



Polska Akademia Nauk
Instytut Badań Systemowych

Ryszard Budziński



**KOMPUTEROWY SYSTEM
PRZETWARZANIA
DANYCH EKONOMICZNO-FINANSOWYCH
W PRZEDSIĘBIORSTWIE**

Warszawa–Szczecin 2000



**KOMPUTEROWY SYSTEM PRZETWARZANIA
DANYCH EKONOMICZNO-FINASOWYCH
W PRZEDSIĘBIORSTWIE**

Polska Akademia Nauk • Instytut Badań Systemowych

Seria: BADANIA SYSTEMOWE

Tom 24

Redaktor naukowy:

Prof. dr hab. Jakub Gutenbaum

Warszawa 2000

Ryszard Budziński

**KOMPUTEROWY SYSTEM PRZETWARZANIA
DANYCH EKONOMICZNO-FINASOWYCH
W PRZEDSIĘBIORSTWIE**

integrowanie

- teoria
- praktyka
- wspomaganie decyzji

Szczecin 2000

don-2025

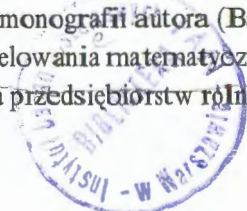
- []
+ []

Publikację opiniowali do druku:

Prof. dr hab. Jerzy Kisielnicki

Prof. dr hab. Bogdan Krawiec

Problem integracji danych w jednolity system informatyczny pojawił się w pracach autora w programie badań podstawowych IBS PAN (zlecenie A1630/91-rachunkowość finansowa). Wirtualną hurtownię danych SBD (Słownikowa Baza Danych) i analizę gospodarności autor opracował w ramach programu celowego 208 C.S. 5-8/92 KBN. Rzecz dotyczy modułu analizy ekonometrycznej, która może funkcjonować jako opcja, tj. jeden z podsystemów w dedykowanych i ogólnego zastosowania bazach danych. Ujęta w książce optymalizacja wielokryterialna ma swe źródła w monografii autora (Badania Systemowe IBS PAN, 1994); problem dotyczył modelowania matematycznego na potrzeby projektowania gospodarczego urządzenia przedsiębiorstw rolnych.



Seria

Bibl. podręczna

44524

© Copyright Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 2000

© Copyright by Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2000

ISSN 0208-8029

ISBN 83-7241-105-0

WYDAWNICTWO NAUKOWE UNIwersYTETU SZCZECIŃSKIEGO

Wydanie I. Ark. wyd. 16,0 Ark. druk. 18,5. Format B5.

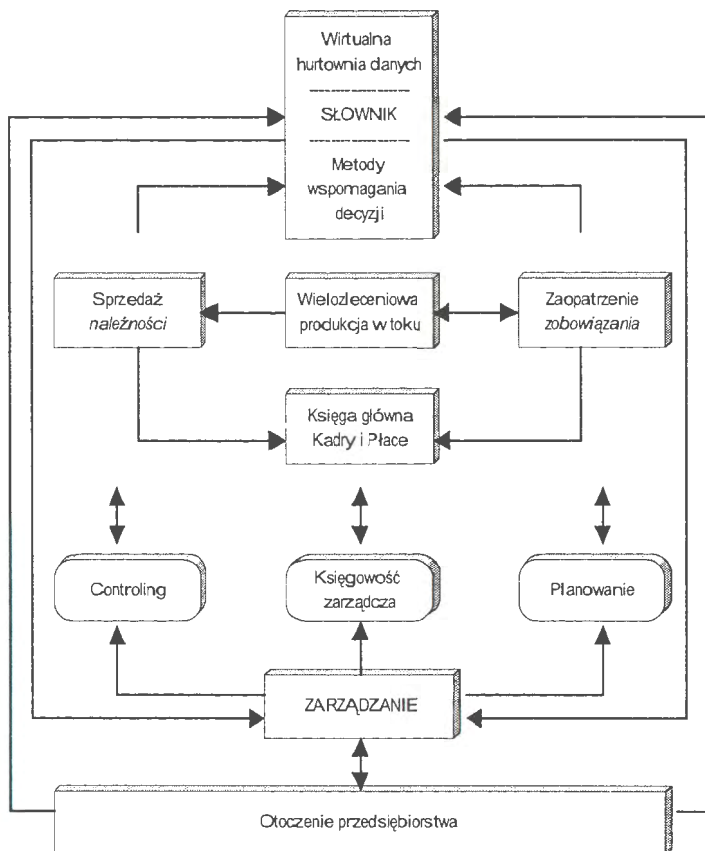
USPol 113/2000

5. INTEGRACJA DANYCH EKONOMICZNYCH W SYSTEMIE INFORMATYCZNYM PRZEDSIĘBIORSTWA

Treścią tego rozdziału będą problemy integracji danych ekonomicznych w systemie informatycznym przedsiębiorstwa dla małych i średnich przedsiębiorstw o/w zasadzie niepotokowej organizacji produkcji. Metody niepotokowe wymagają, aby proces danego zadania był podzielony na części lub operacje, a ponadto żeby każda z operacji została wykonana na całej partii wyrobów. Organizacja niepotokowa jest formą najbardziej rozpowszechnioną z uwagi na możliwość występowania efektywnych specjalizacji i mało kosztownych inwestycji. Pojęcie to różni się od organizacji zadaniowej, tj. takiej formy, w której całkowite zadanie wykonywane jest przez jednego robotnika lub przez grupę robotników. Głównym zagrożeniem w produkcji niepotokowej są straty czasu w realizacji przedsięwzięcia z uwagi na konieczność wykonywania tych samych operacjach na całej partii wyrobów. Oznacza to, że pewne grupy specjalistów muszą czekać z wykonaniem czynności następujących na tych samych wyrobach. Straty te mogą być rekompensowane przez unikanie – kompensowane w chwilach przestoju – zagrożeń zewnętrznych. A.P. Muhlemann, J.S. Oukland, K.G. Lockyer (1997) wskazują, cyt. „Równoważenie w kolejce nie zakończonych zadań i stopnia wykorzystania zasobów jest zadaniem o charakterze ciągłym, na które rzadko kiedy można udzielić jednoznacznej i prostej odpowiedzi...”. Wynika z tego dość jasno, że tego rodzaju działalność w bardzo niewielkim stopniu można sformalizować w postaci zintegrowanego systemu informatycznego zarządzania; zatem informatyzuje się te dziedziny, które się opłaca informatyzować.

W dyskusji standardów systemów informatycznych wyróżniono dwa podejścia: dziedzinowe i procesowe. Technologie procesowe znalazły swoje odzwierciedlenie w systemach klasy MRP/ERP (planowanie zapotrzebowania na zasoby) i dotyczą dużych przedsiębiorstw o produkcji ciągłej. Problem ten został szerzej opisany w rozdziale dotyczącym interpretacji standardów w systemach informatycznych zarządzania. W gospodarkach całego świata przeważają jednak małe firmy o produkcji dyskretniej [o niepotokowej organizacji produkcji – R.B.]. Sygnalizowano również na wstępie, że mniejsze przedsiębiorstwa wykorzystują elementarne systemy ewidencji finansowo-rzeczowej, głównie dla celów biznesowych i naliczania podatku; realizują one proces informacyjno-decyzyjny z dużo mniejszym zakresem formalizacji komputerowej, po-

zostawiając jedynie główne zadania (dziedziny) do pełnej ich automatyzacji. Nie bez znaczenia jest koszt instalacji systemu o technologiach procesów i ciągła adaptacja tych technologii do zmieniających się warunków prowadzenia działalności gospodarczej.



Rys. 16. Organizacja systemu informatycznego dla przedsiębiorstwa o niepotokowym modelu organizacji produkcji

Praktyka informatyczna sygnalizuje tu kilka rozwiązań, mianowicie projektowania odpowiedniego systemu, którą może ewidencjonować powtarzające się sekwencje zdarzeń w układzie poziomym i wspomagać efektywniejsze w układzie pionowym. Przyjmując założenie, że system informacyjny

wsze pełni funkcje nadrzędne w stosunku do opisywanej [przez ten system – R.B.] technologii procesowej, to w doskonaleniu samej obsługi informacyjnej procesów w ujęciu całościowym możemy szukać usprawnień w zarządzaniu; klasycznym przykładem są technologie MRP. Oczywiście integrację struktur nieprocesowych (niepotokowych) należy rozpatrywać względem innych struktur (nadrzędnych, podrzędnych czy równoległych). W literaturze informatycznej istnieje kilka podziałów ze względu na stopień integracji danych w systemach zarządzania. Ujęcie klasyczne grupuje systemy ze względu na koncentrację uwagi na zakresie danych, mianowicie od systemów transakcyjnych (koncentracja na danych) do systemów eksperckich, które są uważane za najbliższe we wspomaganiu decyzji. Można założyć podział współczesnych systemów zintegrowanych na wspomagające zarządzanie klasy MSS, pakiety obsługi biura, systemy eksperckie (z udziałem metod statystyczno-ekonometrycznych, heurystycznych i metod sztucznych sieci neuronowych) oraz systemy telekomunikacyjne oparte na rozwoju technik sieciowych. Integrowanie, czyli tworzenie całości, sprowadza się do: identyfikowania całości, części i związków oraz rozpoznania tych związków między częściami a całością, a następnie wiązania nowych części w jedną całość, tj. zintegrowany system informatyczny zarządzania.

Pojęcie integracji w wymiarze konkretnego systemu informatycznego jest tu wielopłaszczyznowe. Problem ten można rozpatrywać na tle wielu uwarunkowań, do których w pierwszej kolejności zaliczyć trzeba samą postać systemu informacyjnego, następnie zaś możliwość jego opisu w strukturach danych, wreszcie sam język zapytań, za pomocą którego komunikujemy się z systemem. Szerszą płaszczyzną tej integracji jest połączenie uzyskanych rozwiązań bazy faktów z metodami identyfikacji (i analizy postępu w efektywności) w kierunku generowania wielokryterialnych rozwiązań decyzyjnych. Proces integracyjny jest w tym przypadku nieuchronny, chociażby z tego punktu widzenia, że współczesne systemy informatyczne przestały być tylko rejestratorami zdarzeń. Następuje ich ewolucja w kierunku pełnego wyręczenia i automatyzacji w pracach biurowych oraz bardziej złożonych pracach wykonawczych, w niedalekiej przyszłości także kierowniczych, poprzez komputerowe wspomaganie decyzji. Głównymi stymulatorami tych zamierzeń są informatyka oraz zmiana nastawienia do postrzegania i opisu rzeczywistości. Dotyczy to przede wszystkim technik obiektowych, które coraz mocniej akcentują swoje miejsce w systemach informatycznych zarządzania. Rozdział kończy przedstawienie sposobu budowy systemu w architekturze klient/serwer.

5.1. Integracja dziedzinowa w rachunkowości

Każda integracja polega na połączeniu elementów składowych za pomocą wzajemnych relacji tak, by zapewniały określone funkcjonowanie zdefiniowanej strukturalnie całości. Według J. Ochmana (1992), celem integracji może być grupowanie lub koordynowanie działalności wielu organów dla spowodowania ich harmonijnego funkcjonowania. Celem integracji może być również połączenie w procesie działania różnych elementów w większą całość, aby ten sposób zrationalizować to działanie. Natomiast zadaniem może być osiągnięcie większej efektywności działania, do czego należy dążyć przez realizowanie takich celów, jak: scalanie, grupowanie elementów składających się na to działanie, tworzenie całości z części prowadzące do scalania; mowa zatem o procesach integracyjnych. W literaturze można spotkać wiele odwołań do terminu „procesy integracyjne”. F.B. Vernadat (1996) rozumie ten termin jako, cyt. „połączenie niejednorodnych składników w całość tak, że współdziałając w ramach tej całości, wzmagają swoją skuteczność”. Według N. Bajgorica (1997) termin integracja w przetwarzaniu informacji gospodarczych odnosi się do integracji zarządzania organizacją i systemu informacji. Oznacza to przede wszystkim integrację systemu zarządzania i systemów informacji zorientowanych na wspomaganie podejmowania decyzji.

S. Kelly (1996) jako podstawowy cel integracji systemów przetwarzania informacji wymienia „integrację biznesu”. Jest ona możliwa do osiągnięcia za pomocą integracji procesów biznesowych przez rekonstrukcję samych procesów oraz systemów informacji, które wspomagają te procesy. Pierwszym etapem na drodze integracji procesów biznesowych może być integracja danych. Pełna integracja przedsiębiorstwa oznacza integrację danych i procesów biznesowych w całym przedsiębiorstwie. Aby ją osiągnąć, konieczne jest podjęcie wysiłków standaryzacyjnych, dotyczących danych i procesów, co zdaniem autora może być z kolei osiągnięte za pomocą konstrukcji całościowego modelu przedsiębiorstwa. Według B. Scholz-Reitera i E. Stickela (1996) integracja w przetwarzaniu informacji gospodarczych jest rozumiana w kontekście tworzenia architektury systemu wspomaganie decyzji w przedsiębiorstwie. Integracja oznacza tu łączenie trzech poziomów architektury systemu wspomaganie decyzji: (I) koncepcji biznesu (strategii biznesowej), (II) procesów gospodarczych oraz (III) systemu aplikacji użytkowych.

W tym punkcie interesuje nas wyłącznie automatyzacja ewidencji w procesie powstawania zdarzeń źródłowych i następczych w niepotokowej organ

zacji produkcji; planowanie strategiczne i operacyjne, przychody i rozdysponowania oraz korekty błędów (storna). Przy czym, przez zdarzenie następcze będziemy rozumieli, np. spłatę zobowiązania finansowego. Można również mówić o zdarzeniach pierwotnych i wtórnych. Natomiast zdarzeniem równoległym może być wystawienie transakcji finansowej w obrocie towarowo-pieniężnym. Reprezentacja czasu stanowi tu swoistą oś czasową, na której odbywają się zdarzenia w sensie potokowym czy równoległym. Cechą charakterystyczną tego podejścia jest możliwość komputerowego przemieszczania się na osi czasu i postrzeganie procesów gospodarczych w takim zakresie informacyjnym, w jakim miało to miejsce w momencie zaistnienia sekwencji zdarzeń gospodarczych. Treścią tego rozdziału – być może zbyt kontrowersyjnego dla osób bardziej związanych z rachunkowością – jest przedstawienie propozycji rozwiązań z zakresu organizacji struktur informacji wejścia, organizacji baz danych w komputerze i strategii przetwarzania zintegrowanego, informatycznego systemu rachunkowości. Celem tych rozważań jest usunięcie sprzeczności między potrzebami informacyjnymi zarządzania a metodologią rachunkowości w klasycznym jej ujęciu. Chodzi o integrację informacji wejścia w postaci standaryzowanych dokumentów zdarzeń dla księgowości finansowej i materiałowej, utworzenie instytucji zlecenia dla równoczesnego opisu stanu kartotek i technologii wytwarzania, zaprojektowanie stosownych baz danych; istotną zaletą jest możliwość wielokierunkowego przedstawiania przebiegu (historii), np. rozpoczętej działalności gospodarczej, nie tylko w wartościach finansowych, ale również w wymiarach rzeczowych.

5.1.1. Założenia systemu ewidencyjnego

Komputeryzacji rachunkowości towarzyszy integrowanie, we wspólnych bazach danych, ewidencji księgowej z ewidencją techniczną, handlową czy kadrową. Problemem jest kwestia połączenia bardzo dużej liczby dziedzin w jeden wzajemnie powiązany system ewidencji zdarzeniowej. Jednostką czasu byłyby chromom {rok, miesiąc, dzień, godzina, minuta, sekunda}. W tym przypadku [jako pewnego przykładu – R.B.] będziemy dążyć do połączenia, w standaryzowanych zbiorach transakcji, problemów prowadzenia finansów, kasy i gospodarki materiałowej.

W ogólnym zarysie system informatyczny rachunkowości składa się z następujących elementów:

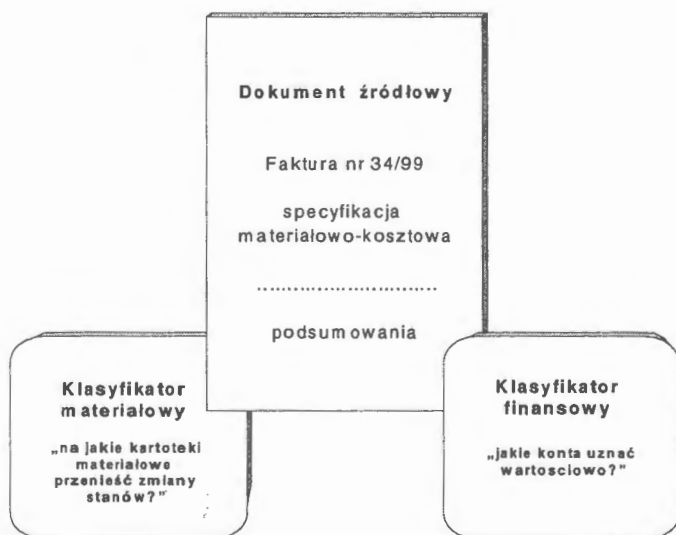
- struktury fizycznej (sprzęt i jego konfiguracja, oprogramowanie podstawowe, oprogramowanie użytkowe),
- wbudowanego pewnego modelu rzeczywistości i odpowiadającej mu struktury informacyjnej oraz procedur obliczeniowych, które odzwierciedlają stany, zdarzenia i procesy gospodarcze,
- otoczenia tego systemu – środowiska materialnego (budynki, instalacje struktury organizacyjnych (w których system funkcjonuje) oraz związane z tymi strukturami ludzi (szczególnie dawcy i odbiorcy informacji), systemy kontroli zewnętrznej, systemu ochrony itp.

Zdarzenia gospodarcze dotyczą nie tylko obrotu pieniężnego, lecz także ilościowych zmian w magazynach i stanu majątkowego przedsiębiorstwa. W pewnym uproszczeniu można tu mówić również o ewidencji pracy. Mamy więc do czynienia z bardzo dużym [w zasadzie nieskończonym – R.B.] opisem dziedzin (może ich być bardzo wiele) w systemach informatycznych rachunkowości (księgowości przedsiębiorstw).

Zdarzenie jest zapisem momentu przeprowadzenia operacji gospodarczej, gdzie zastosowane podejście transakcyjne musi być zgodne z standardem ATIS, co pod tym pojęciem przyjęliśmy rozumieć: atomowość, trwałość, izolacyjność i spójność. Przedyskutowano to na przykładzie ewidencji finansowej, gdzie sformułowano zasadę pierwszą, mianowicie: nie istnieje pozycja stanu na kartotece wynikowej bez potwierdzenia tego stanu w postaci konkretnej transakcji. Rozwinięcie tego przykładu poza ewidencję finansową uwidacznia zasadę drugą, że prawie każda operacja gospodarcza mająca swoje źródła poza finansami kończy swój żywot właśnie w finansach (zapisie na kontach księgowych). Przykładowo, wydano towar z magazynu, zostaje wystawiony dokument wydania, następuje ilościowa aktualizacja kartoteki magazynowej. Można tę operację wzbogacić również rozliczeniem wartościowym, tj. trzeba uznać i obciążyć określone konta w systemie finansowym przedsiębiorstwa. W zasadzie fazą końcową ewidencji zdarzeń gospodarczych jest rachunkowość finansowa, co nie przeszkadza generowaniu przez finanse zdarzeń następczych, np. realizacja przelewu (spłata) do otrzymanej faktury materiałowej. Uogólnienie trzecie to przekazywanie informacji między dziedzinami, powinno odbywać się na zasadzie realizacji wystawionej przez nadawcę transakcji w taki sposób, aby można było wycofać się z tego łańcucha [transakcji – R.B.] bez uszczerbku dla strony merytorycznej przetwarzanych danych.

5.1.2. Standaryzacja w ewidencji zdarzeń

Podejście transakcyjne polega na przechowywaniu wszystkich danych – dokumentów źródłowych wraz z ich klasyfikatorami – w komputerze. Ze zbioru tego mogą być, na różne przedziały czasu, rozwijane serwisy informacji i modelowane stany finansów przedsiębiorstwa. Zatem, jednostkami podstawowymi będą konkretne dokumenty, którym dodatkowo przypisano atrybuty zapisów [zwane dalej klasyfikatorami – R.B.] na wskazane kartoteki wynikowe materiałów, finansów. Rodzajowa lista klasyfikatorów przypisana do jednego dokumentu może być różna od dwóch. W dokumencie jednorodnym księgowości finansowej jest to jeden klasyfikator. W tym przypadku interesuje nas moment powiązań księgowości materiałowej z księgowością finansową w oparciu o jednolity dokument (komputerowy) ewidencji zdarzenia za pomocą dwóch klasyfikatorów: materiałowego i finansowego (rys. 17). Klasyfikator finansowy można zorganizować za pomocą reguł automatycznego księgowania. Nie oznacza to wykluczenia możliwości księgowania autorskiego pojedynczych dowodów (lub ich grup – okresowo), jeżeli nie zastosujemy procedury standaryzacji w fazie początkowej wprowadzania danych źródłowych do komputera.

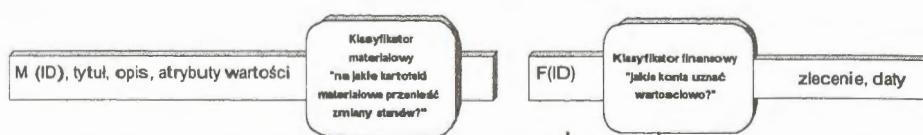


Rys. 17. Faktura z klasyfikatorami materiałowo-finansowymi

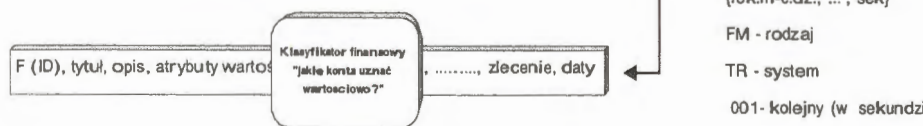
Źródło: opracowanie własne.

Przykładowo, wprowadzone parametry gospodarki materiałowej mają za zadanie utworzenie kartoteki materiałów w magazynie i aktualizowanie jej w zakresie przychodów i rozchodów wewnętrznych (np. na produkcję) oraz przychodów i rozchodów na zewnątrz (np. na sprzedaż). Punktem odniesienia jest oznaczony magazyn, z którego przeprowadza się rozchody i w którym ewidencjonuje się przychody materiałowe. Lista atrybutów wartości z tym związanymi to: RD – rodzaj operacji magazynowej (oznakowanie w identyfikatorze), KTM – kod towarowo-materiałowy (może być także SWW lub inne), NAZWA – nazwa potoczna materiału, ILOŚĆ „I” – ilość pierwsza (główna), JM „I” – jednostka miary (pierwsza), ILOŚĆ „II” – ilość druga (dodatkowa), JM „II” – jednostka miary (dodatkowa), CENA – cena jednostkowa (zł/jedn. pierwsza), KO – kod ceny jednostkowej (pierwszej) i MG – symbol magazynu, w którym dokonano obrotu.

A. TRANSAKCJA ŹRÓDŁOWA FAKTURY GM (do księgowania materiałowego)



B. TRANSAKCJA POCHODNA FK (do księgowania finansowego)



Rys. 18. Wygenerowane rekordy transakcji gospodarki materiałowej

Źródło: opracowanie własne.

Wprowadzenie przedstawionych parametrów gospodarki materiałowej umożliwia bieżące prowadzenie kartoteki magazynowej. Przy identyfikacji towarów możliwe są dwa warianty: każdy magazyn ma odrębną kartotekę (o symbolu MG) lub identyfikator magazynu będzie dołączany do każdego towaru. Powstał identyfikator: RR – rok kalendarzowy, MG – magazyn w przedsiębiorstwie

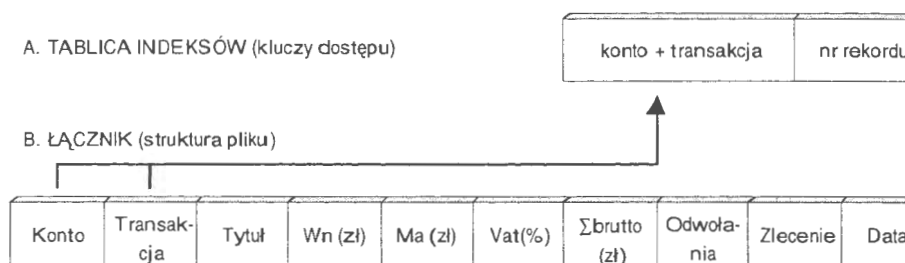
i KTM – towar w magazynie, wydaje się być rozwiązaniem lepszym do kontroli wszystkich towarów w magazynach równocześnie. Rok kalendarzowy podaje się, podobnie jak w przypadku kont, dla rozróżnienia stanów modelowanych i stanu aktualnego. Po zaktualizowaniu stanu materiałowego należy uzupełnić transakcje o klasyfikatory zapisu na kontach w księgowości finansowej. Jak już wspomniano, można to uczynić za pomocą reguł automatycznego księgowania, a w szczególnych przypadkach – za pomocą księgowiń autorskich. Mogą wystąpić zdarzenia pozorne, np. określenia planu do realizacji. Tego rodzaju normatywy mogą być zawarte w kartotekach wynikowych, a źródła tych stanów powinny być umieszczone w zbiorze dowodów (transakcji). W ten sposób można dołączać w zasadzie bardzo dużą liczbę dziedzin do jednego (zintegrowanego) systemu ewidencji gospodarczej.

