dane do kontrolingu kosztów w formie ARK. Zdarzenia gospodarcze są gromadzone w tabeli w kostce wielowymiarowej *Obrotu*. Do obsługi ARK szpitala posłużą takie wymiary, jak: *Ośrodki kosztów (MPK)*, *Konta*, *Wskaźniki rozliczania kosztów*, *Rodzaje kosztów*. Każdy wymiar jest zbudowany hierarchicznie, np. wymiar *Czas* został ukształtowany według hierarchii liniowej (prostej), zawiera hierarchię: *dzień -> miesiąc -> kwartał -> rok*. Jeżeli jakiś wymiar zawiera co najmniej dwa rozgałęzienia hierarchiczne, to mówimy o hierarchii równoległej (*multiply dimension hierarchy*), np. wymiar *Rodzaje kosztów*.

Przy sporządzaniu wielowymiarowych analiz danych posługujemy się funkcjami tabelarycznymi umożliwiającymi pobieranie danych z kostek OLAP i umieszczanie tych danych w przygotowywanych raportach [Held, Erb 2006, s. 167-226]. W dalszej części tekstu przedstawiono funkcję PALO.SETDATA [Held, Erb 2006, s. 208], stosowaną do manipulowania arkuszem w zakresie agregowania kosztów pośrednich na podstawie danych o kosztach bezpośrednich.

```
=PALO.SETDATA(E1,FAŁSZ,"localhost/MGR","Kostka_Koszty",
$A$1,$B$1,"Koszt Pośredni","Bezpośredni Koszt",$D$1
```

Wykorzystanie technologii baz typu MOLAP do obsługi kontroli kosztów w znacznym stopniu ułatwia dokonywanie wielowymiarowych analiz danych. Z jednej strony w kosztach OLAP możliwe jest przechowywanie pojedynczych elementów i wymiarów oraz zdefiniowanych zasad ich konsolidacji, a z drugiej strony na bazie istniejących kostek danych można, przy użyciu funkcji tabelarycznych i macierzowych, dokonywać wielowymiarowych analiz danych. Ponadto niezbędny jest algorytm przetwarzania danych w pamięci, umożliwiający szybkie i efektywne przygotowywanie raportów. Baza typu MOLAP znacznie ułatwia sporządzanie raportów informacyjnych przy wykorzystaniu istniejących elementów i wymiarów.

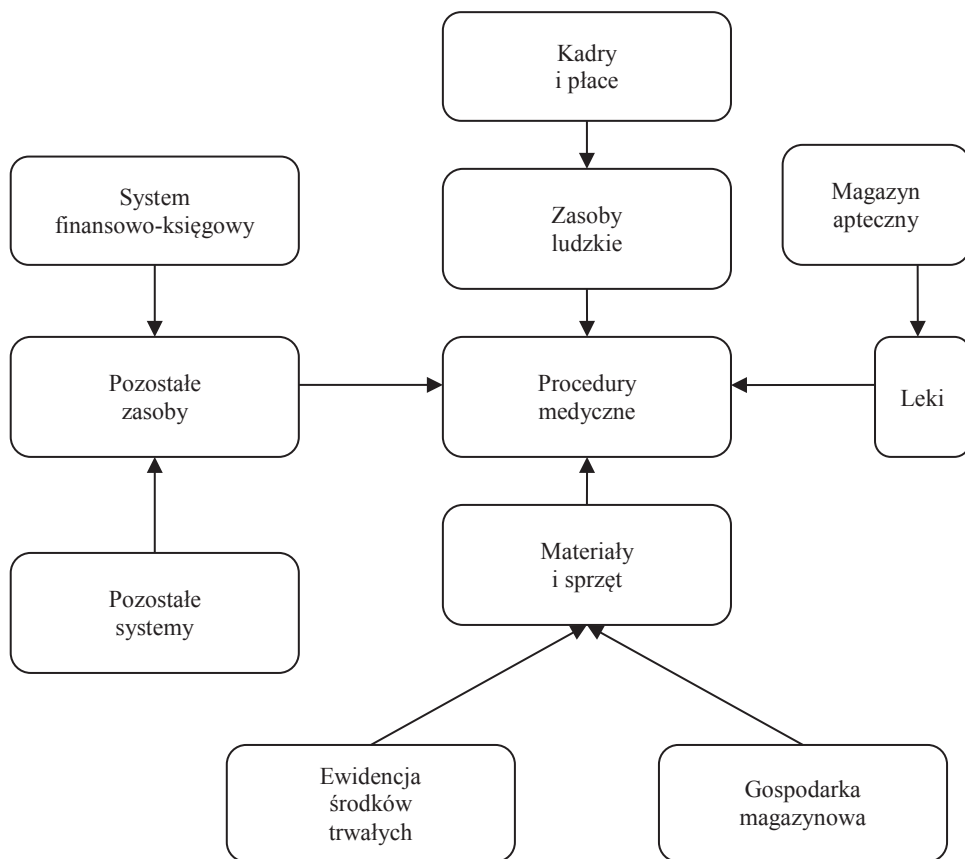
## 6. Rachunek kosztów procedur medycznych w technologii ROLAP