5.1.3. Reprezentacja czasu w wspólnej bazie danych

W przypadku samej księgowości finansowej, w przeciętnym przedsiębiorstwie jest około 30 tys. transakcji i około 3 tys. kont. W związku z tym ŁĄCZNIK (relacje konto „transakcje”) musi mieć około 100 tys. rekordów. Wprowadzenie, np. obrotu towarowego kilkakrotnie zwiększy liczbę transakcji i rekordów łącznika. Zwykle zbiory klasy DBF mogą tu nie wystarczyć do sprawnego działania. Trzeba odwołać się do wyspecjalizowanych serwerów danych i metod organizujących dostęp ze względu na kryterium czasu. Interesującym rozwiązaniem mogłoby być programowanie systemu, np. w plikach SQL i przetwarzanie danych w oparciu o technologię klient/serwer. Przez protokół ODBC do przetwarzania można wykorzystać serwery dużej mocy, np. ORACLE, INFORMIX lub SYBASE. Nieistotne stałoby się ciągłe pamiętanie o ochronie danych, sprawdzaniu plików danych z tabelami indeksów i problemach zakleszczeń w przetwarzaniu sieciowym.

Możliwych jest kilka rozwiązań: posłużenie się jednym (wspólnym) zbiorem ŁĄCZNIKA lub ustanowienie łączników cząstkowych (dla każdej z dziedzin oddzielnie, co przedstawiono na rys. 20). Istotny jest przy tym fakt, że dla danych księgowości materiałowej (i innych dziedzin pozafinansowych) nie istnieje konieczność tworzenia nowych rozwiązań. W przypadku, np. gospodarki materiałowej funkcje te pełni tablica indeksów o łączonym kluczu KTM+IDENTYFIKATOR(transakcji). Są to bezpośrednie pola rekordu ŁĄCZNIKA, z których automatycznie można tworzyć (i odtwarzać) tablice o różnych kombinacjach kluczy indeksujących.

Problemem pozostaje szybkość wyznaczania stanów dla wskazanych przedziałów czasu. W księgowości finansowej ustanowiono ŁĄCZNIK, za pomocą którego selekcjonowano transakcje ze względu na przedział czasu i konta. Minimum to konieczność przeglądania całego pliku transakcji. Korzyść, względu na oszczędność czasu, była tu niewątpliwa. Przykładowo, dla zadania z przedziałem czasu obejmującym wszystkie konta trzeba przejrzeć zbiór wszystkich transakcji tyle razy, ile jest kont w zadaniu rachunkowości. Następnie z wybranych transakcji należy obliczyć bilans otwarcia na wskazany przedział czasu, obroty i bilans zamknięcia. ŁĄCZNIK eliminuje tu przeglądanie, ale zwalnia od obliczeń bilansu otwarcia, obrotów i bilansu zamknięcia przeprowadzanych bezpośrednio na transakcjach.

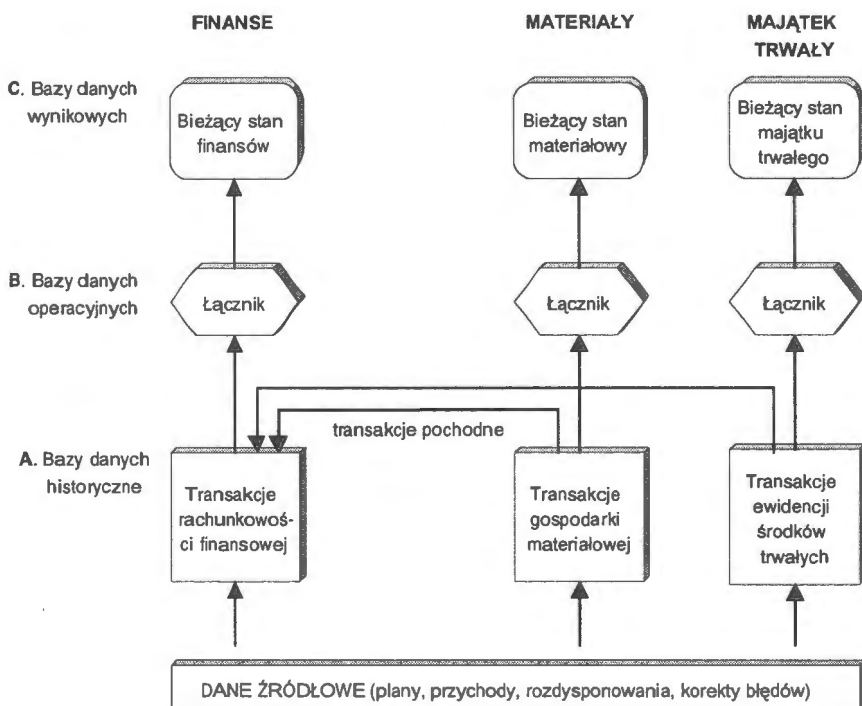


Rys. 19. Indeksacja zbioru ŁĄCZNIK dla bezpośredniego dostępu do bazy temporalnej transakcji finansowych

Źródło: opracowanie własne.

Problem ten można rozwiązać następująco. Do struktury ŁĄCZNIKA (konto, transakcje) trzeba dołączyć dodatkowe pola: wartości operacji gospodarczych dla strony Wn lub Ma oraz oznaczenie tytułu i zlecenia; tworzymy stany chronomu (punktchwili): wartość ostatniej operacji i jej cechy. Jeżeli zostało postawione pytanie: „podaj stany finansów w przedziale czasu np. 5–7. 01.” uzyskujemy bezpośrednie, wykonane za pomocą polecenia SEEK, udostępnią dane stany tego samego konta: bilans otwarcia na dzień 5.01. (Wn i Ma) i bilans zamknięcia na dzień 7.01. (Wn i Ma). Osiąga się to poprzez zsumowanie wartości Wn i Ma bezpośrednio na pliku ŁĄCZNIKA, co jest zabiegiem znacznie szybszym niż praca na transakcjach. Różnice tych stanów wyznaczają obroty na wskazanym koncie. Natomiast specyfikacja stanów operacji Wn i Ma

dla poszczególnych zapisów, wyznacza historię konta dla wskazanego przedziału czasu.



Rys. 20. Organizacja wspólnej bazy danych rachunkowości zdarzeniowej

Źródło: opracowanie własne.

Integracja w rachunkowości została przedstawiona jako możliwość wprowadzenia zasadniczych danych źródłowych, w postaci standaryzowanego ciągu rekordów transakcji. Rozwinięcie tego ciągu, podobnie jak w księgowości finansowej, powinno utworzyć i aktualizować kartoteki kont, kas, magazynów i na bieżąco prowadzić rejestr umorzeń środków trwałych. Problem drugi to skrócenie okresu obrachunkowego do jednego dnia (a nawet jednej sekundy). Może z punktu widzenia comiesięcznej sprawozdawczości państwowej i skarbowej jest to nieistotne. Przedstawiony projekt organizacji bazy dokumentów źródłowych – zdarzeń w postaci standaryzowanych rekordów – umożliwia tego

rodzaju operacje; pozwala rozbudowywać (do bardzo dużych rozmiarów) system informatyczny. Wiele funkcji standaryzujących przeksięgowania można powierzyć regułom automatycznego księgowania. Reguły mogłyby całościowo wykonywać operacje związane z zamykaniem okresów obrachunkowych. Te rodzaje rozwiązań na pewno pojawią się w niedalekiej przyszłości. Użyte do tego celu rozwiązania relacyjnych ma jednak pewne mankamenty, głównie z punktu widzenia szybkości dostępu do wyników dla różnych momentów czasu i innych warunków. Chodzi między innymi o wersje połączenia dokumentów źródłowych w naturalną hierarchię podporządkowania (również z atrybutami przyzwolenia), jak ma to miejsce w rzeczywistości.

5.1.4. Instytucja zlecenia – integracja zdarzeń

Oznakowanie instytucji zlecenia, które celowo wprowadzono do identyfikatora zdarzenia gospodarczego, ma znaczenie zasadnicze i nowatorskie. We wstępie postawiono tezę o nienadążaniu rozwiązań informacyjnych, a także informacyjnych rachunkowości, za prowadzoną działalnością gospodarczą przedsiębiorstwa. Serwisy informacyjne dotyczą przeważnie zaszłości w cyklach miesięcznych, rocznych. Brak jest w nich możliwości pełnego odwoływania do stanu rzeczywistości takiej, jaką była w przeszłości i może być, z pewnym prawdopodobieństwem, w przyszłości. Integracja księgowości finansowej, materiałowej i ewidencji majątku umożliwia pełniejsze postrzeganie zdarzenia gospodarczego. Wprowadzenie do systemu jednorodnego zapisu tegoż zdarzenia pozwala na:

- wyjaśnienie sprzeczności między potrzebami informacyjnymi prowadzenia biznesu a formalnymi zasileniami informacyjnymi komputerowych systemów rachunkowości, ewidencję technologii produkcji w przedsiębiorstwie, co jest związane z rozwojem metod MRP i reengineering'u,
- prowadzenie pełnego rozrachunku dla wybranego kierunku produkcji lub wykonania wprowadzonego do wykonania.

Istotną zaletą jest możliwość wielokierunkowego przedstawiania przebiegu (historii), np. rozpoczętej inwestycji, nie tylko w wartościach finansowych (co można było osiągnąć w opcji POTWIERDZENIE), ale również w wymiarach rzeczowych. Pod symbolem określonego zadania inwestycyjnego (zlecenia) możemy, dla dowolnego przedziału czasu lub innego kryterium, zestawiać dane w różnych sposobach edycyjnych. Rzecz jasna, prezentowany język użytkownika m

ulec wzbogaceniu o opcje opisujące stany materiałów i ponoszonych kosztów majątkowych.

Ważnym zastosowaniem przedstawionego podejścia – instytucji zlecenia – jest rachunkowość rolnicza, a w niej – chyba najtrudniejsza do poprawnego ewidencjonowania – produkcja. Gospodarstw rodzinnych lub małych przedsiębiorstw dzierżawców rolnych nie stać na prowadzenie pełnej rachunkowości. Rzeczywistość może być taka, że na niewielu kontaktach tekstowych (np. za pomocą reguł automatycznego księgowania) prowadzi się bieżący rachunek kosztów i przychodów, a dla głównego kierunku produkcji, np. dla produkcji mleka (obora), ustanawia się zlecenie i rejestruje wszystkie operacje gospodarcze (np. nakłady pasz na produkcję mleka i przychody z tym związane). Rolnik ma z tego następujące korzyści: zna wynik finansowy gospodarstwa (jako całości) i bardzo szczegółowo zna ekonomikę i technologię głównego kierunku, tj. produkcji mleka. Najważniejsze, że w sposób nieskomplikowany może prowadzić pełną rachunkowość w domu lub usługowo w specjalistycznych biurach rachunkowości rolnej.

5.1.5. Model obiektowy rachunkowości

Rozwojowi informatyki towarzyszy zmiana nastawienia do opisu gromadzenia i przetwarzania danych w komputerze. Klasyczne podejście proceduralne i bazy relacyjne w zasadzie wyczerpały swoje możliwości rozwojowe (Taylor, 1994, s. 20). Nowym podejściem jest technika obiektowa. Przejawem dostrzegania tej techniki w pracy było zastosowanie podejścia transakcyjnego do budowy systemu rachunkowości. Teorie zdarzeń (encje, cząstki) nieodłącznie wiążą się z podejściem obiektowym do opisu rzeczywistości. Sam pomysł obiektowego ujmowania (opisywania) rzeczywistości pojawił się przed dwudziestu laty w Norwegii. Tam właśnie, przy konstrukcji języka programowania SIMULA (ang. *simulation language*), zdefiniowano zasadnicze pojęcia techniki obiektowej. Chodzi o taką konstrukcję myślową, która umożliwi modelowanie różnych aspektów rzeczywistości za pomocą tych samych (dobrze poznanych i sprawdzonych) elementów.

W klasycznym podejściu programy były pisane tak, aby rozwiązać konkretne problemy. Stąd, aby ulepszyć istniejące rozwiązanie, łatwiej było napisać nowe procedury, niż przekształcić istniejące. Programowanie obiektowe omija te (i inne) niedogodności. Oferuje, np. poprzez dziedziczenie, mechani-

zmy umożliwiające składanie programów, na różne sposoby, z klas już istniejących. Bazy obiektowe bardziej wyraziście oddają teorię zdarzeń. Wyróżnia się trzy podstawowe warstwy: przechowywanie obiektów, przechowywanie złożonych informacji oraz budowa inteligentnych baz danych. Chodzi o przechowywanie i odczytywanie w pełni ukształtowanych obiektów (zob. zdarzenie – transakcja gospodarcza) bez redukcji do wymuszonego formatu (zob. rekord bazy relacyjnej). Ważna jest tu możliwość modelowania struktur wynikowych z cząstek elementarnych, gdzie np. zmiana wartości pierwotnych widziana jest we wszystkich rozwinięciach systemu.

Rozpatrzmy niektóre problemy opisu rzeczywistego systemu rachunkowości w powszechnie przyjętych standardach obiektowych. Bazy relacyjne są dwuwymiarowymi tablicami danych, składającymi się z wierszy (rekordy) i kolumn (pola). Powiązania między tablicami tworzą relacje, umożliwiające przenoszenie (dziedziczenie) danych z różnych plików. W bazach obiektowych powiązania te są daleko bardziej złożone. Szacuje się, że bazy obiektowe stanowią obecnie już kilka procent w oprogramowaniu i eksploatacji baz danych.

Podstawowe pojęcia

Obiektem może być każda encja (cząstka) pochodząca ze świata rzeczywistego i mająca jednoznaczną wartość identyfikacyjną w całym systemie. Obiekt charakteryzuje się jednym lub więcej atrybutami, jedną lub więcej metodami, które operują na wartościach tych atrybutów. Atrybuty obiektów są analogiami atrybutów (wartości kolumn) w relacyjnych bazach danych. Metody w obiektach są analogiami procedur dostarczanych w niektórych systemach hierarchicznych baz danych lub w językach programowania. Zasadniczymi pojęciami w obiektowych bazach danych są hierarchia i dziedziczenie. Wszystkie obiekty, które mają ten sam zbiór atrybutów, mogą być zgrupowane w jednej klasie. Klasy w systemie baz danych tworzą hierarchię zwaną hierarchią klas. W niektórych systemach obiektowych zakłada się, że każda klasa może mieć tylko jedną klasę, która jest jej bezpośrednim poprzednikiem i nazywa się wtedy nadklasą. Inne rozwiązania definiują, że każda klasa może mieć wiele nadklas. W pierwszym przypadku klasa dziedziczy atrybuty i metody tylko od jednej nadklasy, w drugim przypadku mamy do czynienia z wielokrotnym dziedziczeniem metod i atrybutów. Atrybuty i metody określone w tej klasie są następnie dziedziczone w sposób rekurencyjny przez wszystkie jej podklasy.

Podstawowe pojęcia, przyjęte w obiektowej bazie danych za Von Kimem (1994, s. 28), możemy wyspecyfikować w następujący sposób:

- *obiekt i identyfikator* obiektu jest jednostką podstawową bazy danych. Każdy obiekt może być rekurencyjnie powiązany z innymi obiektami przez związki semantyczne. Miejscem odwołań do innych obiektów są atrybuty. Mówi się, że obiekt składa się z identyfikatorów obiektów, a identyfikatory obiektów są jedynymi miejscami dostępu do atrybutów im przypisanych,
- *atrybuty i metody* opisują stan obiektu i sposoby jego zmiany. Atrybut może mieć wartość pojedynczą lub reprezentować zbiór wartości ze swojej dziedziny, zwanych dalej klasą. Natomiast metody są procedurami, za pomocą których wywołujemy zmiany i informujemy się o stanie obiektu,
- *klasę* stanowią wszystkie obiekty, które mają ten sam zbiór atrybutów i metod. Każdy obiekt należy tylko do jednej klasy i jest jej instancją (lub konkretem). Pojęcie klasy jest zasadniczym elementem łączącym obiektowe systemy i bazy danych,
- *hierarchia klas i dziedziczenie* tworzą aktywny i ściśle ukierunkowany układ przepływu danych i metod interpretacji w obiektowej bazie danych.

Przykładowo, każda klasa o wyższym poziomie dziedziczy wszystkie atrybuty oraz metody podklas i odwrotnie: wszystkie atrybuty i metody określone dla nadklasy są dziedziczone w sposób rekurencyjny przez wszystkie podklasy.

Obiektowa baza danych może być reprezentowana za pomocą tzw. zbioru „systemowo” zdefiniowanych klas, zbioru instancji obiektowych oraz zbiorów indeksowych (tablic kluczy), umożliwiających szybki dostęp do bazy danych. W zbiorze systemowo zdefiniowanych klas (SZK) przechowywane będą:

- klasy występujące w obiektowej bazie danych,
- atrybuty zdefiniowane dla każdej klasy,
- metody zdefiniowane dla każdej klasy,
- związki agregacji zachodzące między klasami i atrybutami,
- związki generalizacji zachodzące między klasą a jej podklasami.

Jeżeli klasy tworzą hierarchię wielokrotnego dziedziczenia, to tworzą one zakorzeniony, spójny graf acykliczny, często zwany kratą klas, w którym istnieje jeden korzeń (klasa specjalna) (Gupta, Horowitz, 1991; Douglas, 1996).

Model konceptualny bazy

Obiektowa baza danych (OBD) jest według B. Śmiałkowskiej uporządkowaną szóstką elementów (Budziński, Śmiałkowska, 1997, s. 64). Oznaczmy to symbolicznie w sposób następujący:

$$\text{OBD} = \langle K, M, O, A, \text{DH}, \text{KK} \rangle. \quad [5.0]$$

W definicji tej

$$K = \{K_1, K_2, \dots, K_k\} \quad [5.0]$$

jest zbiorem klas (K_i oznacza i -tą klasę w zbiorze klas);

$$M = \{M_1, M_2, \dots, M_m\} \quad [5.0]$$

jest zbiorem metod;

$$O = \{O_1, O_2, \dots, O_p\} \quad [5.0]$$

to zbiór obiektów, w którym zdefiniowano atrybuty ze zbioru atrybutów

$$A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}; \quad [5.0]$$

DH – jest drzewem hierarchii klas, którego wierzchołkami są klasy, a gałęziami tego drzewa zdefiniowano relacją bycia „podklasą” (lub „nadklasą”) klasy. Element KK w definicji OBD określa tzw. kompozycję klas, która zostanie zdefiniowana poniżej.

Każda metoda $M_i \in M$ jest przekształceniem zbioru parametrów wejściowych

$$PI_i^1, PI_i^2, \dots, PI_i^s \quad [5.0]$$

w zbiór parametrów wyjściowych

$$PO_i^1, PO_i^2, \dots, PO_i^r, \quad [5.0]$$

co symbolicznie zapiszemy w następujący sposób:

$$\begin{aligned} M : \text{dom}(PI_i^1) \times \text{dom}(PI_i^2) \times \dots \times \text{dom}(PI_i^s) \rightarrow \\ \rightarrow \text{dom}(PO_i^1) \times \text{dom}(PO_i^2) \times \dots \times \text{dom}(PO_i^r), \end{aligned} \quad [5.0]$$

gdzie $\text{dom}()$ oznacza dziedzinę, a symbol \times – iloczyn kartezjański.

Dla każdej z klas $K_i \in K$ w OBD definiuje się kompozycję klasy KK jako wartość jednoznacznej funkcji zdefiniowanej następująco:

$$KK : K \rightarrow A \times M, \quad [5.09]$$

gdzie

$$KK(K_i) = (A_i^1, A_i^2, \dots, A_i^{in}, M_i^1, M_i^2, \dots, M_i^{im}) \quad [5.10]$$

$$A_i^l \in A \text{ i } M_i^q \in M \quad [5.11]$$

dla $l = 1, 2, \dots, in$ i $q = 1, 2, \dots, im$ oraz $i = 1, 2, \dots, k$.

Drzewo hierarchii klas DH jest dwójką uporządkowaną:

$$DH = \langle K, V \rangle, \quad [5.12]$$

gdzie K jest zbiorem klas w OBD, a V jest zbiorem gałęzi drzewa. Gałęzie drzewa hierarchii definiuje się relacją „bycia” nadklasą klasy.

Powiemy, że klasa $K_i \subset K$ jest nadklasą klasy $K_w \in K$, co zapiszemy symbolicznie:

$$K_w \subset K_i \quad [5.13]$$

wtedy i tylko wtedy, jeżeli:

$$KK(K_i) = (A_i^1, A_i^2, \dots, A_i^{in}, M_i^1, M_i^2, \dots, M_i^{im}) \quad [5.14]$$

$$KK(K_w) = (A_w^1, A_w^2, \dots, A_w^{wn}, M_w^1, M_w^2, \dots, M_w^{wm}) \quad [5.15]$$

to

$$\begin{aligned} \exists_{q \in \{1, 2, \dots, wn\}} \exists_{l \in \{1, 2, \dots, in\}} \text{dom}(A_w^q) = \text{dom}(A_i^l) \wedge \\ \wedge \{M_w^1, M_w^2, \dots, M_w^{wm}\} \supseteq \{M_i^1, M_i^2, \dots, M_i^{im}\} \end{aligned} \quad [5.16]$$

Jeżeli $K_w \subset K_i$, to K_w nazywa się podklasą klasy K_i .

Dla pełnej definicji drzewa hierarchii bazy obiektowej należy określić zbiór gałęzi drzewa V , definiując go następująco:

$$V = \{ \langle K_j, K_w \rangle : K_w \subset K_j \wedge K_j \in K \wedge K_w \in K \} \quad [5.17]$$

Powiemy, że obiekt $O_j \in O$ jest instancją klasy $K_i \in K$, co symbolicznie zapiszemy:

$$O_j = \text{inst}(K_i) \quad [5.18]$$

wtedy i tylko wtedy, jeżeli

$$O_j = (a_j^1, a_j^2, \dots, a_j^r, m_j^1, m_j^2, \dots, m_j^s) \quad [5.19]$$

$$KK(K_j) = (A_j^1, A_j^2, \dots, A_j^r, M_j^1, M_j^2, \dots, M_j^w) \quad [5.20]$$

to

$$a_j^1 \in \text{dom}(a_j^1) \wedge \forall_{l=1, 2, \dots, r} \forall_{q=1, 2, \dots, s} m_j^q \in \{M_j^1, M_j^2, \dots, M_j^w\} \quad [5.21]$$

Jeżeli A^q jest atrybutem obiektu O_j , a M^s jest metodą tego obiektu, to zapiszemy:

$$A^q = \text{atr}(O_j), \quad [5.22]$$

$$M^s = \text{meth}(O_j). \quad [5.23]$$

Należy zauważyć, że jeśli

$$O_i = \text{inst}(K_j), \quad [5.24]$$

$$A^q = \text{atr}(O_i), \quad [5.25]$$

$$M^s = \text{meth}(O_i), \quad [5.26]$$

to

$$A^q \in KK(K_j) \text{ oraz } M^s \in KK(K_j). \quad [5.27]$$

Klasa K_i jest komponentem klasy, co symbolicznie zapiszemy:

$$K_i = \text{comp}(K_j) \quad [5.28]$$

wtedy i tylko wtedy, gdy

$$\exists! O_i = \text{inst}(K_j) \quad [5.29]$$

oraz

$$\exists_p A_p = \text{atr}(O_j) \wedge A_p = \text{adr}(K_p) \wedge \exists_s M^s = \text{meth}(O_i) \wedge M^{s^*} = \text{meth}(K_j) \quad [5.30]$$

W przypadku wielowersyjnych baz danych dodatkowo należy wprowadzić drzewo wyvodu wersji DD. Jest ono dwójką uporządkowaną w postaci:

$$DD = \langle ZK, ZV \rangle, \quad [5.31]$$

gdzie ZK jest zbiorem obiektów wersjowanych lub zbiorem wersjowanych baz danych, a ZV oznacza gałęzie drzewa wyvodu wersji. Drzewo to jest definiowane w zależności od przyjętego modelu wersjowania.