Jednym z wielu aspektów rachunku kosztów w ochronie zdrowia jest rachunek kosztów jednostkowych procedur medycznych. Z racji zarówno zróżnicowania usług w zakładach opieki zdrowotnej, jak i mnogości sposobów ich realizacji istnieje potrzeba prowadzenia dokładniejszego rachunku kosztów do celów zarządczych, dokładniejszego od tego rachunku, który jest wymagany ustawą o rachunkowości i rozporządzeniem w sprawie szczególnych zasad rachunku kosztów w publicznych zakładach opieki zdrowotnej [Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 22 grudnia 1998 roku...]. Koszty procedur medycznych są bardzo zróżnicowane. Należy bowiem zauważyć, że wykonanie tej samej procedury medycznej na dwóch różnych oddziałach tej samej jednostki medycznej lub wykonanie tej samej procedury medycznej w odmiennej technologii medycznej pociąga za sobą powstanie innych kosztów. Wprowadzenie procedury medycznej jako nośnika kosztów w rachunku kosztów umożliwia poznanie rzeczywistych kosztów jej wykonania, co ma niebagatelne znaczenie przy negocjacjach z płatnikiem dotyczących cen za usługi medyczne, a w szerszym zakresie umożliwia m.in. przeprowadzenie benchmarkingu pomiędzy poszczególnymi jednostkami medycznymi.

Klasyfikacja procedur medycznych jest opisana przez Międzynarodową Klasyfikację Procedur Medycznych ICD-9-CM, jednakże nie uwzględnia ona zróżnicowania procedur ze względu na technologię wykonania. Również jednakowe procedury wykonywane na innych oddziałach mogą mieć odmienne koszty, dlatego zachodzi potrzeba przypisania procedur do miejsc powstawania kosztów (oddziałów) i definiowania ich wielu wersji. Dla każdej procedury należy zdefiniować zbiór normatywnych zasobów zużywanych podczas jej wytworzenia (ze względów technicznych i finansowych skomplikowana byłaby każdorazowa ewidencja zużytych zasobów).

Rysunek 8 zawiera schemat powiązania funkcjonalnego i informacyjnego między poszczególnymi elementami zintegrowanego systemu rachunku kosztów procedur medycznych. Przedstawione na rysunku zasoby można podzielić na:

- zasoby ludzkie, czyli czas pracy pracowników danego oddziału w określonej grupie zawodowej;
- zużycie leków;



**Rys. 8.** Schemat powiązań zasobów zużywanych do procedury medycznej

Źródło: [Szarmach 2008].

- zużycie materiałów i wykorzystanie sprzętu;
- zasoby pozostałe.

Do wyliczenia kosztów jednostkowych procedury medycznej niezbędne są dane z różnych systemów ewidencyjnych, zawierających ewidencję zasobów niezbędnych do wykonywania procedur medycznych.

W tabeli 1 przedstawiono przykładowe składniki procedury medycznej według ośrodków kosztów.

Warto zauważyć, że zasobem procedury medycznej może być inna procedura medyczna<sup>4</sup>. Wszystkie koszty jednostkowe zasobów muszą być liczone w funkcji czasu, gdyż zarówno ceny materiałów, leków, jak i płace ulegają zmianie. Techno-

<sup>4</sup> Podział na procedury proste i złożone został opisany w: [http://www.igichp.edu.pl/marek/procedury\\_medyczne.htm](http://www.igichp.edu.pl/marek/procedury_medyczne.htm).

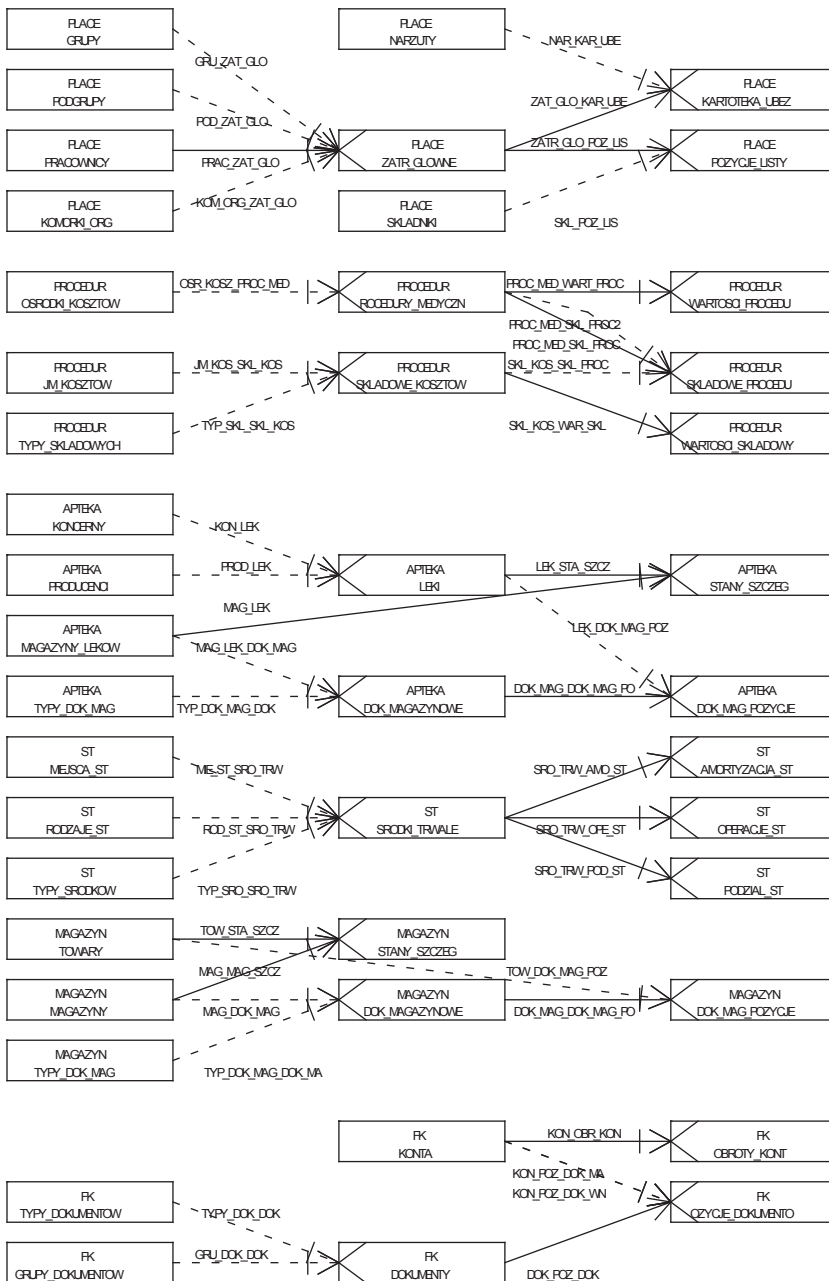
**Tabela 1.** Składowe procedury medycznej

Kod procedury		25.01		
Nazwa procedury		Zamknięta (igłowa) biopsja języka		
Ośrodek kosztów		Oddział I		
LP	Kod zasobu	Nazwa zasobu	Jednostka miary	Ilość
1	101011	Zasób 1	tabletki	1
2	202202	Zasób 2	minuta	15
3	303303	Procedura 3	szt.	1
...	...	...		

Źródło: [Szarmach 2008].

logie informatyczne umożliwiają przeprowadzenie pełnej automatyzacji rachunku kosztów procedur medycznych. By ten postulat był zrealizowany, niezbędne jest dokonanie zmiany organizacji danych w systemach ewidencyjnych zasobów powiązanych z systemem rachunku kosztów procedur medycznych, np. musi być możliwość odczytania średniego kosztu płac z systemu kadrowo-płacowego dla danej grupy pracowniczej danego oddziału szpitalnego. W systemie ewidencyjnym gospodarki magazynowej występuje podobny postulat, gdyż jeden towar może występować w różnych opakowaniach zbiorczych, a do wyliczenia kosztu procedury medycznej jest wymagany koszt jednostkowy materiału. W magazynie aptecznym jeden lek może mieć inne nazwy, w zależności od producenta, a dodatkowo różne postacie lub dawki określają jego zastosowanie. W przypadku środków trwałych zachodzi potrzeba prowadzenia ewidencji w ujęciu wartościowym. W odniesieniu do nowych środków można to rozwiązać dość łatwo, w odniesieniu do środków całkowicie amortyzowanych lub środków z darów lepsza wydaje się wartość odtworzeniowa lub wartość środka nowego. Koszty niebiorące udziału bezpośrednio w wytwarzaniu procedury medycznej, np. materiały biurowe, mogą być rozliczane wskaźnikiem, proporcjonalnie do wartości procedury medycznej, lub innym wskaźnikiem ustalonym w polityce księgowości.