Organizacja klas danych

Bazy obiektowe poprzez swą analogię do baz relacyjnych mogą być przez nie zastępowane i odwrotnie. Przewaga baz obiektowych tkwi w potencjale intelektualnym, który można wykorzystać przy opisie i interpretacji rzeczywistości. Przedstawiono jeden z możliwych do przyjęcia wariantów organizacji obiektowej bazy danych dla rachunkowości. Przy projektowaniu tego schematu korzystano z gotowych rozwiązań ewidencji zdarzeń gospodarczych z poprzednich rozdziałów, których praktyczna realizacja w konwencji relacyjnych baz danych miała miejsce już w 1992 roku, jako pierwsza w Polsce temporalna baza finansów firmy (zob. Budziński, Gos, Nadolna, 1992). Na rysunku tym podwójną kreską oznaczono hierarchię dziedziczenia klas, a pojedynczą hierarchię kompozycji klas. W prostokątach ujęto klasy z określonymi dla tych klas atrybutami. Prostokąty puste dla odpowiednich klas dziedziczą atrybuty z nadklas hierarchii dziedziczenia. Każdy węzeł w takim grafie jest dostępny z korzenia. W systemie z pojedynczym dziedziczeniem mamy hierarchię klas, którą można opisać drzewem mającym jeden korzeń (być może specyficznie definiowanym). Hierarchia klas reprezentuje związek, tzw. generalizacji między klasą a jej pośrednimi i bezpośrednimi podklasami. Każda klasa dziedziczy wszystkie atrybuty i metody swoich nadklas; może się dodatkowo charakteryzować własnymi metodami i atrybutami.

Hierarchia klas

Za punkt wyjścia w przedstawionym rozwiązaniu przyjęto zdefiniowanie klasy *ZdarzenieGospodarcze*, która ma stanowić podstawowy zapis momentu przeprowadzenia operacji gospodarczej. Klasa ta ma trzy atrybuty: *identyfikator*, *źródło* i *księgowanie*. Dziedzizinami tych atrybutów są odpowiednio następujące klasy: *Transakcja*, *DokumentŹródłowy* i *OperacjeKsięgowe*. Z kolei dziedzizinami atrybutów tych klas są kolejne zdefiniowane klasy lub (już tylko) klasy war-

tości pierwotnych (np. integer, string itd.). Jeśli dziedziną atrybutu jest klasa pierwotna, to wartość atrybutu przechowywana w bazie danych jest instancją lub zbiorem instancji dziedziny. Jeśli dziedziną atrybutu nie jest klasa pierwotna, to wartość przechowywana dla atrybutu jest identyfikatorem (odwołaniem wskaźnikiem) lub zbiorem identyfikatorów instancji dziedziny. Dla lepszego zrozumienia tej problematyki należy omówić kolejno hierarchie klas, których początek (korzeń) ma miejsce w klasie *ZdarzenieGospodarcze*.

Klasa *Transakcja* (dziedzina atrybutu *identyfikator*) ma dwa atrybuty: *czas* – chronom zdarzenia, *miejsce* – zadanie rachunkowości, których dziedzinami są klasy pierwotne oraz jeden atrybut: *zlecenie*, którego dziedziną jest klasa *Zlecenia*. Jak widać, każda instancja klasy *ZdarzenieGospodarcze*, oprócz systemowego identyfikatora OID (ang. *object identifier*), musi być identyfikowana przez *czas* – podstawowy element temporalnych baz danych (np. *czas zajęcia zdarzenia gospodarczego z dokładnością do jednej sekundy*) oraz przez identyfikator prowadzonego aktualnie zadania rachunkowości. Identyfikację tę wzbo-gacono o opcjonalny wybór zakwalifikowania zdarzeń gospodarczych (transakcji) do grupy objętej zleceniem. Jeśli zostanie założone nowe zlecenie, to musi mu być przyporządkowana chociaż jedna transakcja. Klasa *Zlecenia* ma trzy atrybuty: *numer_id* – numer otwartego zlecenia (klasa pierwotna, np. integer), *komentarz* – opis zlecenia (klasa pierwotna, np. string) oraz *dotyczy_zdarzenia* – wskaźnik systemowy OID instancji klasy *ZdarzenieGospodarcze*. Dziedzina atrybutu *dotyczy_zdarzenia* jest więc klasa *ZdarzenieGospodarcze*. Wynika z tego, że gałąź ta w hierarchii kompozycji klas, w grafie schematu, jest cykliczna. Rozwiązania takie stosuje się do formułowania zapytań wyrażających rekursję, czego nie da się zdefiniować w relacyjnych bazach danych. Przykładem może być zapytanie o „wszystkie zdarzenia gospodarcze z 1997 roku, które dotyczą zleceń”. Intuicyjna składnia takiego zapytania wygląda następująco:

```
select (ZdarzenieGospodarcze :Z)
      (Identyfikator Czas > 1996.12.31:23.59.59 and
      Identyfikator Czas < 1998.01.01:00.00.00 and
      Identyfikator Zlecenie Dotyczy_zdarzenia = Z)
```

W zapytaniu tym zmienna *Z* przyjmuje wartości wszystkich instancji klasy *ZdarzenieGospodarcze* i klasa ta jest docelową klasą zapytania.

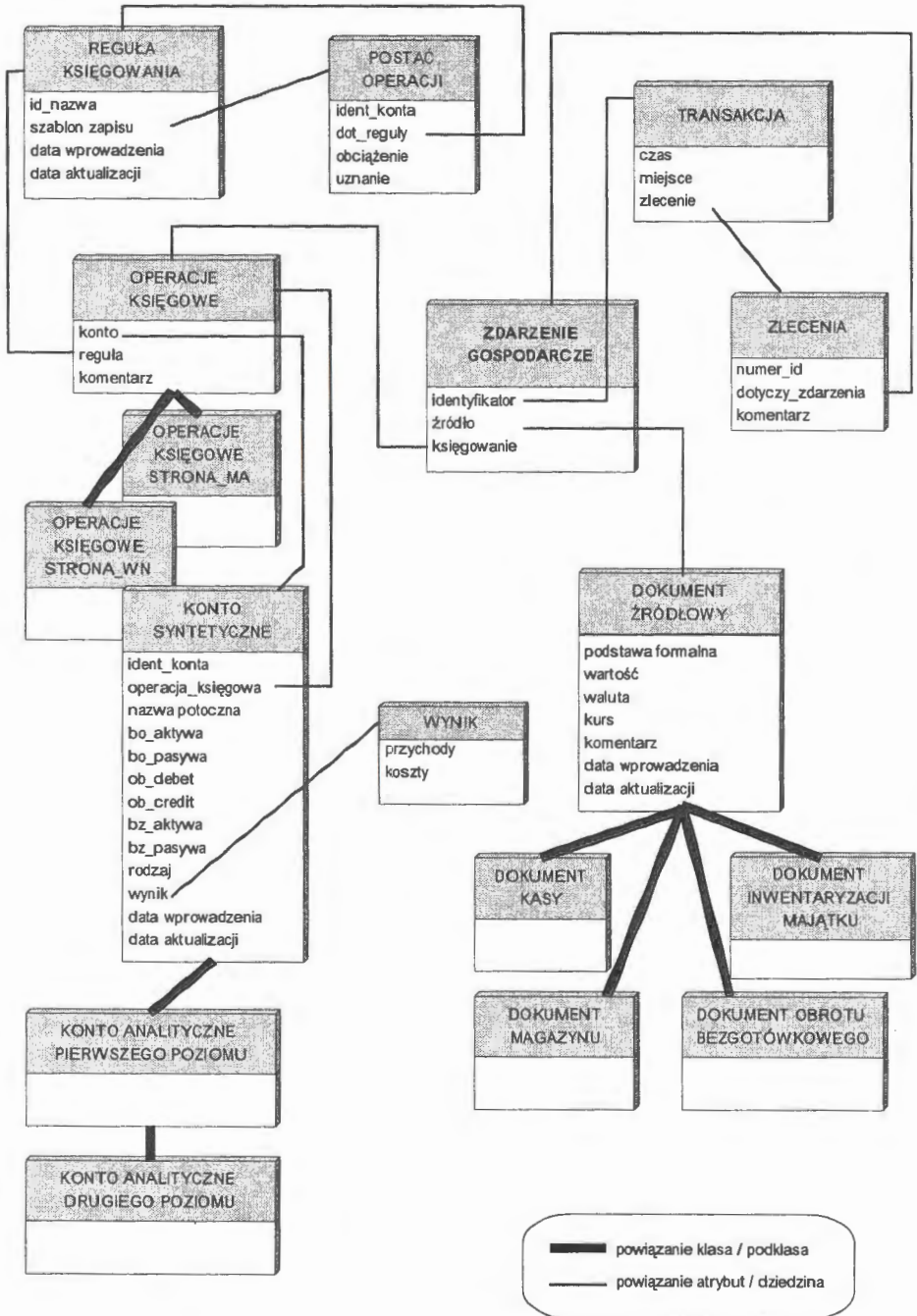
Klasa *DokumentŹródłowy* (dziedzina atrybutu *źródło*) jest korzeniem hierarchii klas z podklasami *DokumentKasy*, *DokumentMagazynu*, *DokumentIn-*

wentaryzacji *Majątku*, *DokumentObrotuBezgotówkowego*. Wszystkie te podklasy mogą dziedziczyć atrybuty od swojego przodka lub mogą się dodatkowo charakteryzować własnymi atrybutami. Dopuszcza się tu także dalszą specjalizację (poprzez dziedziczenie) dokumentów źródłowych w danym dziale, czego nie pokazano na rys. 21. Dziedzinią wszystkich atrybutów klasy *DokumentŹródłowy* są klasy pierwotne. Na dodatkową uwagę zasługuje fakt zastosowania atrybutów domyślnych, których wartość jest używana w każdej instancji klasy, jeżeli użytkownik nie dostarczy bezpośrednio wartości dla tego atrybutu. W przypadku klasy *DokumentŹródłowy* może to być atrybut: waluta = „zł”.

Ostatnim atrybutem klasy *ZdarzenieGospodarcze* jest księgowanie. Dziedzinią tego atrybutu jest klasa *OperacjeKsięgowe*, która stanowi korzeń hierarchii klas z podklasami *OperacjaKsięgowaStr_Wn*, *OperacjaKsięgowaStr_Ma*. Podklasy te, jak poprzednio, dziedziczą od swojego przodka wszystkie atrybuty. Dziedzinią atrybutu *konto* jest klasa *KontaSyntetyczne*. Klasa ta może być (jak na rys. 21) korzeniem hierarchii klas, która odpowiada hierarchii w dowolnie przyjętym zakładowym planie kont. Dziedzinią kolejnego atrybutu *reguła* jest klasa *RegułaKsięgowania*. Atrybut ten jest nieobowiązkowy przy wprowadzaniu dowolnej operacji księgowej, gdyż zakłada się, że w programie obsługującym tę bazę danych możliwe będzie księgowanie „ręczne” (tradycyjne) lub z wykorzystaniem wcześniej skonstruowanych „reguł automatycznego księgowania” (przechowywanych jako instancje klasy *RegułaKsięgowania*).

Dla przykładu można rozważyć następujące polecenie księgowania: firma ma dwóch pracowników, z kasy wypłacono im pożyczkę. Przyjmuje się, że całkowita kwota wypłacana z kasy wynosi 10 000 zł (dokument źródłowy: wartość = 10 000). Księgowanie mogłoby przebiegać następująco.

1. Księgujemy stronę „Ma” (zob. klasa *OperacjaKsięgowaStr_Ma*):
 - szukamy atrybutu *konto* dla którego *ident_konta* = „101.”, gdzie *nazwa_potoczna* = „kasa” (zob. klasa *KontaSyntetyczne*), po znalezieniu konta uznajemy je całą kwotą: *ob_credit* += wartość (gdzie *ob_credit* to wartość obrotów konta po stronie „Ma”).
2. Księgujemy stronę „Wn” (patrz klasa *OperacjaKsięgowaStr_Wn*):
 - szukamy atrybutu *konto*, dla którego *ident_konta* = „240.5.01.”, gdzie *nazwa_potoczna* = „Rozrachunki z pracownikiem A” (zob. klasa *KontaAnalityczneDrugiegoPoziomu*), po znalezieniu konta obciążamy je, np. połową kwoty: *ob_debet* += 0,5*wartość (gdzie *ob_debet* to wartość obrotów konta po stronie „Wn”), następnie dla atrybutu *operacja_księgowa*, którego dzie-



Rys. 21. Model obiektowej organizacji danych w systemie rachunkowości
 Źródło: opracowanie własne.

dziną jest klasa *OperacjeKsięgowe*, szukamy kolejnego konta, aby dokończyć proces księgowania po stronie „Wn”;

- z obiektu klasy *KontaAnalityczneDrugiegoPoziomu* poprzez rekursję zagłębiamy się w kolejnym koncie, aż do wyczerpania częściowych wartości składających się na całą kwotę stron „Wn”; w naszym wypadku szukamy jeszcze jednego atrybutu *konto*, dla którego *ident_konta* = „240.5.02.”, gdzie *nazwa_potoczna* = „Rozrachunki z pracownikiem B”, po znalezieniu konta obciążamy je pozostałą częścią kwoty: *ob_debet* += 0,5*wartość.

Przedstawiony mechanizm księgowania stosunkowo prosto wskazuje na możliwości księgowania każdych ze stron Wn i Ma niezależnie i wielokrotnie, aż do wyczerpania wartości transakcji i zgodności sum Wn i Ma.

Atrybuty czasu

Podejście obiektowe do baz danych stwarza również dodatkowe możliwości obsługi danych czasowych przechowywanych w bazie. Pozwala bowiem stworzyć specjalne metody obsługi i być może przyspieszyć operacje związane z wykonywaniem zapytań dotyczących danych historycznych obiektów. Jednym ze sposobów rozwiązania tego problemu może być przechowywanie w bazie danych obiektu w formie wielu jego wystąpień. Jest to pewna analogia do procesu wersyfikacji przedstawionej przez Von Kima (1994, s. 167). Autor wykazuje, że można wyprowadzić rekurencyjnie dowolną liczbę wersji, uzyskując hierarchię wersji danego obiektu, jeżeli zostanie utworzona najpierw jego wersja pierwotna. W ogólności wystąpienia obiektów z atrybutami czasu mogą być kolejnymi wersjami zdarzenia pierwotnego i wystąpień następnych. Te kolejno pojawiające się wystąpienia obiektu będą się różnić z punktu widzenia upływu czasu, choćby wartością atrybutu czasowego. Między tymi wystąpieniami obiektów mogą być zatem w bazie danych przechowywane dodatkowo związki dwojakiego rodzaju: bycia wystąpieniem obiektu i bycia wystąpieniem obiektu wyprowadzonym z innego wystąpienia. W ogólności wystąpienia obiektów tworzą graf skierowany, tzw. graf historii wystąpień, co przykładowo przedstawiono na schemacie 20.

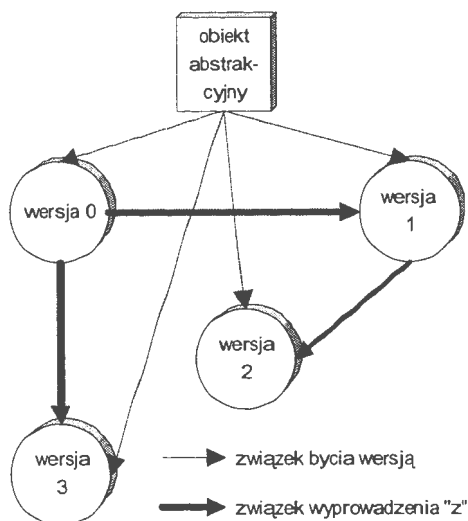
Każde wystąpienie obiektu zawiera, oprócz wszystkich atrybutów określonych w definicji OBD (Obiektowej Bazy Danych) i przez użytkownika, dodatkowe trzy atrybuty nadawane przez system obsługi i zarządzania obiektami, a mianowicie:

- identyfikator wystąpienia (numer wystąpienia),
- identyfikator obiektu (rozumiany jako identyfikator klasy, obiektu w klasie),

- następnik wystąpienia (identyfikator obiektu następnika w grafie wystąpień obiektu).

Jeżeli następnik wystąpienia jest zerem (NULL), to obiekt jest reprezentantem zdarzenia bieżącego. Ze względu na jednorodność struktury i jednakowy algorytm obsługi obiektów, obiekty genetyczne (wystąpień obiektów OBD) są przechowywane w specjalnej strukturze również typu obiektowego.

Podjęcie systemowe potwierdza tezę, że czas istnieje niezależnie od zdarzeń i systemu, którego dotyczy. Innymi słowy, zdarzenia są odwzorowaniem stanów systemu lub jego otoczenia. Zdarzenia w odpowiedniej chwili docierają do bazy danych w formie komunikatów przechwytywanych przez moduł zarządzania bazami danych i obsługi komunikatów systemowych. Uzupełnieniem reprezentacji czasu jest utworzenie pewnych semantycznych zasad opisu zdarzeń w rachunkowości, mogących wspomagać proces projektowania i programowania obiektowych baz danych. Rachunkowość jest zbiorem zdarzeń silnie normowanych, które mogłyby podlegać logicznym sterowaniom wewnętrznym. Odpowiednia byłaby tu logika obowiązku, przyzwolenia i zabronienia, zwana w literaturze *logiką deontyczną* (zob. Kania, Kędzierski, Gołuchowski, 1998). Rozwiązania, z uwzględnieniem logiki deontycznej, tworzyłyby podstawy większej naturalności, w opisie rzeczywistości przez języki programowania obiektowego. Przykładowo, ten sam towar sprzedany po terminie, który dopuszcza gwarancja, rodzi inne skutki prawne, roszczeniowe, stanu jakości (cena) itp. Podobnie jest w sprawozdawczości czy wywiązywaniu się z umów zobowiązań. Problem formalnego opisu wraz z klasyfikatorami przyzwolenia jest bardzo trudny, przede wszystkim w standaryzacji dokumentacji źródłowej, ale nieniemożliwy do realizacji. Integracja tych rozwiązań tworzy realne podstawy budowy baz inteligentnych, tj. samokontrolujących się danych w systemie rachunkowości. Takim założeniom sprzyja oparcie się na para-



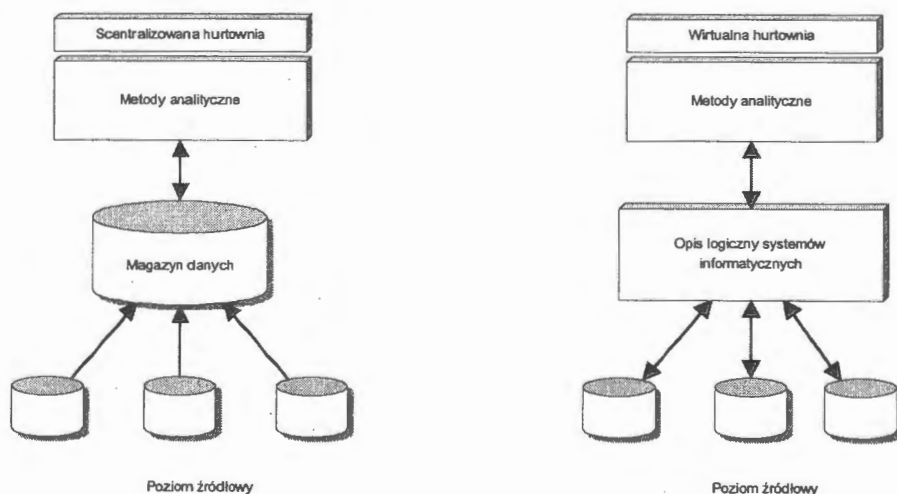
Schemat 20. Związki wersji obiektów

Źródło: Von Kim, 1994, s. 41.

dygmacie obiektowym i traktowanie czasu jako dodatkowego wymiaru każdego zdarzenia odwzorowującego stany obiektów w bazie danych.

5.2. Wirtualna hurtownia danych

Zasadniczym problemem integracji danych to równoczesny dostęp do wszelkich danych (ogółu i szczegółu) przedsiębiorstwa. Możliwości wyboru są w zasadzie tylko dwie: dążyć do budowy dużego (wielkiego) systemu, który obejmowałby możliwie wszystkie dziedziny. Jest to rozwiązanie nierealne z uwagi na niemożliwość skończenia pełnego opisu. Można natomiast zhierarchizować obsługę informacyjną przedsiębiorstwa na: system obsługi naczelnego kierownictwa (SNK) i systemy wykonawcze (dziedzinowe), np. obsługujące finanse przedsiębiorstw. System SNK „widziałby” wszystkie systemy informatyczne szczebla operacyjno-taktycznego, korzystał z ich baz i umożliwiał przetwarzanie ukierunkowane głównie na potrzeby decyzji strategicznych przedsiębiorstwa. Istotne jest przy tym założenie, że system SNK miałby możliwość tworzenia baz autonomicznych o zhierarchizowanej strukturze wewnętrznej. Bazy te mogłyby powstawać z danych wewnętrznych jako wynik kolejnych szczebli agregacji i danych zewnętrznych z dedykowanych baz dziedzinowych.



Rys. 22. Scentralizowana i wirtualna hurtownia danych

Źródło: Budziński, Jankowski (1999).

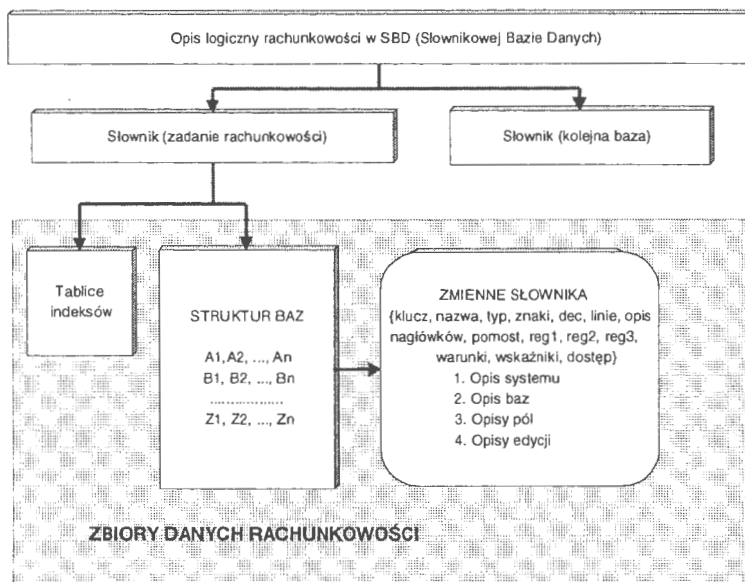
Organizacja systemu SNK winna posiadać zasadnicze cechy:

- „widzenie” wszystkich baz dziedzinowych przedsiębiorstwa (i w otoczeniu przedsiębiorstwa),
- aktywna komunikacja internetowa (poczta elektroniczna, home bank, e-biznes i e-commerce),
- organizacja baz własnych SNK w powiązaniu z zasileniami o wewnętrzne i zewnętrzne dane,
- sprawny język zapytań i edycja graficzna danych wynikowych (patrz: OLAP),
- dysponowanie katalogiem metod ilościowych wspomaganie decyzji w zakresie analizy, prognozowania i optymalizacji decyzji.

Zasadniczym elementem tak określonej (wirtualnej) hurtowni danych są jego struktury wewnętrzne – model danych. Organizacja systemu naczelnego kierownictwa była przedmiotem prac autorskich w programie celowym 208 C.S. 5-8/92 KBN; efektem końcowym tego programu był, między innymi system informatyczny klasy SNK (Budziński 1994, 1997 i 1999).

5.2.1. Słownikowa baza danych (SBD)

Problemy, przed którymi stają tego rodzaju systemy, to fakt ogromu informacji, które są dzień po dniu gromadzone w zintegrowanym systemie informatycznym. Z danych tych należy wybrać te, które są faktycznie pomocne w podejmowaniu decyzji, a przez to w zarządzaniu firmą. Ważną cechą rzeczywistości jest ciągła zmienność potrzeb informacyjnych, wynikająca ze zmienności samego przedsiębiorstwa, jak i otoczenia, w jakim ono działa. Stan ten powoduje, że zdefiniowane raz raporty po jakimś czasie stają się nieaktualne, a więc nieprzydatne. Najtrudniejsza jest zatem faza projektowania koncepcyjnego, w czasie której zarząd oraz właściciele firmy muszą sobie odpowiedzieć na pytanie: jakie informacje powinny się znaleźć w ich hurtowni. Przedstawione rozwiązanie wirtualnej hurtowni danych eliminuje w dużym stopniu przedstawione niedogodności w integrowaniu danych firmy. Rzecz oparto na koncepcji odpowiedniego opisu logicznego (słownika). Funkcje łącznika między systemem SNK a innymi systemami pełni SŁOWNIK, który może być również integratorem między bazami w obrębie tego samego systemu. Z wirtualną hurtownią danych mogą generalnie współpracować trzy grupy programów: wyboru i przekazywania informacji, projektowania opisu i dostępu do źródeł danych oraz powiązania z metodami wspomaganie decyzji.



Rys. 23. Opis logiczny systemu rachunkowości w technologii SBD

Źródło: opracowanie własne.

Formalizacja opisu matematycznego prezentowanej bazy danych jest dużym uproszczeniem; nie uwzględnia się bowiem algorytmów przetwarzania danych, a jedynie struktury statyczne. Słownikowa Baza Danych – dalej symbolicznie oznaczana jako SBD – jest uporządkowaną czwórką postaci:

$$\text{SBD} = \langle S, \text{ZR}, \text{SS}, M \rangle, \quad [5.32]$$

gdzie:

S – słownik bazy danych,

ZR – zbiór relacji (plików) bazy danych,

SS – sterownik systemu,

M – zbiór zapisów notatnikowych na polach MEMO.

Celem zdefiniowania elementów SBD przyjmijmy następujące oznaczenia i określenia. Niech ZA będzie zbiorem atrybutów relacji w bazie danych. Każdy atrybut $P \in ZA$ przynależy do jakiejś dziedziny wartości, tzn.

$$\forall_{P \in ZA} \text{val}(P) \supset \text{dom}(P) \quad [5.33]$$

ma swoją nazwę $\text{name}(P)$, typ $T(P)$ oraz długość $\text{len}(P)$.

Jeżeli pole $P \in ZA$ jest atrybutem typu kodowego, to w SBD nadaje mu pole oznakowanie w postaci:

$$T(P) = „K”$$

i określono dla takiego pola dodatkowo nazwę pliku

$$\text{pomost}(P),$$

w którym znajdują się oznaczenia kodowe pola. Niektóre pola $P \in ZA$ mogą być w bazie danych edytowane w specjalny sposób lub mogą podlegać specjalnym regułom manipulowania. Dla takich pól określa się w SBD specjalne reguły $\text{reg}_1, \text{reg}_2, \text{reg}_3$, takie że

$$\text{reg}_i: \text{val}(P) \rightarrow R,$$

gdzie $i = 1, 2, 3$, a R jest zbiorem liczb rzeczywistych.

Dla każdego pola $P \in ZA$ w SBD jest określony tzw. *dostęp* w sposób następujący:

$$\text{access}(P) \in \{0, 1, 2, 3\},$$

gdzie symbole 0, 1, 2, 3 oznaczają wartości tzw. *poziomu dostępu* do pola. Nowicjusz: 0 – zdjęcie blokad, 1 – administrator, 2 – projektant i 3 – tylko Szybszy. Szerzej o przyjętej metodzie ochrony danych traktuje opcja ADMINIS-TORA systemu.

Na podstawie definicji zbioru ZA można określić zbiór relacji baz danych ZR oraz słownik bazy danych S baz finansów w systemie. Powierz ZR jest zbiorem takich elementów b , że

$$\exists_{n \in N} b = P_1 \times P_2 \times \dots \times P_n \wedge \forall_{i=1, \dots, n} P_i \in ZA,$$

gdzie N jest skończonym zbiorem liczb naturalnych.

Jeżeli pole $P \in ZA$ jest polem bazy danych $r \in ZR$, to symbolicznie możemy:

$$P = \text{atr}(b).$$

Niech

$$\forall_{b \in ZR} \forall_{p = \text{atr}(b)} \bar{P} = P;$$

wówczas Słownik Bazy Danych S definiuje się następująco:

$$S = \text{name}(\bar{P}) \times T(\bar{P}) \times \text{pomost}(\bar{P}) \times \text{len}(\bar{P}) \times \\ \times \text{reg}_1(\bar{P}) \times \text{reg}_2(\bar{P}) \times \text{reg}_3(\bar{P}) \times \text{access}(\bar{P}). \quad [5.41]$$

gdzie:

klucz – oznacza pole dla ID (identyfikatora rekordu) opisu logicznego i wyróżnia się następujące rodzaje rekordów:

- 0000XXXX – rekord globalnego opisu systemu (stałe systemy),
- od A0010000 do Z9990000 – rekordy baz poziomu A (dane źródłowe) do poziomu Z (dane wynikowe) i na każdym poziomie może być do 999 baz, np. Z001, ..., Z999,
- od A001P001 do A001P999 – rekordy opisujące pola w strukturach danych (w jednej bazie może być do 999 pól),
- od A001E001 do A001E999 – rekordy opisujące edycje tematyczne z baz danych określonego poziomu, np. rozwiązania arkusza kalkulacyjnego edycji z warunkami czasu.

nazwa – opisuje pola rekordu, z którego została utworzona bieżąca struktura danych. Ma to znaczenie przy tworzeniu baz danych łączonych (identyfikuje się nazwy pól źródłowych, z których przyjęto strukturę logiczną i dane określonego pliku),

pomost – tworzy relacje, np. przewidziano w systemie posługiwanie się polami kodowymi; dekodery dla określenia pola znajduje się w pliku, którego nazwę lokuje się w pomoście.

kod – oznacza rodzaj informacji według przyjętych zasad konwencji xBase; C – tekst, N – numeryk, D – data, L – logiczny, M – pole notatnikowe. Wprowadzić można własne zmienne, jak K – informacja kodowa, posiadająca dalsze informacje dekodujące w pliku „pomost”.

znaki – oznaczają całkowitą liczbę znaków dla edycji pola; wartość ta pokrywa się z formatem przyjmowanym w polu opis.

dec – oznacza liczbę miejsc po przecinku dla wartości numerycznych; dla innych zmiennych wskaźnik „dec” przyjmuje 0.

linie – oznacza liczbę linii nagłówka dla edycji w informowaniu dowolnym. Wartość wykorzystywana przy projektowaniu edycji przez użytkownika systemu.

opis – oznacza tekst potocznego opisu zmiennej (bazy, systemu, edycji); tworzy obrysowany prostokąt o wymiarach $(\text{znaki} + 1) * (\text{linie} + 1)$, w którym umieszcza się tekst opisu.

reguła 1, reguła 2, reguła 3 – są polami MEMO, na których umieszcza się edycje i reguły wykonania edycji; można również umieszczać reguły manipulacji danych między polami, np. agregowanie i tworzenie wartości wynikowych w ramach tzw. języka systemu.

warunki – oznaczają pola, na których m.in. umieszcza się warunki wprowadzania danych do systemu (VALID) oraz inne wartości warunkujące stan gotowości informacyjnej systemu.

wskaźniki – oznaczają pola dla wartości, np. okresów łączenia plików, przerwań w systemie. Wartości umieszczone na tym polu umożliwiają restart z aktualnie zatrzymanego miejsca.

dostęp – jest wskaźnikiem dostępu do pola (3.19); wyróżnia się tu dostępy w trybach administratora, projektanta, „tylko czyta” oraz pola niejawnego (0, 1, 2, 3).

W systemie SBD przyjmuje się określoną typologię struktur $system \leftrightarrow baza \leftrightarrow pole$ oraz pewne rozwiązania organizacji danych, gdzie na przykład poziom A_n (dla $1 \leq n \leq 999$) reprezentuje struktury relacji danych źródłowych, B_n struktury relacji danych zagregowanych i opisanych dalej w poziomach C, D, ..., Z. Odpowiada to hierarchii rzeczywistości: dane źródłowe – wartości pośrednie – wynik finansowy. Poziom struktury B_1, B_2, \dots, B_n może być opisany w SŁOWNIKU, jeżeli istnieje zdefiniowany odpowiedni poziom bazowy A_1, A_2, \dots, A_n . Ma to znaczenia dlatego, że porządkuje opis logiczny systemu jako całości. SŁOWNIK obejmuje zgrupowanie cech opisujących w sposób dokładny strukturę plików, rekordów, pól i edycji uczestniczących w przetwarzaniu danych. Tworzy pełniejszy obraz przetwarzanego systemu, umożliwia rozszerzenie zakresu powiązań zmiennych z tzw. „struktur” definiowanych w plikach oraz umożliwia przechowywanie zaprojektowanych edycji wraz z opisem logicznym baz danych. Ułatwia przy tym funkcjonowanie języka zapytań z uwagi na kompensację całości opisów logicznych systemu (zadania rachunkowości) w jednym pliku. Manipulowany logicznie jest system (zbiór baz), baza, rekord i pole rekordu; nawet edycje wynikowe (patrz: język użytkownika).

Perfekcjonizm (wirtualizacja) podejścia słownikowego polega na tym, że pod jego postacią „widzimy” wszystkie struktury informacyjne systemu informatycznej obsługi przedsiębiorstwa. Możemy je dalej hierarchizować na poziomy B, C, ..., Z bez konieczności kopiowania danych do baz słownika. W hurtowni danych, z uwagi na możliwość manipulowania wszystkimi niezbędnymi danymi do zarządzania, powinien być aktywowany katalog metod ilościowych wspomaganie decyzji. Problem drugi, to zmienność struktur informacyjnych

w czasie – dynamika systemu. Nie dotyczy to wszystkich informacji, gdyż pewne raporty muszą być „stałe” chociażby po to, aby móc porównać dane z różnych lat. Użycie słownika ułatwia również zmianę „widzenia” struktur informacyjnych przy pomocy poleceń wewnętrznych; można zachować stare rozwiązania i pamiętać struktury informacyjne wcześniejszych wersji rozwiązań informacyjnych. Czyni się to na opisach logicznych słownika bez zmiany kodu programowego hurtowni danych. Dziedzicząc słownik, przenosimy równocześnie struktury danych i serwis informacji wynikowych z systemu. Łatwo zauważyć, że z jednej transakcji – a w zasadzie tylko z samego bloku poleceń – można rozwinąć cały system informatyczny. Jest to istotne dla zarządzania transakcjami (modelowania stanu kont) i niezawodności systemu.

Tablica 7

Struktura pliku słownika w SBD

Nr	Zmienna	Nazwa	Typ	Znaki	Dec
1	KLUCZ	Identyfikator (ID) pozycji	C	10	0
2	NAZWA	Symbol zmiennej dziedziczonej	C	8	0
3	KOD	Typ zmiennej	C	6	0
4	ZNAKI	Forma zmiennej (długość)	N	3	0
5	DEC	Wartości dziesiętne (num)	N	3	0
6	OPIS	Nazwa potoczna zmiennej	C	250	0
7	LINIE	Edycja nagłówka kolumny	N	2	0
8	POMOST	Relacja odwołań do pliku	C	8	0
9	WARUNKI	Ograniczenia wprowadzania	C	250	0
10	REGULA1	Pole MEMO dla grafiki	M	10	0
11	REGULA2	Pole MEMO dla algorytmów	M	10	0
12	REGULA3	Pole MEMO dla kopii edycji	M	10	0
13	WSKAZNIK	Ścieżki dostępu do plików	C	250	0
14	DOSTEP	Warunki dostępu do bazy	C	1	0

Zaczerpnięta koncepcja jednostki podstawowej (zdarzenia, transakcji, obiektu, patrz: rozwiązania TRANS) wraz z opisem logicznym całości w postaci SŁOWNIKA nawiązuje do rzeczywistych układów przyrodniczych. W każdej komórce znajduje się słownik (DNA), za pomocą którego można odtworzyć (klonować) cały organizm, niezależnie od komórki, z której pochodzi informacja. Jest to daleko idące uproszczenie, ale jak wykazała praktyka – dobrze się przyczynia do poprawy funkcjonalności systemu informatycznego.

5.2.2. Analiza gospodarności

W procesie zarządzania analiza stanowi szczególną fazę powstawania decyzji. Można wyróżnić wiele form analizy, głównie ze względu na zastosowaną metodę i cel, któremu ma służyć analiza. W rozumieniu ekonomicznym jest to system badań i ocena efektywności działania określonej jednostki gospodarczej w ujęciu statystycznym i dynamicznym. W praktyce do oceny efektywności gospodarowania stosuje się najczęściej kryteria w postaci różnicowej (zysk), ilorazowej (rentowność), a także wykorzystuje się specjalne zespoły indeksów efektywności. Tego rodzaju zestawienia, w diskutowanym systemie informacyjnym TRANS, można generować za pomocą opcji PROJEKTOWANIA (patrz: rozwiązania uzyskane w systemie TRANS).

Miary te, mimo ich niewątpliwych zalet w zarządzaniu, gdzie stanowią podstawę wyboru decyzji i są regulatorami pobudzania oraz zasilania systemu motywacyjnego pracy, nie pozwalają mierzyć efektów *netto zarządzania*, tzn. nie pozwalają na oddzielenie w wynikach ekonomicznych dobrej (ekspansywnej i rozsądnej) pracy dyrektorów (naczelników gmin) od działania czynników obiektywnych. Pojęcie *netto zarządzania* utożsamia w sobie ten efekt gospodarowania, który możemy przypisać zdolnościom kierowniczym zarządzających, a nie zastanym warunkom utworzonym przez naturę i poprzedników. Należy przy tym podkreślić, że zarządzanie – oprócz celowego oddziaływania na zespoły ludzkie – polega w dużej mierze na grze z naturą. Aby można było zarządzać skutecznie, niezbędna jest wiedza o mechanizmach działania określonych (istotnych) czynników w obszarach podejmowania decyzji oraz wyznaczaniu zagrożeń w postępie efektywności gospodarowania.

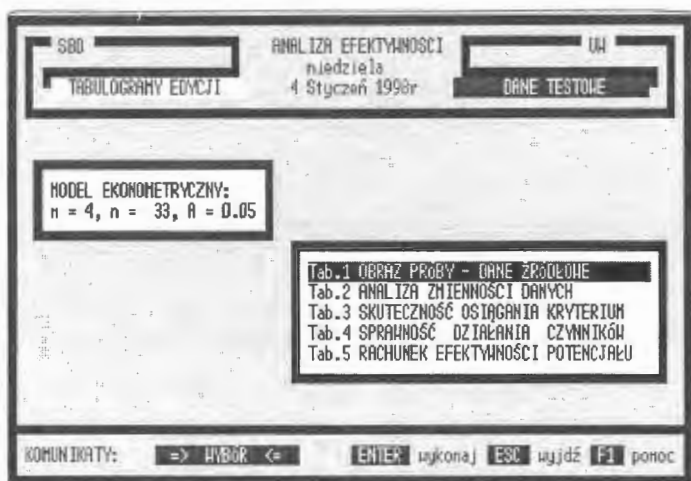
Ważnym momentem jest w zasadzie dowolność formułowania treści i edytowanie wyników dla różnych przedziałów czasu. Ma to znaczenie przy przygotowaniu danych, w tym również doboru próby do analizowania ekonomicznego. Dane mogą pochodzić z edytora PROJEKTOWANIA, który umożliwia bezpośredni dostęp do transakcji, kont lub w ogóle mogą to być wartości wprowadzane z zewnątrz. Rozważania metodyczne uzupełniono wynikami opracowanymi przez R. Budzińskiego (1994) w ramach programu celowego 28 C.S. 5-8/92 KBN. Rzecz dotyczy modułu analizy ekonometrycznej, która może funkcjonować jako opcja, tj. jeden z podsystemów w diskutowanym systemie rachunkowości informatycznej.

Analiza ekonometryczna efektywności

Można przyjąć, że każdy system uznany jest za efektywny wtedy, gdy przynosi określone, najczęściej pożądane przez użytkownika, maksymalnie dodatnie efekty. W literaturze spotyka się w zasadzie dwa ujęcia efektywności systemu, mianowicie:

- miarą efektywną jest relacja (stosunek, różnica) między poniesionymi nakładami a otrzymanymi wynikami,
- miernikiem efektywności jest przede wszystkim stopień osiągnięcia zadeklarowanego celu.

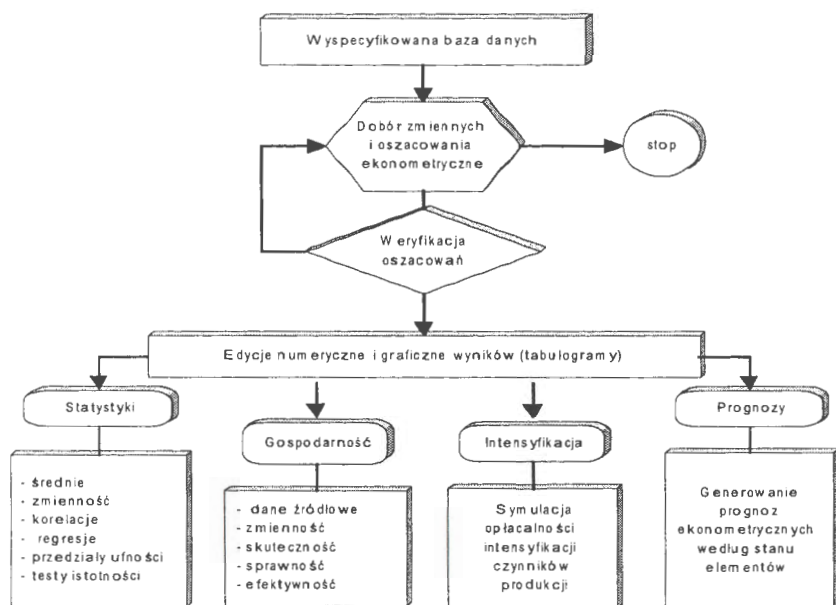
Każde z tych podejść jest w pewnym sensie ułomne i nie obejmuje wszystkich aspektów pojęcia efektywności.



Ekran 79. Ekonometryczna analiza efektywności

Koncentracja wyłącznie na badaniu relacji wyników do nakładów jest jednostronna i prowadzi do strategii postępowania zwanej często „oszczędnością za każdą cenę”. Łatwo to udowodnić wyobraziwszy sobie sytuację, że mamy do czynienia z relacją abstrakcyjną. Relacja będzie najkorzystniejsza w sensie matematycznym, gdy nakłady są równe zero. Wówczas bowiem, jakkolwiek wynik bliski, ale nierówny zero dałby efektywność nieskończenie wielką. Koliduje to z oczywistym faktem, że właśnie nakładom (i warunkom) przypisuje się powstawanie, np. określonego przychodu finansowego w przedsiębiorstwie. Po-

dobnie zainteresowanie się wyłącznie stopniem osiągnięcia założonego celu (bądź celów) prowadzi do pokusy osiągania określonych stanów za wszelką cenę. Jest to sytuacja typowa dla problemów optymalizacyjnych z jedną funkcją celu, gdzie realizacja ekstremum tego funkcjonału (choć matematycznie właściwa) jest bardzo kosztowna z uwagi na silne zdeterminowanie struktury rozwiązania zbyt jednostronnym podejściem decyzyjnym. Natomiast przy optymalizacji wielowskaźnikowej (w tym i stochastycznej) jawi się problem udziału preferencji decydenta, tj. generowanie rozwiązań autorskich i subiektywnych (w tym również *Pareto-optymalnych*).



Rys. 24. Organizacja komponentu informatycznego analizy ekonometrycznej

Źródło: opracowanie własne.

Powstaje pytanie, czy w ogóle można zmierzyć racjonalność organizacji działania. Lange (1967) przyjmuje, że miarą racjonalności prowadzenia gospodarowania [efektywności – R.B.] jest odniesienie uzyskanych wyników do rozwiązań optymalnych. Ujemne odchylenia świadczyłyby o pewnym – określonym przez funkcję celu – marnotrawstwie sił i środków. Kotarbiński wskazuje: „Im zaś lepiej jest działanie przystosowane do okoliczności i w ogóle do wszyst-

kiego, cokolwiek w sądzie prawdziwym stwierdzić można, tym bardziej jest ono racjonalne” (Kotarbiński, 1973). W praktyce rzadko mamy możliwość posługiwania się rozwiązaniami w pełni optymalnymi, a więc również i możliwościami mierzenia odchyleń uzyskanych poziomów gospodarowania lub wyników finansowych. Bardziej odpowiednia wydaje się definicja prof. Kotarbińskiego, która mimo pewnego spojrzenia filozoficznego sugeruje wyraźnie zastanowienie się nad kwantyfikacją okoliczności [istotnych czynników – R.B.] w podejmowaniu decyzji.

Tab.1 DANE ŹRÓDŁOWE I ŚREDNIE: "Efektywność gospodarowania"

Lp	Wyszczególnienie przedsiębiorstwa	Sprzedaż u mln zł na osobę	Koszty najtańsze mln/os.	Koszty materiałowe na osobę	Płace u mln na osobę
1	PPCukro.Szczecin	227.43	11.37	160.24	23.35
2	POH Nowogr	81.04	5.72	44.82	19.19
3	ELTOR NIERZYM	117.00	10.36	31.88	19.92
4	PR-MPZ-M Starg.	172.50	4.46	33.13	29.76
5	ZNHR Banie	149.00	3.68	88.43	17.83
6	ZNHR Lobez	100.57	12.40	49.59	24.04
7	ZNHR Ploty	99.14	5.35	52.67	16.42
8	"PROMETAL" Starg.	71.65	7.90	21.83	18.21
9	RPH Nowogard	114.57	7.55	34.94	23.19
10	PZZ Szczecin	94.99	6.20	52.35	10.72
11	PZZ Stargard Sz.	146.41	8.91	86.93	11.62
12	PPCukro.Gryfice	202.57	11.17	124.91	20.52

KOMUNIKATY: => WYBÓR <=> F2 - prześlij CTRL_P drukuj ESC wyjść

Ekran 80. Dane źródłowe w systemie analizy (przykład)

Jeżeli dysponujemy odpowiednio dopasowanym modelem ekonometrycznym zachowania się j -ych obiektów sterowania, to istnieje możliwość wyznaczenia dla każdego z tych obiektów oceny wykorzystania zaangażowanych i istotnie oddziałujących czynników i warunków gospodarowania.

Zależność tę sformułujemy w sposób następujący:

$$y_j - \hat{y}_j = \hat{u}_j, \quad [5.42]$$

gdzie:

- \hat{u}_j – miara efektywności rozpatrywanego procesu dla j -ego obiektu,
- y_j – wykazana, rzeczywista wartość funkcji celu (poziomu gospodarowania) uzyskana przez dany obiekt,

\hat{y}_j – wartość teoretyczna (nadzieja matematyczna) poziomu gospodarowania, którą j-y obiekt mógłby osiągnąć, prowadząc w sposób zgodny z oszacowaną funkcją regresji działalność produkcyjną.

Miarą efektywności gospodarowania jest tu podstawowa zależność metody MNK, a mianowicie: *powrotne odniesienie uzyskanych wyników w j-ych obiektach do odpowiednio dopasowanego modelu zachowania się całej zbiorowości (funkcji regresji)*, gdzie wariancja resztowa s^2 osiąga minimum. Jak z tego wynika, podstawą kształtowania się ocen jest, przede wszystkim, analiza zmienności wielkości wejścia (ekran 82).

Tab.2 ANALIZA ZMIENNOŚCI: "Efektywność gospodarowania"

Lp	Wyszczególnienie przedsiębiorstwa	Sprzedaż w mln zł na osobę	Koszty najtaniej w mln/os.	Koszty materiałowe na osobę	Płace w mln na osobę
1	PPCukro.Szczecin	75.10	3.24	86.74	2.75
	- (Z)	49.30	39.87	118.01	13.35
2	POM Nowogrd	-71.29	-2.41	-28.68	-1.41
	- (Z)	46.80	29.63	39.02	6.84
3	ELTOR MIERZYN	-35.33	2.23	-41.62	-0.68
	- (Z)	23.19	27.45	56.63	3.30
4	PR-HPZ-M Starg.	20.17	-3.67	-40.37	9.16
	- (Z)	13.24	45.13	54.93	44.47
5	ZNMR Banie	-3.33	-4.45	14.93	-2.77
	- (Z)	2.19	54.73	20.31	13.45
6	ZNMR Lobez	-51.76	4.27	-23.91	3.44
	- (Z)	33.98	52.54	32.53	16.70

KOMUNIKATY: => H\YEOB <=> F2 - prześlij CTRL_P drukuj ESC wyjść

Ekran 81. Analiza zmienności danych źródłowych

Interesującą koncepcją metodologiczną jest utożsamienie efektywności działania systemu (firmy) z efektywnością ekonomiczną (sprawnością) i oceną stopnia osiągnięcia celu (skutecznością). Najlepiej byłoby, aby te dwa pojęcia rozpatrywać łącznie. Takie podejście do efektywności działania systemu zaproponowali, między innymi, V. Muresan (1980) oraz R. Budziński i J. Kopeć (1981), niezależnie od siebie. Koncepcje te, mimo dużych podobieństw toku myślenia, różnią się wyraźnie założeniami i aparatem matematycznym dowodzenia. V. Muresan rozpatruje trzy zasadnicze stany działania systemu D, tj. stan początkowy w_0 , stan osiągnięty w_r i stan docelowy w_s , mianowicie:

$$D(w_0, w_r, w_s) w_0 \in W_0, w_r \in W_r, w_s \in W_s, \quad [5.43]$$

gdzie W_0, W_r, W_s oznaczają odpowiednio: zbiór stanów początkowych, docelowych (celów działania) i osiągniętych (rezultaty), natomiast W oznacza zbiór możliwych stanów systemu. Dalej, poprzez różne kombinacje ocen tworzone są odpowiednie funkcje skuteczności i ekonomiczności, które można zestawić, w zależności od kwalifikacji, w postaci macierzy kwadratowej czterowymiarowej opisującej możliwe stany rozpatrywanego systemu działania.

Nas będzie interesowała przede wszystkim efektywność netto zarządzania w ujęciu modelu ekonometrycznego. Powstaje problem odpowiedniej kwantyfikacji dla jednostek badanej zbiorowości. Wydaje się, że najprostszym ujęciem tego rodzaju klasyfikacji byłoby kryterium ilorazowe, które informowałoby o stopniu wykorzystania zaangażowanego potencjału istotnych czynników warunkujących efektywność funkcjonowania przedsiębiorstwa. W wyniku przeprowadzonych porównań okaże się, że jedne jednostki w mniejszym, inne w większym stopniu odchylają się od oszacowanego wzorca zachowania się całej zbiorowości.