Do obsługi systemu zintegrowanego rachunku kosztów procedur medycznych należy zbudować odpowiedni model danych w notacji SQL. Model danych musi umożliwiać przechowywanie zasobów składowych z podziałem na grupy zasobów wraz z określeniem jednostki przeliczeniowej – umożliwiają to tabele: JM\_KOSZTOW, TYPY\_SKLADOWYCH i SKLADOWE\_KOSZTOW. Definicja procedur medycznych i ośrodków kosztów znajduje się w tabelach OSRODKI\_KOSZTOW i PROCEDURY\_MEDYCZNE, w których są określone kod ICD-9, nazwa procedury oraz jej wariant. Zasoby procedury znajdują się w tabeli SKLADOWE\_PROCE-DUR, gdzie jest zawarta ilość zużycia zasobów wcześniej zdefiniowanych w tabeli SKLADOWE\_KOSZTOW. Taki podział jest wymuszony tym, że tabela składowych zawiera, poza podstawowymi danymi, również wyrażenie określające, w jaki



Rys. 9. Semantyczny model danych rachunku kosztów procedur medycznych wraz z systemami powiązanyymi

Źródło: [Szarmach 2008].



sposób należy odczytać koszt jednostkowy składowej z systemów powiązanych za dany okres rozliczeniowy. Dane te są umieszczane w tabeli WARTOSCI\_SKLADOWE a następnie są wykorzystywane do przeliczenia wartości procedur medycznych i umieszczane w tabeli WARTOSCI\_PROCEDUR. Model danych w notacji SERM znajduje się na rys. 9.

Wszystkie niezbędne do rachunku kosztów wartości mają układ: rok, miesiąc (gdyż miesiąc został przyjęty za okres rozliczeniowy), koszt pracy, koszt leków, koszt materiałów i sprzętu, koszty pozostałe. Pozwala to na tworzenie zestawień z podziałem na poszczególne koszty z możliwością rozwinięcia na składowe oraz analizę zmiany kosztów w czasie. Wraz z danymi o liczbie wykonanych procedur medycznych w jednostkach czasu pozwala to na kompleksowe analizy kosztów, weryfikację przyjętych definicji procedur medycznych i planowanie zużycia zasobów. Przedstawiony na rys. 9 semantyczny model danych jest ilustracją naszego postulatu głoszącego, że najlepszym rozwiązaniem dla rachunku kosztów procedur medycznych jest zbudowanie zintegrowanego systemu zarządzania, w którym rachunek procedur medycznych jest ściśle zintegrowany funkcjonalnie z pozostałymi systemami ewidencji zasobów medycznych niezbędnych do wykonywania procedur medycznych<sup>5</sup>.

Rysunek 9 prezentuje semantyczny model danych do przechowywania informacji o procedurach medycznych i te fragmenty systemów powiązanych, które zawierają informacje o zużyciu i kosztach jednostkowych zasobów. Rysunek jest ilustracją postulatu, że efektywny rachunek kosztów procedur medycznych jest możliwy tylko w warunkach pełnej integracji poprzez dane, na poziomie modelu danych.

Tabela 2 zawiera efekt pracy systemu rachunku kosztów. Dla każdej procedury wyliczono koszty: pracy, leków, materiałów i koszty pozostałe. Koszty te są przedstawiane dla konkretnego okresu rozliczeniowego.

**Tabela 2.** Analiza kosztów procedury medycznej za dany okres

Kod procedury	Nazwa procedury	Ośrodek kosztów	Koszt pracy	Koszt leków	Koszt materiałów	Koszty pozostałe	Koszty Razem
25.01	Zamknięta (igłowa) biopsja języka	Oddział I					
25.02	Otwarta biopsja języka	Oddział I					
...							

Źródło: [Szarmach 2008].