Sprawność gospodarowania

Na wstępie należy wyjaśnić, kiedy różnice dla dowolnej i -tej funkcji celu są istotne, tzn. kiedy oszacowana wartość \hat{y}_{ji} istotnie różni się od wartości zrealizowanej y_{ji} . Posłużono się statystyką podaną przez R. Budzińskiego i J. Kopia (1981):

$$\frac{y_j - \hat{y}_j}{S_e} \quad \text{dla } j = 1, 2, \dots, n, \quad [5.44]$$

gdzie S_e jest szacunkiem odchylenia standardowego składnika losowego. Za pomocą tej statystyki możliwa jest weryfikacja założeń hipotezy, gdy licznik tego wzoru jest zmienną o rozkładzie normalnym, a mianownik jest pierwiastkiem kwadratowym ze zmiennej o rozkładzie $X^2_{n-k-1/n-k-1}$.

Rozważana statystyka ma rozkład t -Studenta o tej samej liczbie stopni swobody, gdzie prawdopodobieństwo odrzucenia hipotezy H_0 będzie określone na poziomie $t_{n-k, \alpha}$, co oznacza, że hipotezę zerową należy odrzucić. Oznaczając przez t wartości krytyczne odczytywane z tablic rozkładu t -Studenta dla poziomu istotności α (zakładamy z reguły $\alpha = 0,05$) i $n - k - 1$ stopni swobody, two-

rzymy następujące klasy sprawności (i dalej skuteczności oraz efektywności) niezwykle niską (NN), niską (N), przeciętną (P), wysoką (W) i wyjątkowo wysoką (WW), gdy

$$(NN) \quad y_j - \hat{y}_j \leq -S_e t_\alpha, \quad [5.45]$$

$$(N) \quad -S_e t_\alpha < y_j - \hat{y}_j \leq -S_e, \quad [5.46]$$

$$(P) \quad -S_e < y_j - \hat{y}_j \leq -S_e, \quad [5.47]$$

$$(W) \quad S_e < y_j - \hat{y}_j \leq S_e t_\alpha, \quad [5.48]$$

$$(WW) \quad y_j - \hat{y}_j \leq S_e t_\alpha. \quad [5.49]$$

Przedstawione w [5.54–5.58] ujęcie klasyfikacji sprawności wynika z założenia, że elementem głównym kreowania dyspersji wyników jest oszacowane resztowe odchylenie standardowe (S_e). Mówi ono, o ile średnio różnią się rzeczywiste wyniki (np. przychody przedsiębiorstw $\rightarrow y_j$) od wyników wzorcowych \hat{y}_j , które wynikają z oszacowanej postaci równania regresji.

Tab. 4 SPRAWNOŚĆ WYKORZYSTANIA POTENCJAŁU: "Efektywność gospodarowania"

Lp	Badany OBIEKT /nazwa/	STAN WYKAZANY: #Sprzedaż	Odchyl. od oczekowań	W INNO BYĆ UZYSKANE	DYNAMI- KA (Z)	Spra- wno- ść	MIEJSCE I PRÓBIE
24	SPPZ Nowogard	226.58	76.41	150.17	150.88	II	1
27	RPM Szczecin	190.98	63.08	127.90	149.32	II	2
20	RPM Stargard Sz.	126.60	38.55	88.05	143.78	II	3
31	PH-U "PONTOR"	270.57	64.63	205.94	131.38	II	4
19	"PZZ" Gryfice	123.63	27.53	96.10	128.65	II	5
4	PR-MPZ-M Starg.	172.50	30.74	141.76	121.69	PH	6
14	PZRH "HODOROL"	106.21	15.89	90.32	117.59	PH	7
11	PZZ Stargard Sz.	146.41	16.21	130.20	112.45	PH	8
10	PZZ Szczecin	94.99	9.93	85.06	111.67	PH	9
3	ELTOR HIERZYN	117.00	8.53	108.47	107.86	PH	10
17	WPPrzen. Miesnego	317.84	22.94	294.90	107.78	PH	11
32	PZZ Lobeż	211.54	10.77	200.77	105.36	PH	12
22	BACUTIL Szczecin	437.56	11.90	425.66	102.80	PH	13

KOMUNIKATY: => Wskaz <=> F2 - prześlij CTRL_P drukuj ESC wyjść

Ekran 82. Analiza sprawności wykorzystania czynników

Warto zaznaczyć, że przy założeniu normalnego rozkładu reszt $y_j - \hat{y}_j$ około 66 % całej ich populacji mieści się w przedziale $(-S_e, S_e)$, a blisko 96 %

w przedziale $(-2S_e, 2S_e)$, co w przybliżeniu może tworzyć prawdopodobieństwo wystąpienia:

(NN)	→	2 %
(N)	→	15 %
(P)	→	66 %
(W)	→	15 %
(WW)	→	2 %

Korzystając z rozkładu t-Studenta (który jest zbliżony dla $n \rightarrow \infty$ do rozkładu normalnego), uznaliśmy, że wskazana jest korekta S_e przy tworzeniu przedziałów klasowych dla oceny sprawności w przedsiębiorstwie. Rolę tej korekty pełnią wartości t odczytywane (nie jest to warunek stały w procedurze komputerowej, o czym dalej) dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$. Praktycznie zakres zmienności t_α (zakładając, że $n \neq 7$) sięga od 2,365 do 1,96. Tym samym mamy możliwość, w pewnych granicach, uzależnić rozpiętość przedziałów klasyfikacyjnych nie tylko od odchylenia standardowego resztowego, ale i od liczby użytych do oszacowania obserwacji (w przedsiębiorstwie lub przedziałów czasowych dla jednego przedsiębiorstwa) oraz liczby szacowanych parametrów. Jest to uzasadnione faktem, że przy większej liczbie obserwacji wyniki estymacji są dokładniejsze. Z kolei większa liczba szacowanych parametrów wpływa tu na zmniejszenie dokładności oszacowań, co jest pewnym odzwierciedleniem naturalnego podejścia w identyfikowaniu – wyjaśnianiu nieokreśloności.

Skuteczność działania

Podobnie jak sprawność, można ocenić skuteczność w osiąganiu maksymalnego stopnia realizacji celu. Mamy wtedy średnią (\bar{y}) poziomu y_i dla danej grupy przedsiębiorstw w badanej próbie i jej odchylenie standardowe (S_y). Przyjęta tu wartość krytyczna $t^*\alpha$ odczytana jest z tablic rozkładu t-Studenta dla $n - 1$ stopni swobody i poziomu istotności.

Odpowiednio dla [5.59–5.63] skuteczność oceniamy następująco:

$$(NN) \quad y_j - \hat{y}_j \leq -S_y t^*\alpha, \quad [5.50]$$

$$(N) \quad -S_y t^*\alpha < y_j - \hat{y}_j \leq -S_y, \quad [5.51]$$

$$(P) \quad -S_y < y_j - \hat{y}_j \leq -S_y, \quad [5.52]$$

$$(W) \quad S_y < y_j - \hat{y}_j \leq -S_{yt}^* \alpha, \quad [5.53]$$

$$(WW) \quad y_j - \hat{y}_j \leq -S_{yt}^* \alpha, \quad [5.54]$$

gdzie istotnym momentem tej klasyfikacji jest wartość odchylenia standardowego S_y zmiennej zależnej y_j , stanowiąca kryterium oceny w badanej próbie.

Tab. 3 SKUTECZNOŚĆ W OSIĄGANIU PRZYJĘTEGO KRYTERIUM OCENY

Lp	Badany OBIEKT /nazwa/	STAN WYKAZANY: #Sprzedaż	Odchyl. od średniej	Odsetki do średniej	SKU- TECZ NOŚĆ	MIĘJSCE W PRÓBIE
22	BACUTIL Szczecin	437.56	285.23	187.24	HH	1
30	PPCukr.Kluczewo	340.00	187.67	123.20	HH	2
17	WPPrzen.Miesnego	317.84	165.51	108.65	H	3
31	PH-U "PONTOR"	270.57	118.24	77.62	H	4
1	PPCukro.Szczecin	227.43	75.10	49.30	PH	5
24	SPPZ Nowogard	226.58	74.25	48.74	PH	6
32	PZZ Lobeż	211.54	59.21	38.87	PH	7
12	PPCukro.Gryfice	202.57	50.24	32.98	PH	8
26	ZNMR Golczewo	191.47	39.14	25.69	PH	9
27	RPM Szczecin	190.98	38.65	25.37	PH	10
4	PR-HPZ-H Starg.	172.50	20.17	13.24	PH	11
25	ZNMR RESKO	156.89	4.56	2.99	PH	12
5	ZNMR Banie	149.00	-3.33	2.19	PH	13

KOMUNIKATY: => WYBÓR <=> F2 - prześlij CTRL_P drukuj ESC wyjść

Ekran 83. Analiza skuteczności w osiągnięciu celu

W dyskusji wykazano, że rozstrzygnięcie o efektywności danego obiektu wymaga oceny skuteczności i sprawności. Ważne jest przy tym ujęcie zmierzonych preferencji analityka-decydenta w ocenie miejsca tych kryteriów (rangów-ważności) w całościowym spojrzeniu na analizowane obiekty i otaczającą rzeczywistość. Pewnym rozwiązaniem może tu być połączenie przyjętych przedziałów klasowych, określonych w [5.64–5.68] i [5.59–5.63], aby dokonywać wspólnej oceny jednocześnie według obu kryteriów. Jedną z możliwych koncepcji takiego połączenia jest proste zsumowanie lewych i prawych stron odpowiednich nierówności. Dla uwzględnienia możliwości przypisania różnej skali wpływu obu kryteriów na efektywność, wprowadzono nadawanie wag (rangów) dla częstego dylematu: sprawny ↔ skuteczny.

Efektywność gospodarowania

Przyjmijmy, że $y_j - \hat{y}_j = S_p$, a $y_j - \bar{y}_j = S_k$ oraz K to ranga dla skuteczności i P ranga dla sprawności. Jeżeli pozostałe oznaczenia są jak dla [5.64–5.68] i [5.59

5.63], to otrzymamy ważne kryterium oceny efektywności w formie następującej:

$$(NN) \quad KS_e + PS_p \leq (KS_e t_\alpha + PS_y t^* \alpha), \quad [5.55]$$

$$(N) \quad (KS_e t_\alpha + PS_y t^* \alpha) < KS_k + PS_p \leq -(KS_e + PS_y), \quad [5.56]$$

$$(P) \quad -(KS_e + PS_y) < KS_k + PS_p \leq KS_e + PS_y, \quad [5.57]$$

$$(W) \quad KS_e + PS_y < KS_k + PS_p \leq KS_e t_\alpha + PS_y t^* \alpha, \quad [5.58]$$

$$(WW) \quad KS_k + PS_p > KS_e t_\alpha + PS_y t^* \alpha. \quad [5.59]$$

Zwróćmy uwagę, że wartości K i P są dowolne, a istotne znaczenie ma jedynie ich wzajemny stosunek, który w naszym rozumieniu może odzwierciedlać preferencje analityka (decydenta) w ocenie funkcjonowania grupy przedsiębiorstw, jego własne cele w sterowaniu lub współpracy z różnymi firmami.

Tab5 RACHUNEK EFEKTYWNOŚCI DZIAŁANIA CZYNNIKÓW: "Efektywność gospodarowania"

Lp	Badany OBIEKT /nazwa/	STAN WZMIAZAMY: Sprzedaż	SKUTECZNOŚĆ					SPRAWNOŚĆ					EF EK TY	MIEJ- SCE PROBY		
			NN	N	PN	PH	HH	u %	NN	N	PN	PH			HH	u %
22	BACUTIL Szczecin	437.56					**	287.24			**			102.80	H	1
17	HPP rzen. Miesnego	317.84				**	208.65			**			107.78	H	2	
31	PH-U "POMTOR"	270.57				**	177.62			**			131.38	H	3	
24	SPPZ Nowogard	226.58			**		148.74			**			150.88	H	4	
30	PPCukr. K. Luczewo	340.00				**	223.20		**				89.94	H	5	
27	RPH Szczecin	190.98			**		125.37			**			149.32	PH	6	
32	PZZ Lobeż	211.54			**		138.87			**			105.36	PH	7	
4	PR-HPZ-M. Starg.	172.50			**		113.24			**			121.69	PH	8	
12	PPCukro. Gryfice	202.57			**		132.98		**				95.60	PH	9	
1	PPCukro. Szczecin	227.43			**		149.30		**				86.82	PH	10	
26	ZMMR Golezowo	191.47			**		125.69		**				98.12	PH	11	
20	RPH Stargard Sz.	126.60			**		89.11			**			143.78	PH	12	
11	PZZ Stargard Sz.	146.41			**		96.11			**			112.45	PH	13	

KOMUNIKATY:

=> WYBÓR <=

F2 - prześlij CTRL_P drukuj

ESC wyjść

Ekran 84. Edycja efektywności działania czynników w gospodarowaniu

Przyjęcie odpowiedniej wartości rang K i P jest uzależnione od tego, jaki pogląd reprezentuje użytkownik realizujący badania efektywności. Łatwo przy tym zauważyć, że jeśli założymy $K = 0$ i $P = 1$, to mamy badanie sprawności firmy (przedsiębiorstwa), dla $K = 1$ i $P = 0$ badanie skuteczności, a dla innych przypadków różne warianty pośrednie.

Analiza zagrożeń w postępie efektywności

Przedstawioną metodę mierzenia efektywności gospodarowania, interpretowaną jako ogólnie lepsze wyniki w porównaniu z przeciętnym stanem wykorzystania potencjału produkcyjnego, rozpatruje się w kilku aspektach. Można badać zachowanie się obiektów na tle innych, należących do tej samej branży lub terytorium, np. oceniać efektywność gmin w regionie; można też analizować gospodarność w czasie, a także połączyć elementy czasu i przestrzeni, badając równocześnie efektywność procesu gospodarowania w ujęciu przestrzenno-czasowym. Rozpatrywanie problemu efektywności gospodarowania w czasie wiąże się z oszacowaniem tendencji rozwojowych i stabilnością w postępie efektywności gospodarowania. Przede wszystkim sugeruje zastanowienie się nad stabilnością procesu gospodarowania na tle ukształtowanej tendencji rozwojowej. Jeżeli w którymś z obiektów oszacowano poziom gospodarowania w ujęciu statycznym, to powstaje pytanie: czy jest to przejaw normalnej tendencji rozwojowej, czy chwilowy (wybuchowy) postęp lub regres w prowadzeniu przedsiębiorstwa? Mowa tu o zjawisku homeostazy, tj. dynamicznego przywracania celowo naruszanej równowagi wewnętrznej systemu. Moment ten ma zasadnicze znaczenie dla postępu w efektywności gospodarowania. W postępie tym interesuje nas głównie zdolność tego procesu (poprzez trafne decyzje) do przywracania naruszanej dynamicznie równowagi wewnętrznej w wymianie energii i informacji z otoczeniem przedsiębiorstwa. Cecha ta odróżnia układy inteligentne, mające zdolność identyfikowania i kojarzenia interakcji pomiędzy stanami elementów nastawialnych a wynikami gospodarowania, od układów regulujących (nie tworzących postępu), które występują najczęściej w automatyce.

Tendencję rozwojową analizowanego procesu gospodarowania w czasie możemy opisać funkcją regresji o ogólnej postaci:

$$y_t = f(t) + u \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad [5.60]$$

gdzie:

- $f(t)$ – pewna funkcja czasu,
- u – składnik losowy.

Przyjmując poziom badanego zjawiska jako zmienną zależną y_t w kolejnych jednostkach czasu (dla $t = 1, 2, \dots, T$), możemy wyznaczyć prawidłowości za-

chodzące w rozwoju analizowanego procesu gospodarowania. Przyjmuje się jako trend, w zależności od przebiegu tego procesu w czasie, linię najbardziej dopasowaną do rzeczywistych wartości y_1, y_2, \dots, y_T , co często odpowiada funkcji regresji prostoliniowej, parabolicznej lub wykładniczej. Na tle ukształtowanej tendencji rozwojowej (linii trendu) możemy rozpatrywać problemy stabilności procesów efektywnościowych. Przyjmijmy, że zmienna y_t opisuje wynik działalności produkcyjnej w czasie t w analizowanych okresach (dla $t = 1, 2, \dots, T$) przybiera wartości y_1, y_2, \dots, y_T . Niech zmienna y_t stanowi wartość realizacji y_t obliczoną na podstawie równania regresji. Powstała różnica:

$$y_t - \hat{y}_t = \hat{u}_t \quad t = 1, 2, \dots, T \quad [5.61]$$

będzie informować o poziomie odchylen realizacji funkcji celu od jej nadziei matematycznej \hat{y}_t i w poszczególnych okresach t (dla $t = 1, 2, \dots, T$) przyjmie wartości $\hat{u}_1, \hat{u}_2, \dots, \hat{u}_T$. Aby wyznaczyć, czy dany proces gospodarowania jest stabilny, należy określić dopuszczalną tolerancję (granice) dla \hat{u}_t . Za dopuszczalną tolerancję odchylenia dla \hat{u}_t możemy przyjąć wartości st, α , gdzie spełnienie nierówności:

$$|\hat{u}_t| \leq st'_\alpha \quad t = 1, 2, \dots, T \quad [5.62]$$

będzie oznaczać, że w danym momencie czasu t (dla $t = 1, 2, \dots, T$) poziom odchylenia wartości rzeczywistej y_t należy przyjąć jako niezagrożony dla istotnego zachwiania się wewnętrznej równowagi w efektywności gospodarowania. Problem ten omawia J. Hozer (1978), który do obliczeń praktycznych, głównie dla małych ciągów chronologicznych, zaleca przyjąć jako próg stabilności w efektywności gospodarowania zależność $|\hat{u}_t| \leq sW_k$, gdzie s oznacza odchylenie standardowego składnika losowego oszacowanej linii trendu, a wartość $1 \leq W_k \leq 2$ jest empirycznym współczynnikiem korygującym przedział stabilności dla różnych poziomów zmienności i liczby obserwacji.

Liczbę przypadków w analizowanym ciągu chronologicznym, kiedy $|\hat{u}_t|$ nie znajduje się w przedziale uznanym za stabilny, a ściślej: zagrożona jest stabilność całego procesu gospodarowania w czasie, oznaczymy przez $L_{|\hat{u}_t|} > st'_\alpha$, natomiast całkowitą liczbę odchylen od stanu równowagi oznaczymy przez L . Przyjmując, że zmienna $|\hat{u}_t|$ jest zmienną o rozkładzie normalnym $N(0, 1)$, proces ten możemy uznać za stabilny, jeżeli zajdzie nierówność:

$$H_{rz} < H_t, \quad [5.63]$$

gdzie częstość oczekiwaną w warunkach losowych oznaczmy przez:

$$H_t = P(|\hat{u}_t| > sW_k) \quad [5.64]$$

i rzeczywistą częstość względną odchyłeń oznaczmy przez:

$$H_{rz} = \frac{L_{|\hat{u}_t| > st'_\alpha}}{L}, \quad [5.65]$$

to spełnienie nierówności $H_{rz} < H_t$ będzie wskazywać na stabilność w swej efektywności analizowanego procesu gospodarowania, tzn. że częstość zbyt dużych odchyłeń od stanu równowagi jest mniejsza od częstości oczekiwanej w warunkach losowych (Hozer, 1978).

Dążeniem w powyższych rozważaniach jest wypracowanie poglądu umożliwiającego kwantyfikację zagrożeń w procesie sterowania przedsiębiorstwem (i rzadziej w przedsiębiorstwie). W tym aspekcie należy rozpatrywać trzy cechy kwantyfikacji, a mianowicie: efektywność procesu gospodarowania dla danego momentu czasu, poprawę w stosunku do poprzedniego okresu oraz przemiany oceny efektywności gospodarowania na tle ukształtowanej tendencji rozwojowej. Jeżeli dany obiekt (przedsiębiorstwo) ze względu na racjonalne wykorzystanie istotnie działających czynników gospodarowania wykazał dodatnią efektywność, która dodatkowo jest wyższa od uzyskanej w poprzednim okresie, ale cechuje się „wybuchowością”, tzn. zachodzi dla danego momentu czasu t (dla $t = 1, 2, \dots, T$) przypadek zbyt dużego odchylenia od stanu równowagi $|\hat{u}_t| > st'_\alpha$ to działalność produkcyjną w tym obiekcie należy uznać za częściowo zagrożoną. Wynika to z założenia, że zbyt duże odchylenia od stanu równowagi – zarówno dodatnie, jak i ujemne – mogą się przyczynić do istotnego zakłócenia procesu gospodarowania w następnych okresach.

5.2.3. Prognozy wyników gospodarowania

Prognozy finansowe dla firmy (przedsiębiorstwa) są sporządzane na podstawie analizy diagnostycznej jej stanu i tendencji rozwojowych. Prognozy powinny opierać się o: przewidywane długookresowe skutki ekonomiczne prowadzonej działalności, poziom kompetencji kadr kierowniczych, możliwości osiągnięcia zamierzonej wartości sprzedaży w oparciu o znajomość rynków zbytu, kontrahentów, zawartych umów, przewidywaną stopę zysku i uzyskanie postępu w tyr.

zakresie, sprawności w uruchomieniu środków i czasie osiągnięcia tzw. punktu zwrotu kapitału oraz wnikliwą analizę środków rozporządzalnych przez przedsiębiorstwo. W toku przeprowadzanych badań prognostycznych, zachodzi konieczność dokonania prawidłowego wyboru odpowiedniej kategorii sporządzanej prognozy oraz najlepszej metody naukowej niezbędnej dla uzyskania najbardziej trafnego wyniku przewidywania przyszłości. W zależności od użycia różnorodnych kryteriów podziału przeprowadza się odpowiednią klasyfikację prognoz.

W literaturze polskiej najczęściej można spotkać wiele schematów klasyfikacyjnych, np. A. Zeliaś (1979, s. 19) przyjmuje za kryteria:

- horyzont czasowy (prognozy długo-, średnio-, krótkoterminowe, perspektywiczne i ponad perspektywiczne, operacyjne i strategiczne),
- charakter lub strukturę (prognozy proste i złożone, ilościowe i jakościowe);
- stopień szczegółowości (prognozy ogólne i szczegółowe),
- zakres ujęcia (prognozy całościowe i częściowe, globalne i odcinkowe, kompleksowe i fragmentaryczne, makro- i mikroekonomiczne),
- zasięg terenowy (prognozy światowe, międzynarodowe, krajowe, regionalne),
- metodę opracowania (prognozy indukcyjne, dedukcyjne, minimalne, średnie, maksymalne, czyste, weryfikowane, modelowe),
- cel lub funkcję (prognozy ostrzegawcze, badawcze, normatywne, aktywne, pasywne i inne).

Ze względu na rodzaj sporządzanej prognozy, jej cel oraz charakter przewidywanego zjawiska znajdują zastosowanie różne metody prognostyczne, które można podzielić na dwie zasadnicze grupy: metody matematyczno-statystyczne oparte na modelach (ekonometrycznych, deterministycznych i sztucznych sieci neuronowych) i niematematyczne, tj. metody prognostyczne oparte, np. o metody: ankietowe, intuicyjne, kolejnych przybliżeń, analogowe, modelowe i inne. Nas przede wszystkim będą interesowały metody ilościowe w postaci sztucznych sieci neuronowych. Powód wyboru wynika z przypisywania sztuczным sieciom neuronowym lepszego ujmowania zjawisk jakościowych w prognozowanych stanach (domniemanej rzeczywistości).

Dopuszczalność prognoz

Okres, na który dana prognoza została skonstruowana, nazywamy *horyzontem prognozy*. Im okres ten jest dalszy, tym prawdopodobieństwo zaistnienia prze-

widywanego stanu maleje – zmniejsza się pewność prognozy. Wnioskowanie w przyszłość dalszą niż ustalony horyzont prognozy prowadzi do tego, że wyniki tych badań będą obciążone pewnym błędem systematycznym. Zwiększenie pewności prognozy można osiągnąć przez skrócenie okresu, na który została skonstruowana, lub też poprzez rozszerzenie jej tolerancji, tzn. jakościowo i ilościowo ograniczonego pola obiektywnych możliwości (Haustein, 1972, s. 75).

A. Zeliaś (1979, s. 20) wskazuje, że pewność prognoz można zwiększyć przez:

- stosowanie kilku metod prognozowania i porównanie ich wyników ze sobą,
- potwierdzenie otrzymanych wyników poprzez logiczne lub matematyczne wyprowadzenie wniosków ze znanych już prognoz,
- porównanie otrzymanej prognozy z innymi podanymi wcześniej w literaturze przedmiotu, a odnoszącymi się do tego samego zagadnienia,
- przeprowadzenie weryfikacji merytorycznej.

Ocena dokładności prognoz może być dokonywana przez podanie spodziewanej wartości odchyłeń rzeczywistych realizacji zmiennej prognozowanej od prognozy (miernik dokładności *ex ante*) oraz przez obliczenie średniego błędu prognozy (miernik dokładności *ex post*).

Za *błąd prognozy* uważa się powszechnie różnicę między prognozowaną wartością zmiennej a jej wartością rzeczywistą, niezależnie od tego, jaką metodą doszło się do prognozy.

Wyrażenie różnicowe

$$b_T = y_T - y_T^*, \text{ (dla } T = L + 1, \dots, L + r) \quad [5.66]$$

nazywamy błędem predykcji (prognozy), który jest różnicą między ustaloną prognozą a zmienną prognozowaną (r – liczba postawionych prognoz na podstawie L ostatnich obserwacji).

Iloraz w postaci

$$\frac{b_T}{y_T^*} = \frac{y_T}{y_T^*} - 1, \quad [5.67]$$

czyli stosunek błędu prognozy do wartości prognozy, nazywamy względny błędem prognozy.

Przedstawionego błędu prognozy nie można obliczyć w chwili jej stawiania, jednak w pewnych przypadkach można go oszacować. Sposób szacowania

błędu prognozy jest związany z zastosowaną metodą prognozowania, a więc też z wszystkimi hipotezami, które mogłyby być przyjęte dla usprawiedliwienia tej metody.

Najbardziej przekonującym argumentem przemawiającym za stosowaniem określonej metody prognozowania jest wykazanie, że daje ona „dobre” rezultaty, „lepsze” od tych, jakie umożliwiają inne metody. Do tego celu zaś nadaje się tylko mierniki *ex post* (czasu przeszłego), niezależnie od tego jaki miernik zostanie wybrany (Czerwiński, Guzik, 1987, s. 57).

Na przykład średnia błędów zaobserwowanych w całym ciągu r prognoz:

$$\bar{b}_r = \frac{1}{r} \sum_{T=L+1}^{L+r} b_T \quad [5.68]$$

może być miernikiem *ex post* obciążenia predyktora zastosowanego w metodzie M , a pierwiastek kwadratowy z zaobserwowanego średniego kwadratu (tj. pierwiastek wariancji) błędu prognozy

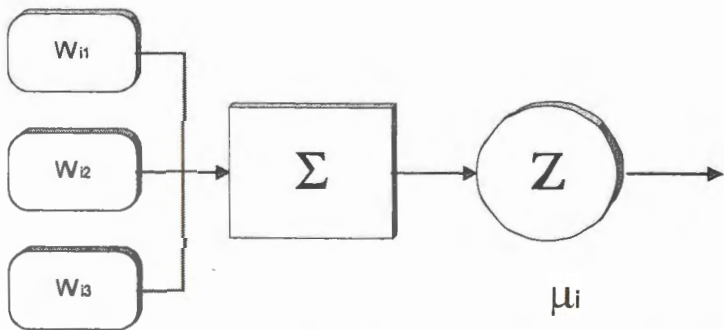
$$S_r = \sqrt{\frac{1}{r} \sum_{T=L+1}^{L+r} b_T^2} \quad [5.69]$$

może być miernikiem *ex post* niedokładności prognozy badanej zmiennej, sporządzonej przyjętą metodą. Systematyczne obliczanie jego wartości może dać cenne informacje o rzędzie dokładności sformułowanych przewidywań. Dodatkowo, szybki przyływ informacji o rzeczywistych wartościach zmiennej prognozowanej jest konieczny ze względu na to, iż zaobserwowane odchylenia tych realizacji od prognoz stanowią podstawę wnioskowania, czy oszacowany model (czy też zaprojektowany model sieci) jest w dalszym ciągu aktualny (Czerwiński, Guzik, 1987, s. 57).

Sztuczne sieci neuronowe

Sieć neuronowa jest systemem zbudowanym z wielu połączonych ze sobą i równoległe pracujących elementów zwanych neuronami. Neurony można rozpatrywać jako proste procesory wykonujące nieskomplikowane przetwarzanie danych. Każdy neuron otrzymuje wiele sygnałów wejściowych i na ich podstawie wyznacza jeden sygnał wyjściowy. Każde osobne wejście neuronu ma wagę (ang. *weight*) Jest to parametr, który mówi o stopniu ważności informacji wcho-

dzących tymże wejściem. Wartość takiego sygnału (informacji) jest najpierw przemnażana przez wartość wagi, co powoduje, że w dalszych obliczeniach sygnał ten jest wzmacniony (gdy waga > 1) lub słumiony (gdy waga < 1), względnie przeciwny (gdy waga < 0). Następnie tak zmodyfikowane sygnały są sumowane, dając wewnątrz tzw. łączne pobudzenie neuronu. Opcjonalnie, zależnie od typologii sieci neuronowej, do utworzonej sumy sygnałów dodaje się niezależny od sygnałów wejściowych składnik, nazwany przesunięciem (ang. *bias*) lub progami. W wielu typach sieci (np. ADALINE) tak przetworzona suma sygnałów jest traktowana już jako sygnał wyjściowy neuronu. Jednak w sieciach o większych możliwościach (np. MultiLayer Perceptron) sygnał wyjściowy neuronu obliczany jest za pomocą określonej nieliniowej zależności (zwanej charakterystyką neuronu, ang. *transfer function*) między łącznym pobudzeniem a sygnałem wyjściowym (Tadeusiewicz, 1995, s. 84).



Rys. 25. Schemat pierwszego sztucznego neuronu McCullocha i Pittsa (1943). Zapłon następuje wtedy, gdy suma sygnałów wejściowych W_i ($i = 1, 2, \dots, n$) osiąga wartość progową μ_i

W zależności od rodzaju zadania, jakie zamierzamy sieci postawić, należy dobrać odpowiedni typ i strukturę sieci (liczba neuronów i sposób ich połączenia). Najczęściej sieć buduje się w ten sposób, że wyjścia jednych neuronów łączy się z wejściami innych, tworząc w efekcie system zdolny do równoległego, całkowicie współbieżnego przetwarzania różnych informacji. J. Korbiacz, A. Obuchowicz i D. Uciński (1994, s. 27) wyróżniają trzy główne typy architektur sztucznych sieci neuronowych: sieci jednokierunkowe (ang. *feedforward networks*), tj. sieci o jednym kierunku przepływu sygnału, sieci rekurencyjne, tj. sieci ze sprzężeniem zwrotnym oraz sieci komórkowe.

Jak dotąd, jednokierunkowe sieci neuronowe są najczęściej stosowanym, najbardziej użytecznym i stosunkowo prostym narzędziem. Dlatego też na nich zostanie skupiona cała uwaga w tym rozdziale. Sieci jednokierunkowe to struktury, w których występuje ustalony kierunek przepływu sygnałów od wejścia do wyjścia sieci. Dominującą grupę tego rodzaju sieci stanowią modele warstwowe, np. sieci dwuwarstwowej. Neurony są zgrupowane w warstwy i połączone w ten sposób, że przepływy sygnałów odbywają się pomiędzy elementami sąsiednich warstw. Połączenia między neuronami mogą być kształtowane na różne sposoby. Schemat typu „każdy z każdym” jest w praktyce często stosowany, szczególnie w dużych sieciach o bogatej strukturze, gdzie ręczne ustawianie setek połączeń tylko dla jednego rozpatrywanego problemu staje się kłopotliwe, a czasami niemożliwe do zrealizowania. Polega to na tym, że proces uczenia sieci doprowadza do samorzutnego powstania potrzebnego zbioru połączeń. Na wejściach neuronów, które okażą się zbyteczne z punktu widzenia rozwiązywanego zadania, proces uczenia ustawi współczynniki wag na wartość równą zeru, co w praktyce oznacza przerwanie niepotrzebnych połączeń.

Sieci neuronowe stosowane do prognozowania wykorzystują swą ważną zaletę polegającą na tym, że sieć może nabyć zdolności przewidywania sygnałów wyjściowych dzięki przeprowadzonemu procesowi uczenia, czyli wyłącznie na podstawie zebranego zbioru doświadczeń (przykładów postępowania). Właściwość ta pozwala zrezygnować z postawienia hipotez o naturze związku pomiędzy danymi wejściowymi a przewidywanymi wynikami. Pomysł użycia sieci neuronowych w procesie predykcji polega na tym, aby uczyć sieć wykorzystując zbiór zmiennych (szereg czasowy) jako wzorzec wejściowy:

$$x(t), x(t - \Delta), x(t - 2\Delta), \dots, x(t - (m - 1)\Delta), \quad [5.70]$$

a wartość $x(t + T)$ jako cel dla wielu przyszłych wartości t . Poprzez nadzorowane uczenie sieci na podstawie szeregów czasowych aproksymuje się prawdziwe odwzorowanie modelowanego systemu i umożliwia ekstrapolację, czego wynikiem jest odpowiedni zbiór wag i przesunięć. Po zakończeniu treningu sieć może być użyta do predykcji przyszłości z czasem wyprzedzenia (Hertz, Krogh, Palmer, 1995, s. 175).

Możliwe są dwa warianty uczenia sieci neuronowych: *uczenie nadzorowane* (uczenie z nauczycielem) oraz *uczenie nie nadzorowane* (uczenie bez nauczyciela). Z technicznego punktu widzenia, w obu przypadkach problem uczenia tkwi w wyznaczeniu wartości współczynników (wag) połączeń pomiędzy neuronami.

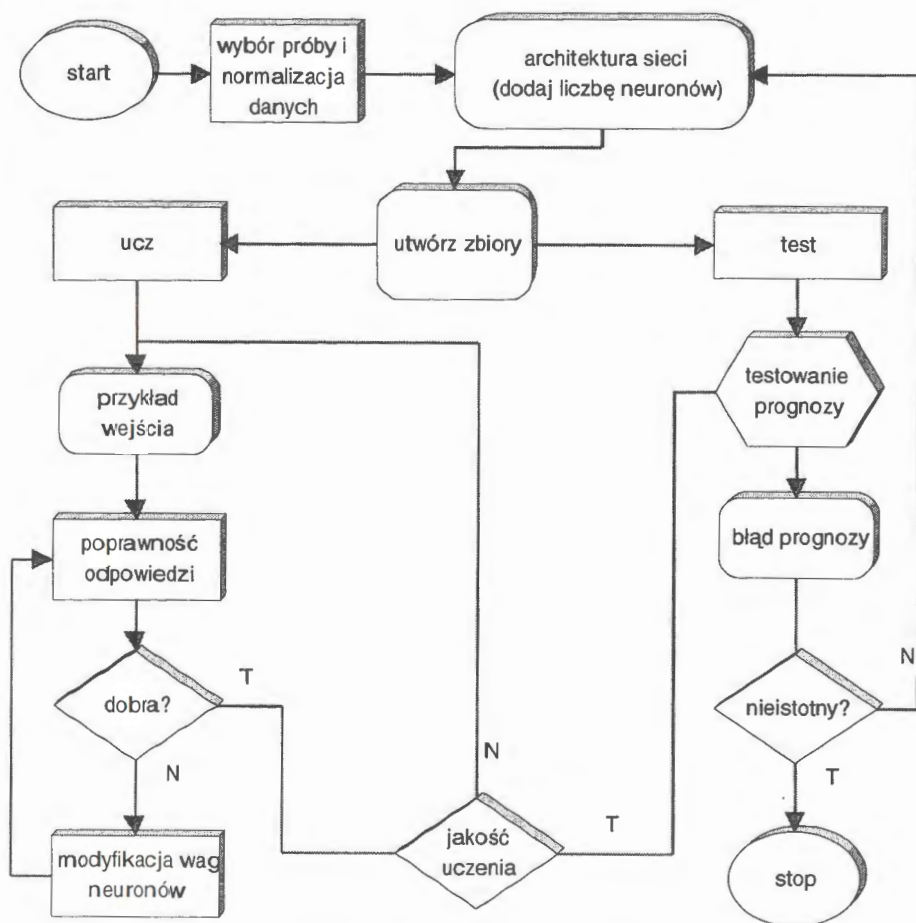
Uczenie nadzorowane (z nauczycielem) polega na tym, że sieci podaje się przykłady poprawnego działania, które powinna naśladować w czasie normalnego działania. Podany sieci przykład należy rozumieć jako konkretne sygnały wejściowe i wyjściowe pokazujące, jaka jest wymagana odpowiedź sieci dla pewnej konfiguracji danych wejściowych, np. gdy przewidywana jest wielkość zysku firmy na potrzeby oceny zdolności kredytowej przedsiębiorstwa. Wysokość zysku pozostająca w przedsiębiorstwie stanowi główne źródło finansowania potrzeb bieżących (m.in. spłata rat kredytu) i rozwojowych. Poszczególne pozycje sprawozdania finansowego firmy (np. rocznego, miesięcznego czy w dowolnie ustalonym przedziale czasu) na czas T można by podać na wejście sieci i oczekiwaną wartość zysku na czas $T + 1$ na wyjście sieci. Zbiór takich przykładów zebranych w celu ich wykorzystania w procesie uczenia sztucznej sieci neuronowej nazywany jest *ciągami uczącym*.

Metody uczenia bez nauczyciela polegają na podawaniu na wejście sieci szeregu przykładowych zbiorów danych wejściowych bez podawania jakiegokolwiek informacji dotyczącej pożądanego sygnału wyjściowego. Okazuje się, że odpowiednio zaprojektowana sieć neuronowa potrafi wykorzystywać same tylko obserwacje wejściowych sygnałów i zbudować na ich podstawie sensowny algorytm swojego działania. Najczęściej polega on na automatycznym wykrywaniu klas powtarzających się sygnałów wejściowych. Metody te mają oczywiście pewne wady i ograniczenia. W porównaniu z uczeniem nadzorowanym samouczenie sieci jest znacznie powolniejsze. Jest możliwe tylko wtedy, gdy mamy do czynienia z nadmiarowością danych wejściowych. Oznacza to, że sieć działała poprawnie, gdy zbiór danych wejściowych da się podzielić na osobne liczne klasy, według właściwie ustalonych cech wspólnych.

Proces uczenia sieci

Podstawowym krokiem w procesie predykcji jest umiejętne postawienie problemu. Polega to na przeanalizowaniu rozpatrywanego zagadnienia i przedstawienu go w postaci relacji przyczynowo-skutkowych. Relacje te to – z jednej strony – zbiór wielkości wejściowych wpływających na problem, z drugiej zaś jako wyniki ich działania – zbiór wielkości wyjściowych. Sieć neuronowa ma umiejętność selekcji ważnych i ignorowania nieznaczących parametrów. Dlatego gdy nie ma pewności, czy dany czynnik ma wpływ na problem, należy zdecydować o jego znaczeniu pozostawić sieci neuronowej i włączyć go do zbioru tr

ningowego. Dzięki zawartemu w systemie pełnemu serwisowi informacyjnemu (z rozbudowanym językiem zapytań pracującym na danych źródłowych w dowolnym przedziale czasowym) możliwe jest przekształcenie danych do postaci wymaganej przez użytkownika i sieć neuronową.



Schemat 21. Proces uczenia dla prognozowania w sieci neuronów

Źródło: opracowanie własne.

Często dane wejściowe wymagają przeprowadzenia procesu normalizacji. Wynika to z natury ich wielkości, które należy sprowadzić do zakresu wymaga-

nego przez sieć neuronową. Wybór przedziału normalizacji może być wyborem naturalnym, zależnym od dostępnych danych, jak również może wymagać eksperymentowania. Rozważając zakres posiadanych danych, jeśli elementy wektora (lub kanału) przyjmują wartości z przedziału $[-\infty, \infty]$, wtedy najwłaściwsza jest normalizacja do przedziału $[-1, 1]$; natomiast jeśli elementy te mają tylko wartości dodatnie, należy spróbować obu podejść (tzn. normalizacji do przedziału $[0, 1]$ i $[-1, 1]$) i wybrać to jedno z lepszym rezultatem.

Po zgromadzeniu danych określa się strukturę sieci neuronowej. Polega to na wyborze liczby warstw sieci i liczby neuronów w każdej warstwie. Znalezienie optymalnego dopasowania sieci jest wciąż nie rozwiązany problemem, zależnym w dużym stopniu od posiadanego doświadczenia. Rzeczą oczywistą jest fakt, że istnieje zależność pomiędzy strukturą sieci neuronowej a możliwością generalizacji wiedzy zawartej w zbiorze treningowym, jednak nieznanym jest jej charakter. Dlatego początkowo przy ustalaniu rozmiarów sieci niezbędna może się okazać metoda prób i błędów.

Zadaniem *warstwy wejściowej* (węzłów wejściowych) jest przetworzenie danych wejściowych, a następnie przekazanie ich do kolejnej warstwy. Liczba neuronów w warstwie wejściowej jest zdeterminowana liczbą wejść sieci określonych przez użytkownika. Nazwą *warstwy ukryte* określa się warstwy znajdujące się pomiędzy warstwą wejściową a wyjściową. Wybór liczby warstw ukrytych i liczności neuronów przypadających na każdą z tych warstw ma wpływ na jakość i czas uczenia się sieci. Zbyt duża liczba neuronów i warstw powoduje, że sieć zamiast wyszukiwać zależności między danymi, po prostu je zapamiętuje.

Uczenie się sieci „na pamięć” łatwo zaobserwować podczas uczenia i testowania, gdy sieć szybko się uczy, ale podczas testowania daje złe odpowiedzi. Z kolei sieć, która będzie miała zbyt mało neuronów w warstwie ukrytej lub tej warstwy nie będzie, może w swej zbyt ubogiej strukturze nie odwzorować wszystkich zależności występujących pomiędzy danymi i nie nauczy się. Projektowanie warstw wewnętrznych jest najtrudniejszą częścią tworzenia sieci. Istnieją sieci samoorganizujące się. Nie zmienia to faktu, że często dopasowuje się sieć metodą eksperymentu (podejście autorskie). W ostatniej warstwie sieci, w tzw. *warstwie wyjściowej*, liczba neuronów równa jest liczbie wyjść określonych przez użytkownika – projektanta sieci.

Zbiór treningowy dzieli się na część uczącą (fakty uczące), która służy do uczenia sieci neuronowej, oraz część testową (fakty testowe) służącą do skontrolowania jakości nauczonej sieci. Uczenie sieci przebiega w oparciu o *algo-*

rytm propagacji wstecznej błędu. Metody te zostały opracowane niezależnie przez Werbosa, Parkera oraz Rumelharta odpowiednio w latach 1974, 1982 i 1986. Algorytm ten charakteryzuje się skutecznością uczenia jednokierunkowych sieci wielowarstwowych oraz efektywnością w sytuacjach, gdy powiązania między danymi mają charakter nieliniowy. Jego działanie polega na zmianie wag połączeń neuronów w sieci z wykorzystaniem zasady największego spadku w celu minimalizacji funkcji błędu uczenia.

Trening sieci neuronowej symulowany na mikrokomputerze przebiega automatycznie. Od użytkownika wymaga się jedynie określenia warunków wstępnych (np. wskaźnik nauki, momentum) i ukończenia (maksymalna liczba epok trenowania, dopuszczalna wartość błędu sieci) treningu, przy czym zawsze istnieje możliwość przerwania uczenia w dowolnym momencie. Jeżeli po zakończeniu uczenia osiągnięte wyniki odbiegają od oczekiwań, można powtarzać proces uczenia, zmieniając:

- liczbę warstw ukrytych,
- liczbę neuronów w obrębie warstwy ukrytej,
- parametry treningu sieci.

W chwili, gdy wytrenowany model sieci stanie się zdezaktualizowany, tworzy się automatycznie – poprzez zapamiętane wcześniej w systemie reguły (moduł INFORMOWANIE lub PROJEKTOWANIE) – zbiór faktów treningowych na nowy zaktualizowany przedział czasu i sieć poddaje się ponownemu trenowaniu.

Generowanie prognoz

Dobre własności uogólniające sieci neuronowych sprawiają, że można je zastosować do rozwiązywania różnego rodzaju zadań predykcyjnych. W punkcie tym, jako przykład generowania prognoz, wybrano predykcję wielkości sprzedaży przedsiębiorstw obrotu rolnego. Algorytm prognozy oparto na jednorównaniowym modelu typu przyczynowo-skutkowego, rozwiązywanym znaną z badań statystycznych metodą regresji wielokrotnej (Masters, 1996, s. 77). Zasadniczym zagadnieniem w tego rodzaju modelach jest wybór takiej kombinacji zmiennych objaśniających, które są słabo skorelowane między sobą, natomiast silnie skorelowane ze zmienną endogeniczną, co jest również warunkiem uzyskania odpowiedniej zgodności modelu z rzeczywistością w klasycznej metodzie MNK.

Za pomocą metody regresji wielokrotnej jedną lub wiele zmiennych niezależnych stosuje się do wyznaczania jednej zmiennej zależnej. Celem regresji wielokrotnej jest znalezienie współczynników kierunkowych a_i , takich, że można przewidywać Y na podstawie wartości danych X . Jednak metody pozwalające na obliczenie tych współczynników wymagają, aby relacja między zmienną zależną a zmiennymi niezależnymi była liniowa (jest to warunek otrzymania trafnej prognozy). Również jeśli natura nieliniowości jest dokładnie znana, należy przekształcić zmienne niezależne tak, aby wyrównać ten efekt. Jeżeli jednak będzie to typ zależności nieliniowej, która nie da się zlinearyzować i której natury w ogóle nie znamy – staje się wówczas interesujące zastosowanie jednokierunkowych sieci neuronowych. Sieci tego typu mogą z łatwością aproksymować złożoną zależność nieliniową, a ponadto – jeśli natura jej jest zupełnie nieznana – sieć stworzy jej model na podstawie reprezentatywnego zbioru próbek (Masters, 1996, s. 77).

Tablica 8

Wyniki uczenia jednokierunkowych sieci neuronowych

Neurony ukryte	Błąd uczenia	Błąd testowania	Błąd RMS ^{a)}	Test realizacji prognozy ^{b)} (%)
3	32,283	10,662	0,3265	61,92
4	9,934	6,930	0,2632	52,56
5	8,519	3,147	0,1774	111,66
6	6,619	10,334	0,3215	38,17
8	4,953	11,521	0,3394	162,97
6; 3	3,851	7,196	0,2683	167,25

^{a)} Pierwiastek kwadratowy błędu średniokwadratowego.

^{b)} Średnia z udziału prognoz w ich realizacjach.

Źródło: Budziński, Becker, 1997.

Przyjmuje się, że wielkość produkcji jest zależna od wielkości zaangażowanego majątku trwałego, wielkości środków produkcji oraz siły roboczej. Jest to przykład klasyczny, gdzie koszty majątkowe utożsamiają jakość technologii, koszty środków → kapitał obrotowy, a płace → nakłady pracy, co w zasadzie wyczerpuje składniki bilansu kosztów. Postaramy się rozwiązać problem, który z wymienionych czynników jest najbardziej efektywny w zwiększaniu wielkości produkcji. Przyjmujemy zatem trzy zmienne niezależne, jako wejścia się postanowicie:

X_1 – koszty majątkowe (tys. zł/osobę),

X_2 – koszty środków produkcji (tys. zł/ osobę),

X_3 – płace (tys. zł/osobę)

i zmienną zależną, wyjście sieci: Y – wielkość produkcji na sprzedaż (tys. zł/osobę).

W poniższym przykładzie wykorzystano dane z 34 przedsiębiorstw obrotu rolnego w układzie rocznym za okres dwóch lat. Dane te przyjmują wartości z przedziału $[-\infty, \infty]$, co wskazuje na konieczność przeprowadzenia ich normalizacji. Wybrano postępowanie wzdluzkanałowe (wzdłuż wejść sieci) z normalizacją danych do zakresu $[A_{\min}, A_{\max}]$ (gdzie $A_{\min} = -0,9$ i $A_{\max} = 0,9$) za pomocą następującej reguły:

$$\hat{p}_i^j = r(p_i^j - \min) + A_{\min}, \quad [5.71]$$

według T. Mastersa (1996, s. 244)

$$r = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{\max - \min}. \quad [5.72]$$

Zgodnie z przyjętym przedziałem $[-0,9; 0,9]$ normalizacji zbioru danych, do budowy sieci zastosowano neurony z tansigmoidalną funkcją aktywacji (tangens hiperboliczny). Wartości początkowe macierzy wag i wartości progów dla pierwszej warstwy sieci zrealizowano opierając się na algorytmie metody Nguyena i Widrowa, który umożliwia dobór ich lepszych początkowych wartości niż wartości czysto losowe. Małe wartości losowe z przedziału $[-1,1]$ były wciąż wykorzystywane do zapoczątkowania wartości wag i progów w pozostałych warstwach sieci.

Właściwą architekturę sieci neuronowej dobierano drogą eksperymentalną, kierując się zasadą, że z dwóch tak samo wytrenowanych sieci lepsza jest ta, która jest mniej liczna i zawiera mniej warstw ukrytych. Za punkt wyjściowy przyjęto:

$R = 3$ – wejścia sieci zdeterminowane rozmiarem wektora wejściowego,

$S1 = 3$ – liczba neuronów w pierwszej warstwie ukrytej,

$S3 = 1$ – liczba neuronów zgodna z rozmiarem wektora wyjściowego.