Integralnym elementem systemu rachunku kosztów jest język użytkownika, umożliwiający mu wyszukiwanie danych bez konieczności posiadania umiejętności

<sup>5</sup> Definicję integracji funkcjonalnej znajdzie czytelnik w pracy [Biniek 2009].

posługiwania się językiem SQL. Dodatkowo należy podkreślić, że użytkownik taki nie musi znać struktury danych systemów powiązanych. Język użytkownika wprowadzono po to, aby sposób opisu składowych był zgodny z wiedzą użytkownika i wykorzystywał znane mu składnie i źródła pochodzenia informacji. Gramatyka opisana na rys. 10 została przedstawiona z pewnymi uproszczeniami. Nie są określone długości identyfikatorów, niektóre definicje nie zostały przedstawione, ponieważ są to ogólnie znane, podstawowe elementy gramatyki, np. liczba, stała. Ich opis znajduje się w pracy [Aho, Sethi, Ullman 2002, s. 24-74, 87-93]. Nie zostały też uwzględnione priorytety operatorów w wyrażeniach, kontrola poprawności typów i liczebność parametrów funkcji.

*operator\_jednoargumentowy* → NOT | -  
*operator\_dwuargumentowy* → + | - | \* | / | AND | OR | & | | ||  
*funkcja* → litera | ( litera | cyfra ) \*  
*wywołanie\_funkcji* → funkcja( ( wyrażenie | ( , wyrażenie ) \* ) ? )  
*składnik\_wyrażenia* → stała | zmienna | wywołanie\_funkcji  
*wyrażenie* → ( wyrażenie ) | operator\_jednoargumentowy wyrażenie | wyrażenie  
*operator\_dwuargumentowy wyrażenie* | składnik wyrażenia

**Rys. 10.** Gramatyka języka użytkownika

Źródło: [Szarmach 2008].

Jako funkcja może występować jedna z metod zdefiniowanych dla poszczególnych systemów powiązanych. Dla przykładu na rys. 11 umieszczono fragment kodu odczytujący koszt jednostkowy dla rozchodu z magazynu. Jest on pozbawiony fragmentów odpowiedzialnych za kontrolę błędów, ale i tak stanowi dobre uzasadnienie wprowadzenia języka użytkownika zamiast np. języka SQL.

Przedstawione postulaty i rozważania mają praktyczne zastosowanie tylko wtedy, gdy zostanie wprowadzona pełna automatyzacja obliczeń kosztów jednostkowych procedur medycznych. Z tego względu rachunek kosztów procedur medycznych powinien być integralnie osadzony w systemie szpitalnym, w którym istnieje możliwość automatycznego odczytywania danych pochodzących z różnych aplikacji. Tabela „Składowe koszty” zawiera wyrażenia w języku użytkownika, które pozwalają na odczytywanie kosztów jednostkowych za dany okres z systemów powiązanych, co w powiązaniu z odpowiednią ich budową umożliwi automatyczne przeniesienie danych

Należy stwierdzić, że zastosowanie każdej z wymienionych technik OLAP (MOLAP i ROLAP) do obsługi rachunku kosztów w ochronie zdrowia ma swoje wady i zalety. Systemy ROLAP, które bazują na notacji SQL, można lepiej skalować, lecz są mniej wydajne pod względem szybkości przetwarzania. Dane do przetwarzania są agregowane na potrzeby konkretnych zestawień informacyjnych. Systemy MOLAP

```

Function: RozchodZMagazynu
  Returns
    Number:
  Parameters
    Number: nRok
    Number: nMiesiac
    String: sMagazyn
    String: sKod
  Actions
    ! zrobienie zapytania i wczytanie poszczególnych dostaw do tablic
    Set nLiczbaDostaw=0
    Set nSumaRozchod=0
    If SqlPrepareAndExecute( hSqlSEM, 'select cena_zak, mc' || sMiesiac ||
' _rozchody, info_jm2_przel from stany_szczeg, towary into :nTabCenaZakupu| nLiczbaDostaw
|, :nTabRozchod| nLiczbaDostaw |, :nInfoJM2Przel where
stany_szczeg.id_towaru=towary.id_towaru AND towary.kod_towaru=:sKod AND
stany_szczeg.rok=:nRok' || VisStrChoose( sWzorMagazyn != '', ' AND kod_mag LIKE \'' ||
sWzorMagazyn || '\', '' ) )=FALSE
      Return NUMBER_Null
    Loop
      Call SqlFetchNext( hSqlSEM, nInd )
      If nInd != FETCH_Ok
        Break
      Set nSumaRozchod = nSumaRozchod + nTabRozchod| nLiczbaDostaw |
      Set nLiczbaDostaw = nLiczbaDostaw + 1
      ! jeśli liczba dostaw=0, to brak towarów w magazynie
      If nLiczbaDostaw = 0
        Return NUMBER_Null
      ! jeśli rozchód =0, to zwracamy 0
      If nSumaRozchod=0
        Return 0
      ! jeśli brak jednostki przeliczeniowej, to błąd
      If nInfoJM2Przel=0 OR nInfoJM2Przel=NUMBER_Null
        Return NUMBER_Null
      ! policzenie średniej
      Set nCount = 0
      Set nSrednia = 0
      While nCount < nLiczbaDostaw
        Set nSrednia = nSrednia + nTabCenaZakupu| nCount |*( nTabRozchod|
nCount | / nSumaRozchod )
        Set nCount = nCount + 1
      Return nSrednia / nInfoJM2Przel