Trening sieci przeprowadzono z wykorzystaniem algorytmu wstecznej propagacji błędu rozszerzonego o momentum i adaptacyjny wskaźnik nauki. Zgod-

nie z zaleceniami podanymi przez H. Demutha i M. Beale'a (1993) przyjęto następujące wartości parametrów trenowania:

$lri = 1,05$ – wskaźnik nauki zwiększający,

$lrd = 0,7$ – wskaźnik nauki zmniejszający,

$mc = 0,96$ – momentum,

$er_ratio = 1,04$ – maksymalny wskaźnik błędu.

Punkt wyjściowy pozostałych dwóch parametrów bezpośrednio wpływających na czas treningu i jakość nauczonej sieci ustalono na następujący poziom:

$max_epoch = 40\ 000$ – maksymalna liczba epok trenowania,

$eg = 0,01$ – docelowa, dopuszczalna wartość błędu.

Ostatnim problemem w przygotowaniu danych jest podział danych na część uczącą i testującą. Przy dostępnej bazie danych z dwóch lat trenowanie sieci przeprowadzono na danych z jednego roku (34 wektory), a testowanie na danych tych samych przedsiębiorstw z następnego roku.

Uczenie oraz testowanie sieci przeprowadzono przy zastosowaniu programu MATLAB (1993). Wyniki eksperymentu przedstawiono w tablicy 8. W pierwszej kolumnie jest podana liczba neuronów ukrytych (dwie liczby oznaczają pierwszą i drugą warstwę ukrytą w sieciach trójwarstwowych). W następnych kolumnach przedstawiono kolejno błąd uczenia i błąd testowania, wyrażone jako średni kwadrat błędu pomnożony przez 100 dla zbioru uczącego (kolumna druga) i testowego (kolumna trzecia). W kolejnej kolumnie tablicy umieszczono pierwiastek kwadratowy średniego błędu kwadratowego zbioru testującego. Można go zatem traktować jako rodzaj średniego błędu prognozy.

Najtrudniejszym momentem przeprowadzanego doświadczenia był dobór neuronów w warstwie ukrytej. Zbyt mała liczba neuronów ukrytych uniemożliwiła zredukowanie błędu uczenia do wystarczająco niskiego poziomu, z kolei zbyt duża ich liczba była również zła ze względu na duży błąd uogólniania. Przykładowo, sieć z ośmioma neuronami w warstwie ukrytej osiągnęła niski poziom błędu uczenia (4,9), lecz za to bardzo wysoki błąd testowania (11,5; zob. tablica 8). Takie wyniki świadczą o tym, że wystąpił efekt uczenia się sieci na pamięć. Oznacza to, iż sieć zamiast przyjąć ogólny kształt zależności, zbyt dokładnie dopasowała się do próbek ze zbioru uczącego. Taka sieć w praktyce nie przedstawiałaby żadnej wartości. Dodanie kolejnej warstwy ukrytej przyniosło podobny, niekorzystny efekt (por. ostatni wiersz w tablicy 8). Jedyne do przy-

jęcia, kompromisowy wynik osiągnięto za pomocą dwuwarstwowej sieci z pięcioma neuronami w warstwie ukrytej. Sieć nie otrzymała najniższego poziomu błędu uczenia, ale za to najniższy błąd testowania (3,147), czyli najlepszy spośród otrzymanych poziom generalizacji. Sieć tę wybrano do właściwego etapu użytkowania, wiedząc, że średnio popełnia błąd w granicach ok. $\pm 12\%$. Dla porównania średni błąd prognozy, oszacowanej metodą MNK, wyniósł 32,48 % (w obydwu przypadkach posłużono się tymi samymi danymi z badań empirycznych).

Tablica 9

Przykład użytkowania sieci neuronowej

Lp.	Koszty majątkowe (technologia)	Koszty surowców	Płace	Wielkość produkcji na sprzedaż	Przewidywana zmiana wielkości produkcji na sprzedaż (%)
0	3,78	8,89	6,31	34,27	–
1	4,15	8,89	6,31	36	5,65
2	3,78	9,78	6,31	35	1,63
3	3,78	8,89	6,94	32	-5,55
4	4,15	9,78	6,31	37	8,00
5	4,15	8,89	6,94	35	0,89
6	3,78	9,78	6,94	33	-3,47
7	4,15	9,78	6,94	35	3,03

Źródło: Budziński, Becker, 1997.

W tablicy 9 przedstawiono przykład użycia wytrenowanej sieci neuronowej. Do tego celu ze zbioru testowego wybrano wektor danych reprezentujący jedno z przedsiębiorstw obrotu rolnego (np. wytwórnię pasz). W wierszu zerowym wpisano dane odzwierciedlające faktyczny stan tego przedsiębiorstwa, natomiast w pozostałych wierszach (od 1 do 7) – stany modelowane. Doświadczenie to polegało w tym wypadku na zbadaniu wpływu zwiększenia o 10 % poszczególnych czynników (tj. koszt majątkowy, koszt surowców, płace) na wielkość produkcji na sprzedaż. W pierwszym etapie (wiersze 1, 2 i 3) zwiększono tylko jeden z trzech czynników. Okazało się, że najefektywniejszym czynnikiem wzrostu wielkości produkcji na sprzedaż, przy pozostałych czynnikach nie zmienionych, jest zwiększenie nakładów na technologię. Dokładniej, zwiększenie kosztów majątkowych o 10 %, przy pozostałych czynnikach nie zmienionych, powinno zwiększyć wielkość produkcji na sprzedaż o ok. 5,7 %. W ko-

lejnym etapie zwiększano jednocześnie dwa czynniki przy trzecim nie zmienionym. W tym przypadku najefektywniejsze okazało się zwiększenie nakładów o 10 % na technologię i surowce, co powinno przynieść wzrost wielkości produkcji na sprzedaż o 8 % (zob. tablica 9, wiersz 4). W końcowym etapie (wiersz 7) zwiększono o 10 % równocześnie trzy składniki. Efekt nie był jednak zadowalający, ponieważ wielkość produkcji na sprzedaż wzrosła zaledwie o ok. 3 %. Wynika z tego, że przedsiębiorstwo to nie powinno w dużym stopniu zwiększać nakładów na płace czy zwiększenie zatrudnienia. Warto, aby skoncentrowało się na powiększeniu lub unowocześnieniu własnego parku maszynowego oraz zwiększeniu ilości oraz jakości surowca.

Przeprowadzone badania testujące z udziałem sieci neuronowych wskazują na celowość budowy procedur informatycznych, które mogą być przywoływane przez systemy baz danych. Sieci neuronowe lepiej identyfikują zjawiska jakościowe i tym samym uzyskane wyniki predykcji są lepsze niż w klasycznym ujęciu metody MNK, co wykazano w pracach: Budziński, Becker, 1997 oraz Becker, 1997.

5.2.4. Optymalizacja biznesplanu

Do zakresu obowiązków prowadzącego finanse przedsiębiorstwa (właściciela, ekonomisty) należy odpowiednie planowanie ekonomiczne, najczęściej w postaci tzw. biznesplanu. Po okresie dominacji wszelkiego rodzaju form planowania w okresie gospodarki nakazowo-rozdzielczej zainteresowania firm metodami planowania bardzo osłabły, a w niektórych obszarach wręcz zanikły. W krajach zachodnich obserwuje się tendencje odwrotne, gdzie doskonalenie metod planowania jest związane z potrzebami informacyjnymi o zachowaniu rynku. Niepewność i ryzyko narzucają konieczność prowadzenia rachunków *ex ante*. Rozwiązania w gospodarce rynkowej wyraźnie zwiększają rolę pieniądza. Oznacza to odejście od maksymalizacji skali produkcji, jak miało to miejsce w systemie nakazowo-rozdzielczym, na rzecz zrównoważonego planowania marketingowego. Można określić, że chodzi tu o rozważenie, przykładowo, czy lepiej zainwestować pieniądze w inwestycje produkcyjne, czy złożyć pieniądze w postaci lokat kapitałowych? A może znaleźć, co się najczęściej dzieje w przedsiębiorstwach, odpowiednie proporcje w podziale zysku? Podobnych problemów decyzyjnych, na różnych płaszczyznach ekonomicznych i technologicznych, jest wiele. Znaczenie mają wszelkiego rodzaju metody planowania opisujące najlepiej domniemaną rzeczywistość, w której przyjdzie działać firmie.

Do tego celu powszechnie wykorzystuje się arkusze kalkulacyjne, np. EXCEL, oparte na metodach bilansowych. Podobne funkcje pełni w systemie opcja PROJEKTOWANIE. Właściwością dodatkową tej opcji jest możliwość bezpośredniego sięgnięcia do danych źródłowych z kont lub transakcji, np. dla różnie określonych przedziałów czasu, czego nie można uczynić w arkuszach kalkulacyjnych.

Metody bilansowe generują najczęściej rozwiązania dopuszczalne o różnym poziomie zbieżności do optimum. Uzyskane wyniki nazywa się często rozwiązaniami sprawnymi. Model mógłby – podobnie jak i dane źródłowe dla ekonometrycznej analizy gospodarności, poprzez opcję PROJEKTOWANIE – być zintegrowany z informatycznym systemem rachunkowości transakcyjnej. W PROJEKTOWANIU definiowałoby się model matematyczny (macierz współczynników techniczno-ekonomicznych), wykonywałoby się obliczenia specjalistycznym oprogramowaniem (opartym, np. na algorytmie simpleks), a wyniki byłyby odsyłane do jednego z plików pomocniczych systemu rachunkowości. Obsługę edycyjną mogą tu pełnić opcje PRZEGLĄDANIA i INFORMOWANIA. Powstałaby sytuacja, podkreślmy to wyraźnie – jedna z nielicznych w zastosowaniach metod ilościowych, gdzie model decyzyjny mógłby korzystać z rzeczywistych i dynamicznie zmieniających się danych źródłowych bezpośrednio z systemu ewidencji danych w przedsiębiorstwie.

Celem jest sformułowanie i wykonanie obliczeń optymalizacyjnych biznesplanu na przykładzie wybranego przedsiębiorstwa. Dyskusja w tym rozdziale koncentruje się na rzeczy najważniejszej, tj. na konstrukcji modelu liniowego, który obejmuje finanse oraz organizację produkcji przedsiębiorstwa. Przyjęto bowiem założenie, że jakość uzyskanych wyników w pierwszej kolejności zależy od poprawności zbudowanego modelu. Odpowiednia konstrukcja modelu świadczy przy tym o kompetencjach projektujących i warunkuje dalej sprawne poszukiwania rozwiązań kompromisowych (optymalizacja wielokryterialna). W pracy posłużono się modelem przedstawionym przez R. Budzińskiego i A. Becker (1997). W dyskutowanym przykładzie nie chodzi o silnie rozbudowany model, ale o wzór do zastosowań praktycznych w modelowaniu średniorocznego planu działalności gospodarczej.

Wielokryterialność w warunkach rynku

Odzwierciedleniem sytuacji związanej z zarządzaniem finansami i produkcją jest odpowiednio skonstruowany model działalności i bilansów firmy, przy czym

przez pojęcie modelu rozumie się konstrukcję formalną, która w ściśle określonym zakresie będzie udawać interesujący nas obiekt. Natomiast rozszerzona definicja modelu matematycznego tej klasy, jaką podaje J. Gutenbaum (1987) brzmi: „Modelem matematycznym będziemy nazywali skończony zbiór symboli i relacji matematycznych oraz bezwzględnie ścisłych zasad operowania nimi, przy czym zawarte w modelu symbole i relacje mają interpretację odnoszącą się do konkretnych elementów modelowanego czynnika rzeczywistości”. Model jest układem, którego zadaniem jest imitowanie wyróżnionych cech innego układu, zwanego rzeczywistym lub oryginałem. Model imituje cechy rzeczywiste obiektu istotne dla przyjętych kryteriów (celów). W analizie systemowej modelowania zjawisk i obiektów ekonomicznych nadaje się zasadnicze zadania przy wszelkich poszukiwaniach rozwiązań decyzyjnych organizacji.

W realnych problemach decyzyjnych rzadko mamy do czynienia z sytuacjami, gdzie o złożonych problemach rozstrzyga się za pomocą jednego, silnie zdefiniowanego celu. Występuje tu mechanizm „wiązki celów” o różnie rozłożonych akcentach preferencyjnych. Różnym problemom w zadaniach modelowania ekonomicznego programowania liniowego i pochodnych przypisuje się często odmienne cele. Wielokryterialność w zadaniach programowania liniowego (PL) ma bardzo bogatą literaturę już od połowy lat siedemdziesiątych. R. Słowiński (1984) dla tego rodzaju zadań za najskuteczniejszą formułę wyboru rozwiązania trafnego przyjmuje model GMPD (Globalny Model Preferencji Decydenta), który utożsamia z rzeczywistymi poglądami decydentów i załogi na rozwój przedsiębiorstwa. W gospodarce kapitalistycznej wygrywają rozwiązania najlepsze z punktu widzenia rynku i strategii rozwoju przedsiębiorstwa. Nie należy tu negocjować autorskich podejść do koncepcji funkcjonowania firmy (właściciel wszystko może). Wielokryterialność znakomicie umożliwia poszukiwanie takich właśnie rozwiązań. Podkreśla się tu wyraźnie: aby rozwiązania decyzyjne mogły być skuteczne, w modelowaniu powinni brać udział profesjonaliści, osoby najbardziej utalentowane z dużym wyczuciem ryzyka produkcji, lokaty kapitału i ryzyka rynku.

Problem drugi to rzadko dostrzegana wada samej metody PL. Stosowane powszechnie ograniczenia i bilanse w zadaniu stanowią statyczne przedziały, w ramach których może się kształtować rozwiązanie planu. Takie podejście do opisu i modelowania rzeczywistości powoduje, że zgadzamy się, aby wszystkie ograniczenia i bilanse miały tę samą rangę, co w rzeczywistości nie jest prawdą. Aby temu zapobiec, trzeba przyjąć założenie, że celem jest to, *co decydują*

chciałby osiągnąć jako skutek swojej decyzji, wtedy bezsporne staje się spełnienie tych funkcji również przez ograniczenia i warunki bilansowe. W sprowadzeniu preferowanych warunków – syntezy wybranych ograniczeń i bilansów zadania (np. bilansu przychodów i kosztów) – do postaci funkcji celu i za ich pomocą oceniania każdego rozwiązania $x \in X$ (ze zbioru rozwiązań dopuszczalnych) wieloma wskaźnikami jakości należy upatrywać podstaw teorii wielokryterialności w optymalizacyjnych metodach programowania matematycznego. Problem następnym, to zwrócenie uwagi na fakt, że w zasadzie możemy wyróżnić dwa główne podejścia do osiągnięcia celów gospodarowania. Pierwsze, bliższe naturze ludzkiej, polega na dążeniu do osiągnięcia celów w sensie maksimum „w ogóle”. Drugie, rzadsze, polega na dążeniu do uzyskania w zadaniach decyzyjnych wartości *a priori* celów zadanych do osiągnięcia. Prowadzi to do konkluzji, że w wielu przypadkach od pewnego punktu i dla określonych przedziałów wartości możemy stwierdzić, iż dana cecha jest korzystna i należy ją maksymalizować lub też niepożądana i trzeba ją minimalizować. Można to opisać w dużym uproszczeniu za pomocą decyzyjnego modelu optymalizacji wielokryterialnej R. Budzińskiego (1991, s. 32).

Założono, że cele działalności przedsiębiorstwa (kierownictwa) zostały opisane w modelu jako realizacja optymalnych wartości funkcjonałów liniowych:

$$G_i(x) = a_{m+1, i} x_1 + a_{m+2, i} x_2 + \dots + a_{m+s, i} x_s, \quad i = 1, 2, \dots, k, \quad [5.73]$$

przy czym czynnikiem korzystnym jest osiągnięcie przez funkcjonał G_i wartości nieujemnej od pewnego poziomu $G_i^!$ (nieznanego przed rozwiązaniem zadania), a niekorzystnym – nieosiągnięcie tej wartości.

Przedstawiona wyżej zasada prowadzi wtedy do następującego problemu optymalizacji wielokryterialnej. Należy znaleźć wartości zmiennych decyzyjnych x_1, x_2, \dots, x_s planu organizacji działania, dostosowane do lokalnych warunków, tzn. spełniające ograniczenia:

$$a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + \dots + a_{is} x_s \leq b_i \quad [5.74]$$

dla $i = 1, 2, \dots, m$ i $x_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, s$,

które maksymalizują różnicę nieujemnych wskaźników jakości:

$$y_k = n_k - p_k \quad \text{dla } k = 1, 2, \dots, r, \quad [5.75]$$

wynikających ze sprowadzenia syntezy preferowanych ograniczeń i bilansów zadania:

$$a_{m+k,1} x_1 + a_{m+k,2} x_2 + \dots + a_{m+k,s} x_s + n_k - p_k = G'_k \quad [5]$$

do postaci funkcji celu:

$$\sum_{k=1}^r w_k c_k (n_k - p_k) \rightarrow \text{maksimum } (\%), \quad [5]$$

gdzie W_1, W_2, \dots, W_r są wagami (rangami) ważności przykładanymi do osiągnięcia różnych celów, a $c_k^{n,p}$ – parametrami technicznymi sprowadzającymi k-te cele cząstkowe do jednakowej ich rangi w obliczeniach optymalizacyjnych (o czym dalej).

Dla obiektywizacji oceny ważne są nie tylko określone poziomy celów spodarowania. Za ogólną przesłankę oceny dobroci otrzymywanych tą drogą rozwiązań trzeba przyjąć zarówno odpowiednie poziomy i proporcje uzyskanych wartości celów cząstkowych, jak i ukształtowaną strukturę x_1, x_2, \dots działalności planu. Ogólna funkcja celu, maksymalizacja różnicy wskaźnik jakości (cech korzystnych i niepożądanych dla rozwoju przedsiębiorstwa), generowałaby przyjęcie pewnej wspólnej miary korzyści za wskaźnik globalnego rozwiązania, co opisuje formuła [5.77]. Jest to zgodne z dążeniami w metodach wielokryterialnych do opracowania algorytmu, który byłby naturalnym ujęciem idei optymalizacji biznesplanu z zadaniem, jednym wskaźnikiem jakości (Ameljańczyk, 1984). Każda sytuacja decyzyjna jest przeważnie swoim problemem do rozwiązania i wymaga indywidualnego podejścia przy określaniu proporcji (hierarchii) między poziomami celów do osiągnięcia. Możliwym prostym sposobem jest sformułowanie odpowiedniej funkcji użyteczności i korzystanie jednej (lub kilku) z technik generujących rozwiązania Pareto-optimalne. Uzyskane tą drogą rozwiązanie kompromisowe cechują się tym, że istnieje rozwiązanie $x' \in X$, które dominuje x , bowiem dla danego zbioru kryteriów f_1, f_2, \dots, f_r , x' dominuje x wtedy i tylko wtedy, gdy

$$f_k(x') \geq f_k(x) \quad k = 1, 2, \dots, r, \quad [5]$$

gdzie przynajmniej jedna z nierówności jest ostra. Ma to dla dalszych rozważań znaczenie podstawowe, gdyż powoduje, że żadnego z generowanych tą drogą rozwiązań nie można ulepszyć poprawiając wartości wszystkich funkcji celów, a ponadto każde z uzyskanych rozwiązań niezdominowanych może stać przedmiotem oceny w postępowaniu dialogowym.

Przy wyborze metod poszukiwania rozwiązań sprawnych, tj. technik dochodzenia do właściwego rozwiązania kompromisowego, standaryzację ce-

cząstkowych można pominąć i posłużyć się naturalnymi jednostkami miary. Dla przykładu, w modelowaniu regionalnym (makro) będziemy maksymalizować wyniki ekonomiczne (dochód narodowy), minimalizować bezrobocie i preferować działalności związane z dbałością o ochronę naturalnego środowiska. W skali mikro (przedsiębiorstwo) optymalizacji trzeba przypisać minimalizację kosztów wytwarzania, maksymalizację jakości towarów i usług oraz dążyć do przyjęcia takiej skali produkcji, którą można sprzedać na rynku (problem ryzyka). W finansach publicznych, np. modelowaniu budżetu gmin, będzie chodziło o maksymalizację realizacji zadań (kosztów), przy dążeniu do zbilansowania przychodów z wydatkami publicznymi. Nie bez znaczenie są tu obiektywnie występujące koszty społeczne, np. oświata lub ochrona zdrowia, przy jednoczesnym uwzględnianiu grup nacisku politycznego (presji wyborców na realizowane cele).

Model biznesplanu firmy

Odzwierciedleniem postaci zadania jest następujący problem rzeczywisty, związany z modelowaniem planowania finansów. Postępowanie przy budowie modelu decyzyjnego regulują w zasadzie fazy procedury analizy systemowej, metody badawczej mającej na celu dostarczanie wskazówek do podjęcia decyzji poprzez generowanie i odpowiednie przedstawianie informacji związanej z rozpatrywanym problemem decyzyjnym (Findeisen, 1985, s. 13). W ogóle punktem wyjścia przeprowadzenia celowych zmian jest diagnoza stanu niezadawalającego, tj. stwierdzenie przyczyny rozbieżności między osiągnięciami a oczekiwaniami.

W procedurze *analizy systemowej* wyróżnia się następujące zasadnicze elementy:

- sformułowanie problemu,
- wykrycie, opracowanie i selekcję wariantów do rozważenia,
- opracowanie prognozy sytuacji, czyli stanu otoczenia,
- budowę modeli i ich użycie do przewidywania skutków,
- porównywanie wyników i uszeregowanie wariantów.

W analizie systemowej wyraźnie podkreśla się, że wybór określonego rozwiązania jest wynikiem dialogu między zbudowanym układem analityczno-projektującym (modelem matematycznym optymalizacji) a wymaganiami odzwierciedlanej rzeczywistości. W metodzie tej nie chodzi wyłącznie o cele ekono-

miczne (czy produkcyjne), ale o całą wiązkę celów skupiającą złożoność badanej organizacji gospodarczej. Duże znaczenie przywiązuje się nie tylko do cykliczności faz postępowania (aż do uzyskania zadowalającego wyniku), lecz także do wpływu środowiska i otoczenia na zachowanie się badanego układu. Podejście systemowe w ogóle wyklucza atomizację badanych zjawisk czy rzeczy, które zawsze traktowane są jako część większej całości. Procedura analizy systemowej łączy dwie cechy: ilościowe wyznaczenie rozwiązania optymalnego i jakościową ocenę przydatności tegoż rozwiązania w praktyce. Można przyjąć, że analiza systemowa jest w dużej mierze sztuką organizacji działania; projektowanie bowiem wariantów rozwiązań decyzyjnych wymaga wiele talentu i wiedzy.

Punktem centralnym w analizie systemowej jest model matematyczny optymalizacji decyzji. Przedstawiane zadanie ma tu znaczenie czysto dydaktyczne i z uzyskanych wyników nie należy wyciągać wniosków o stanie faktycznym firmy. Zbiorem danych wejścia są informacje pochodzące z Prospektu Sprzedaży Akcji jednej z firm przemysłu tłuszczowego, a także – dodatkowo – dane teoretyczne opracowane na potrzeby modelu. Spółka ta zajmuje się głównie skupem i przetwórstwem nasion oleistych oraz produkcją roślinnych tłuszczów jadalnych, między innymi margaryn: Tiny, Kujawskiej oraz Słonecznej. Podstawowymi surowcami używanymi do produkcji margaryny są: olej rzepakowy (pozyskiwany w wyniku kooperacji, głównie z województw: toruńskiego, bydgoskiego i gorzowskiego) oraz oleje: sojowy, słonecznikowy, kokosowy (pochodzące z importu) i mleko. Natomiast głównym kierunkiem sprzedaży wyrobów produkowanych przez spółkę są następujące regiony Polski: Wielkopolska, Pomorze i Kujawy. Uzyskane rozwiązanie będzie odzwierciedlać nie tyle organizację produkcji (finanse) dla danego momentu czasu, ile pewną wizję – stan oczekiwany, do którego dąży przedsiębiorstwo poprzez reorganizację swojej działalności. Moment ten jest szczególnie ważny dla usprawniania stanu firmy metodą *reengineeringu*, tj. „budowy od podstaw” firmy, upatrując możliwości poprawy efektywności działania. Istotna jest tu teza *reengineeringu*, która daje pierwszeństwo rozwiązaniom niespotykanym (optymalnym) w lokalnym otoczeniu usprawnianego przedsiębiorstwa.