```

Rys. 11. Fragment kodu funkcji *RozchodZMagazynu*

Źródło: [Szarmach 2008].

zawierają dane wstępnie zagregowane w wielowymiarowych kostkach, należy jednak ponieść dodatkowe nakłady na ekstrakcję danych (ETL) oraz utrzymywać specjalną infrastrukturę odpowiedzialną za obsługę ekstrakcji i transformacji danych.

## Literatura

- Aho A.V., Sethi R., Ullman J.D., *Kompilatory (Reguły, metody i narzędzia)*, WNT, Warszawa 2002.
- Biniek M., *Zastosowanie arkusza rozliczeniowego kosztów do kontroli kosztów w SP ZOZ Choszczno*, praca magisterska, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2001.
- Biniek Z., *Informatyka w zarządzaniu*, Vizja Press&IT, Warszawa 2009.
- Eickler A., Kemper A., *Datenbanksysteme*, Oldenbourg Verlag, München 1997.
- Ferstl K., Sinz E., *Grundlagen der Wirtschaftsinformatik*, t. 1, Oldenbourg Verlag, München 2001.
- Hess T., Müller A., *Integration von Anwendungssystemen: eine netzwerktheoretische Analyse des Nutzens*, „Controlling & Management“ 2006, nr 2.
- Haberstock L., *Kostenrechnung*, wyd. 8, S+W, Hamburg 1987.
- Held B., Erb H., *Advanced Controlling mit Excel*, Franzis, Poing 2006.
- [http://www.igichp.edu.pl/marek/procedury\\_medyczne.htm](http://www.igichp.edu.pl/marek/procedury_medyczne.htm).
- Hüsemann B., Lechtenböcker J., Vossen G., *Conceptual data warehouse design*, [w:] *Proceedings of the International Workshop on Design and Management of Data Warehouses*, Stockholm, June 2000.
- Meister J. i in., *Data-Warehousing im Gesundheitswesen*, „IT-Information Technology“ 2003, 45, 4, s. 179-185.
- Lechtenböcker J., Vossen G., *Qualitätsorientierter Schemaentwurf für Datenlager*, „IT-Information Technology“ 2003, 45, 4, s. 190-195.
- Szarmach D., *Model danych controllingu w zintegrowanym systemie rachunkowości zakładu opieki zdrowotnej*, [w:] *Bazy danych. Rozwój metod i technologii. Bezpieczeństwo, wybrane technologie i zastosowania*, red. S. Kozielski, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008, s. 419-430.
- Olfert K., *Kostenrechnung*, Kiehl Verlag, Leipzig 1996.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 22 grudnia 1998 roku w sprawie szczególnych zasad rachunku kosztów w publicznych zakładach opieki zdrowotnej (Dz. U. 1998 r. nr 164, poz. 1194).
- Vossen G., *Datenbankmodelle, Datenbanksprachen und Datenbankmanagement-Systeme*, Oldenbourg Verlag, München 1999.

## INFORMATION TECHNOLOGIES OF COSTS CONTROLLING IN HEALTH CARE

**Summary:** The article presents the main technologies and their use in costs controlling in health care. The article discusses functional, information, and technological aspects of application of science to support costing in health care. It presents the application of traditional databases to handle the inventory of equipment costing. It describes the use of database technology solutions including OLAP, ROLAP and MOLAP type as well as integrated data model to support costing of medical procedures.

**Keywords:** controlling, database technology, OLAP.