Postać modelu biznesplanu odzwierciedla organizację przedsiębiorstwa jako oczekiwanego stanu przeciętnego. Założenie to pozwala na zrezygnowanie z wprowadzenia do modelu stanów zapasu i szacowania produkcji w toku. Jest to szczególna forma planowania. W zasadzie celowe byłoby tu przedsta-

Działalności	FINANSE		ORGANIZACJA PRODUKCJI					KAPITAŁY						EFEKT		Znak relacji	Wartość ograniczeń			
	Przychody	Koszty	Produkcja	Kooperacja	Marketing	ZASOBY			WŁASNE			OBCE		Wynik finansowy						
						Zatrudnienie	Moc produkcyjna	Inwestycje	Kapitał w obrocie (w)	Lokata kapitału (w)	Fundusze specjalne	Dywidenda	Zobowiązania	Kredyt inwestycyjny	Kredyt obrotowy			(n1) Zysk	(p1) Strata	
																				Wynik finansowy
Ograniczenia	Zmienne Xn	1													n					
Bilans finansów	1	A ₁₁	-A ₁₂														-A ₁₁₆	-A ₁₁₇	=	0
Bilans przychodów		A ₂₁				-A ₂₅			-A ₂₉	-A ₂₁₀									=	0
Bilans kosztów			A ₃₂	-A ₃₃	A ₃₄		-A ₃₆		-A ₃₈								-A ₃₁₄	-A ₃₁₅	=	0
Bilans mocy				A ₄₃				-A ₄₇	-A ₄₈										=	0
Zatrudnienie				A ₅₃	A ₅₄	A ₅₅		-A ₅₆											=	0
Zakup surowca				A ₆₃		-A ₆₄													≤	0
Podział produkcji					-A ₇₃		A ₇₅												=	0
Chłonność rynków							A ₈₅												=	V ₁
Podział zysku								A ₉₈	A ₉₉		A ₉₁₁	A ₉₁₂	A ₉₁₃					-A ₉₁₇	=	0
Lokata kapitału (w)									A ₁₀₉	-A ₁₀₁₀									≤	0
Pokrycie zobowiązań														-A ₁₁₁₃	A ₁₁₁₄	A ₁₁₁₅			=	0
Kredyt inwestycyjny															A ₁₂₁₄				≤	V ₂
Kredyt obrotowy																A ₁₃₁₅			≤	V ₃
Kapitał w obrocie										-A ₁₄₂					A ₁₄₁₄	A ₁₄₁₅			≤	0
Nakłady na inwestycje	m							A ₁₅₈											≤	V ₄
Funkcja celu (Gk)	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	=>	MAX

Model 1. Postać ogólna zadania optymalizacyjnego biznesplanu przedsiębiorstwa

wienie zadania jako układu liniowo-dynamicznego. Chodziłoby o równoczesny opis stanu aktualnego, optymalizację fazy przejściowej i generowanie rozwiązania stanu oczekiwanego. Uzupełnieniem mogłoby być zbadanie wpływu wyniku finansowego wypracowanego w jednym roku na lata następne, tj. optymalizacji wytworzenia i akumulacji zysku w rozwój przedsiębiorstwa. Nie bez znaczenia jest „czas dojścia” przedsiębiorstwa do, uznanej za wzorcową, organizacji produkcji i struktury podziału wytworzonego zysku. Modele z elementami czasu, tylko dla procesów produkcyjnych lub finansowych, można opracować w postaci zadań liniowo-dynamicznych. Rozwiązania te są najczęściej powieleniem w kolejnych latach problemów zawartych w projekcie wstępnym (lub średniorocznym). Jednakże, jak dotychczas, brak jest w liniowo-dynamicznych modelach możliwości zapisu związków zmian struktur rzeczy i struktur zdarzeń, np. wielkości zatrudnienia z wydajnością jednostkową, w stopniu zadowalającym praktykę (Budziński, 1991).

Tablica 10

Parametry techniczno-ekonomiczne technologii i jakości

L.p.	Wyszczególnienie	Rodzaje margaryn – parametry na 1 tonę			
		TINA	KUJAWSKA	SŁONECZNA	CENA
1.	Cena sprzedaży (zł)				
	WIELKOPOLSKA	2630	2622	2623	
	POMORZE	2659	2619	2624	
	KUJAWY	2655	2617	2622	
2.	Udział % surowców				
	olej rzepakowy	0,09	0,095	0,1	2875
	olej sojowy	0,18	0,07	0,09	3120
	olej słonecznikowy	0,08	0,19	0,15	3115
	olej palmowy	0,02	0,03	0,02	3125
	olej kokosowy	0,03	0,03	0,02	3123
	mleko	0,563	0,548	0,582	280
pozostałe składniki	0,037	0,037	0,038	250	
3.	Koszty eksploatacji (zł)	263	262	262	
4.	Robocizna (rbg)	21,76	21,55	21,52	
5.	Koszty marketingu (rbg)				
	WIELKOPOLSKA	1,42	1,15	1,17	
	POMORZE	1,46	1,11	1,13	
	KUJAWY	1,28	1,94	0,66	

Źródło: Budziński, Becker, 1997.

W modelu wyraźnie rozgranicza się opis bilansów i działalności przedsiębiorstwa od postaci funkcji celu. Wynika to z faktu, że w modelu działalność dąży się do odzwierciedlenia obiektywnie istniejących technologii.

Macierz główna składa się z bloków, które zawierają bilanse:

- przychodów i kosztów,
- organizacji produkcji (określenie technologii produkcji),

- organizacji marketingu (określenie rynków zaopatrzenia i zbytu),
- podziału zysku na fundusze

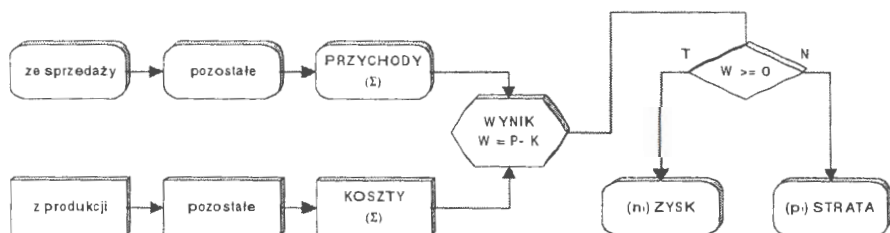
oraz określenie wielkości środków własnych w obrocie. Przedstawiona propozycja planu ma gwarantować rozwój firmy. W zadaniu wyróżnia się działalności główne przedsiębiorstwa: finanse, organizację produkcji, kapitały i efekty. Przedstawiono szerzej ograniczenia i bilanse. Skupiono się na omówieniu następujących bloków: przychodów, kosztów, bilansu mocy produkcyjnej i zakupu surowca, zatrudnieniu, zakupie surowca, podziale produkcji, chłonności rynków zbytu oraz podziale zysku, gdzie: $A_{11}, A_{12}, \dots, A_{112}$ (bilans finansów), $A_{21}, A_{23}, \dots, A_{215}$ (bilans przychodów), $A_{32}, A_{33}, \dots, A_{38}$ (bilans kosztów), A_{158} (nakłady inwestycyjne). Problem zasadniczy to podział zysku na fundusze i kapitały, za pomocą których mogą być prowadzone inwestycje i bieżąca działalność gospodarcza. Funkcja celu tworzy kryterium różnicowe w najprostszej postaci: czynnikiem korzystnym jest zysk, a niepożądanym – strata. Maksymalizacja różnicy tych wskaźników jakości prowadzi, rzecz jasna, do prostej maksymalizacji wyniku finansowego przedsiębiorstwa, co w niczym nie przeczy teoretycznym wywodom na temat zasad optymalizacji wielokryterialnej.

Bilans przychodów i kosztów

Na wielkość przychodów całkowitych (blok A_{21}) ma wpływ przychód ze sprzedaży (A_{25}) margaryn na poszczególnych rynkach zbytu oraz przychody operacji finansowych (A_{210}), głównie odsetek uzyskanych z oprocentowania kapitału własnego na rachunku bankowym; rozważa się także możliwość powiększenia przychodów finansowych o kapitał własny w obrocie (A_{29}). Pozostałe przychody operacyjne przyjęto w sposób uproszczony za wielkość stałą (określoną). Są to przychody nie związane bezpośrednio z działalnością produkcyjną spółki i stanowią niewielki procent całego przychodu. Wymaga to przyjęta postać modelu liniowego, gdzie po uzupełnieniu o dane kosztowe tworzy się pełny bilans wypracowanych i wydanych pieniędzy.

Bilans kosztów tworzą następujące macierze cząstkowe: kosztów produkcji (blok A_{33}), czyli kosztów związanych z wytworzeniem margaryn, kosztów kooperacji (A_{34}), które dotyczą zakupu surowców niezbędnych do wyprodukowania margaryn, a także koszty (A_{36}) związane z faktycznym utrzymaniem pracownika biorącego udział w procesie produkcji oraz koszty amortyzacji i związane z nimi inwestycje (A_{38}), wielkość kredytu inwestycyjnego oraz koszty fi-

nansowe (związane z nimi odsetki od kredytów inwestycyjnego i obrotowego oraz wielkość kredytu obrotowego – A_{315} i kredytu inwestycyjnego – A_{314}). Aby uprościć zapis modelu, koszty zarządu oraz koszty operacyjne przyjęto za wielkość stałą. Koszty stałe wprowadzono do rozwiązania dwoma sposobami: poprzez wartości ograniczeń i poprzez stan obiektu produkcji. Chodzi tu o najtrudniejszy problem do zapisu w zadaniach PL (Programowania Liniowego), tj. kosztów stałych. Niezależnie od bieżącego poziomu produkcji firma ponosi koszty, np. amortyzacji, najczęściej w wartościach proporcjonalnych miesięcznie.



Schemat 22. Bilans przychodów i kosztów w bloku finansów modelu

W drugim przypadku przypisano wartość jeden ($X_{33} = 1$) zmiennej stanu obiektu. Oznacza to, że niezależnie od wykorzystania mocy koszty stałe obiektu trzeba będzie ponosić. W zasadzie do takich przypadków stosuje się programowanie dyskretne, gdzie zakłada się warunek, że pewne zmienne mogą występować w rozwiązaniu wyłącznie w postaci całkowitoliczbowej. Problem dotyczy, między innymi, inwestycji i podziału „niepodzielnych” zasobów.

Organizacja produkcji i marketingu

Zasadniczym momentem w optymalizacji jest modelowanie technologii produkcji i organizacja marketingu. Z tego też względu podamy opis w postaci faktycznego zapisu macierzowego (model 2). W pierwszym przypadku, obok skali produkcji, istotny jest: dobór komponentów do produkcji poszczególnych margaryn. Powstaje sytuacja dość trudna do zapisu tego problemu z uwagi na fakt, że mamy do czynienia z tzw. optymalizacją wewnętrzną. Terminem tym będziemy określać istnienie odrębnego zadania optymalizacyjnego w ramach aktualnie rozwiązywanego problemu decyzyjnego. W miarę prostym sposobem jest

wprowadzenie do zadania średnich struktur składu margaryny, jako wyniku odrębnego postępowania optymalizacyjnego. Drugim problemem jest zakup surowca, tj. skąd i w jakich ilościach sprowadzać oleje i mleko do produkcji. Jest to po części problem logistyczny, z uwagi na wybór dostawców dla prowadzonej działalności. Podobnie problem ten można rozpatrywać przy sprzedaży. Są to zagadnienia, które bezpośrednio wiążą się z chłonnością rynków zbytu. Możliwości zakupu i sprzedaży najlepiej ograniczyć warunkami typu „≤”, tj. *maximum*. W zasadzie są to informacje niepewne i właściwe byłoby tu zastosowanie metody MOLP (ang. *Multiobjective Linear Programming*), która rozwiązuje zadania z rozmytymi współczynnikami prawych stron (Krawiec, Banaś, Marchowska-Szewczyk, 1997, s. 256).

Do produkcji margaryny (blok A_{63}) stosuje się surowce (A_{64}) zakupione od kontrahentów krajowych, a także oleje pochodzące z importu (olej słonecznikowy, sojowy, palmowy i kokosowy). Podstawowymi surowcami krajowymi są olej rzepakowy i mleko. Zaplecze surowcowe stanowią województwa: toruńskie, bydgoskie i gorzowskie. Wyprodukowana margaryna (A_{73}) jest rozdzielana na różne rynki zbytu (A_{75}). Podstawowym kierunkiem sprzedaży wyrobów spółki jest rynek krajowy. Produkty oferowane przez przedsiębiorstwo są kupowane przede wszystkim przez firmy handlowe, zainteresowane tłuszczami przeznaczonymi do bezpośredniej konsumpcji (tłuszcze jadalne – margaryny). Sprzedaż (A_{85}) na rynku krajowym dotyczy głównie Wielkopolski, Pomorza i Kujaw. W zależności od zapotrzebowania na danym rynku można sprzedać okreśłą ilość margaryn (ograniczenia typu *maximum*).

Bilans mocy i zasobów pracy

Z bilansem mocy związana jest moc produkcyjna (A_{47}), którą przedsiębiorstwo może osiągnąć. Rozważa się możliwość zwiększenia mocy przez inwestycje (A_{48}).

$$\sum_{k=1}^K x_k - x_f - \sum_{w=1}^W x_w = 0, \quad [5.79]$$

gdzie:

x_k – moc produkcyjna k-tego rodzaju produktu,

x_f – wielkość mocy produkcyjnej, przy ograniczeniu $x_f \leq V_f$.

Działalności	ORGANIZACJA PRODUKCJI																				znak relacji	wartość ograniczeń	
	PRODUKCJA I			KOOPERACJA								MARKETING											
	TECHNOLOGIA			krajowa				import				SPRZEDAŻ PRODUKCJI (dostawca-rynk)											
				olej (rzepak)							Wielkopolska			Pomorze			Kujawy						
	TINA	KUJAWSKA	SŁONECZNA	mleko	toruńskie	bydgoskie	gorzowskie	olej sojowy	olej słonecznikowy	olej palmowy	olej kokosowy	pozostałe składniki	S1			S2			S3				
A	B	C		K1	K2	K3						A	B	C	A	B	C	A	B	C			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1			
Zmienne Xn	...																						
Zakup oleju rzepakowego	1	0,09	0,1	0,1		-1	-1	-1														↕	0
olej sojowy		0,18	0,07	0,09					-1													↕	0
olej słonecznikowy		0,08	0,19	0,15					-1													↕	0
olej palmowy		0,02	0,03	0,02						-1												↕	0
olej kokosowy		0,03	0,03	0,02							-1											↕	0
mleko		0,56	0,55	0,58	-1																	↕	0
pozostałe składniki		0,04	0,04	0,04							-1											↕	0
Produkcja Tina (A)		-1										1			1			1				=	0
" Kujawska (B)			-1										1			1			1			=	0
" Słoneczna (C)				-1										1			1			1		=	0
Maks. dostawy Tina (A)													1									↕	8814
do S1 Kujawska (B)														1								↕	8741
Słoneczna (C)															1							↕	8545
Maks. dostawy Tina (A)																1						↕	6855
do S2 Kujawska (B)																	1					↕	6798
Słoneczna (C)																		1				↕	6647
Maks. dostawy Tina (A)																			1			↕	3917
do S3 Kujawska (B)																				1		↕	3885
Słoneczna (C)																					1	↕	3798

Model 2. Macierz cząstkowa organizacji produkcji marketingu

Bilans zatrudnienia rozpatrywany jest z nakładów pracy. Łączy on w modelu wszystkie elementy organizacji produkcji (A_{53} , A_{54} , A_{55}) w postaci poniesionych nakładów robotnikogodzin (rbg) przyrównywanych do istniejącego potencjału (A_{56}).

$$\sum_{k=1}^K a_k x_k + \sum_{b=1}^B a_b x_b + \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^m a_k^{(m)} x_k^{(m)} - x_z = 0, \quad [5.80]$$

gdzie:

a_k – parametr zapotrzebowania na rbg do produkcji k-tego rodzaju produktu,

x_k – liczba rbg do produkcji k-tego rodzaju produktu,

a_b – parametr zapotrzebowania na rbg do kooperacji b-tego rodzaju surowca,

x_b – liczba rbg potrzebnych do kooperacji b-tego surowca,

$a_k^{(m)}$ – zapotrzebowania na rbg do sprzedaży k-tego surowca na m-tym rynku,

$x_k^{(m)}$ – liczba rbg nakładów pracy na sprzedaż k-tego produktu na m-tym rynku,

przy ograniczeniu zatrudnienia $x_z \leq V_z$, gdzie V_z określono na 500 pracowników.

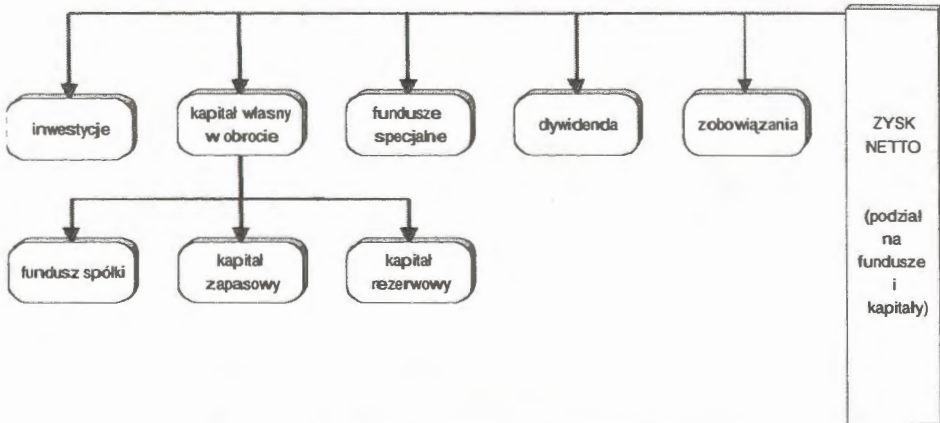
Podział wypracowanego zysku

W klasycznych modelach definiowanie zmiennych i ograniczeń kończyło się w zasadzie na maksymalizacji wyniku finansowego. Jest bardzo trudno uchwycić sprzężenie zwrotne między wypracowanym wynikiem finansowym a realizowanym procesem produkcji w statycznej postaci modelu. Jedyne środki na inwestycje wyraźnie zaznaczają swój udział w zwiększaniu mocy produkcyjnych, poprawie jakości produkcji i obniżeniu, np. zatrudnienia. Pozostałe fundusze i kapitały działają pośrednio. Stąd w konstrukcji modelu występują dwa sposoby wpływania na podział zysku: poprzez bilanse sprzężone z procesem produkcji i poprzez oddziaływanie otoczenia, np. na wielkość dywidendy. Ta druga część warunków została wprowadzona za pomocą ograniczeń progowych.

Zysk (A_{917}) pozostający do dyspozycji jednostki jest przeznaczony na zasilenie funduszy specjalnych (A_{911}), wzrost kapitału własnego (A_{99}), tj. fundusz przedsiębiorstwa, kapitał zapasowy, kapitał rezerwowy oraz wypłatę dywidendy dla akcjonariuszy (A_{912}), spłatę zobowiązań (A_{913}), które mogą obejmować działalność polegającą na nabyciu, wytworzeniu lub ulepszeniu środków trwałych.

Funkcja celu (użyteczności)

Problem określenia wiązki celów dla przedsiębiorstwa w warunkach rynku jest przedmiotem wielu dyskusji i polemik: od poglądów wczesnokapitalistycznych, gdzie dominuje maksymalizacja zysku, do populistycznych idei, gdzie głównym celem była produkcja i pełne zatrudnienia (brak rynku pracy). Jedno jest pewne – aby firma trwała, musi produkować te produkty, na które jest popyt. Ponadto musi to robić tanio i dobrze. Mamy więc do czynienia z trzema celami, mianowicie: minimalizacją kosztów (maksymalizacja wyniku finansowego), maksymalizacją jakości wytwarzanego produktu i racjonalizacją wielkości produkcji (ryzyko produkcji). W przedstawionych celach dominuje podejście marginalne, tj. współzawodniczenie ze sobą poszczególnych, najbardziej efektywnych finansowo, działalności na ograniczonym rynku konsumenta.



Schemat 23. Podział zysku na fundusze i kapitały

Źródło: opracowanie własne.

Równanie celu G_1 maksymalizacji wyniku finansowego w postaci zysku netto – opisuje zasadniczy cel optymalizacji: osiągnięcie możliwie maksymalnego zysku głównie po to, żeby można było aktywnie rozszerzać jego akumulację. Rozwiązanie, w zależności od układu działalności i bilansów, może wykazywać zysk (n_1) lub stratę (p_1), czego przed przystąpieniem do rachunku optymalizacji nie możemy przewidzieć.

$$(G_1) \quad \sum_{j=1}^s a'_{1j} X_j + n_1 - p_1 = 0; \quad a_{m+1,j} = a'_{1j}. \quad [5.81]$$

Jest rzeczą oczywistą, że aby model preferował rozwiązanie z zyskiem, należy maksymalizować zmienną n_1 (zysk) i minimalizować zmienną p_1 (strata) równocześnie. Uzyskanie w biznesplanie odpowiedniego zysku netto jest zjawiskiem pożądanym dla przedsiębiorstwa, stwarza bowiem gwarancję jego rozwoju.

Równanie celu G_2 *maksymalizacji jakości produkcji* można zapisać dwójako: ustalić pewną normę jakości dla produkcji na sprzedaż i minimalizować odchylenia ujemne (słabsza jakość) i dodatnie (jakość ponadnormatywna)

$$(G_2) \quad \sum_{j=1}^s a'_{2j} X_j + n_2 - p_2 = Vs; \quad a_{m+2,j} = a'_{2j} \quad [5.82]$$

względem pewnego stanu Vs i wtedy będziemy mieli pożądaną jakość. Za wskaźnik jakości można uznać udział olejów szlachetnych (importowanych) lub zawartość cholesterolu w produkcie gotowym. Można również wprowadzić równanie uproszczone, gdzie będziemy maksymalizować wyłącznie sumę wskaźników jakości (n_2), np. zawartości olejów szlachetnych, lub minimalizować (p_2), np. zawartość cholesterolu przypisanego określonym margarynom.

Równanie G_3 *ryzyka produkcji* jest to dążenie do określenia niezawodności planu, ze względu na działania czynników losowych. Każdy opracowany biznesplan, z uwagi na niemożność przewidzenia wszystkich istotnych zagrożeń, jest w mniejszym lub większym stopniu obciążony ryzykiem realizacji. Głównym zagrożeniem w rozważanym modelu są wahania rynku. Pozostaje do wyjaśnienia sformułowanie stosownego celu cząstkowego, podkreślmy to – funkcjonału zawodności planu $\delta(x)$ ze względu na wahania chłonności na poszczególnych rynkach sprzedaży margaryny – w pewnej mierze umownego.

Funkcjonał ten jest zwykłą sumą odchyłeń standardowych $\sum_{i=1}^n s_i x_i$ poszczególnych sprzedaży na określonych rynkach, a nie łącznej produkcji. Jest nim $\sqrt{x^T S x}$, gdzie S oznacza macierz kowariancji zmiennych sprzedaży, co wymaga zastosowania programowania stochastycznego (Krawiec, 1986). W przyjętej funkcji użyteczności chodziło o zastosowanie w miarę prostego i skutecznego sposobu wpływania na wybór rozwiązania ze względu na pewność sprzedaży produkcji.

$$(G_3) \quad \sum_{j=1}^s a'_{3j} X_j - p_3 = 0; \quad a_{m+3,j} = a'_{3j} \quad [5.83]$$

Odchylenia standardowe można sprowadzić do współczynników zmienności przypisanych określonym zmiennym i poprzez minimalizację tego funkcjonału wpływać na dobór zmiennych decyzyjnych biznesplanu.

Zdefiniowana funkcja użyteczności dla rozważanego problemu decyzyjnego biznesplanu przyjmie postać:

$$W_1c_1(n_1 - p_1) \pm W_2c_2(n_2, p_2) \pm W_3c_3(n_3, p_3) \rightarrow \text{maksimum} (\%), \quad [5.84]$$

gdzie na zasadzie gry celów gospodarowania: maksymalizacji wyniku finansowego, dbałości o jakość produkcji i poszukiwania niezawodnych rozwiązań, dąży się do znalezienia właściwego rozwiązania kompromisowego. Wyjaśnienia wymaga tu zastosowanie współczynnika standaryzacji celów cząstkowych, tj. sprowadzenia równań funkcji celu do wartości porównywalnych, przedstawionego przez R. Budzińskiego (1991). Są nimi średnie arytmetyczne wyznaczone z sum bezwzględnych wartości niezerowych elementów tych równań, odniesione do wspólnej dzielnej – liczby 100, mianowicie:

$$c_k^{n,p} = \frac{100l_k}{\sum_{j=1}^s |a_{kj}|}; \quad k = 1, 2, \dots, r, \quad [5.85]$$

gdzie:

- $c_k^{n,p}$ – parametr techniczny standaryzowanego k-tego celu cząstkowego w całym modelu,
- $|a_{kj}|$ – bezwzględne wartości parametrów techniczno-ekonomicznych stojących w równaniach celów cząstkowych przy aktywnych j-ych zmiennych decyzyjnych,
- l_k – wzięta do obliczeń liczba niezerowych elementów w k-tym wierszu celów cząstkowych.

Jeżeli jest znana wartość określonego celu G_k ($k = 1, 2, \dots, r$) do osiągnięcia, to możemy również przez odniesienie obliczonego parametru $c_k^{n,p}$ do danej wartości G'_k (dla $G'_k > 0$ i $k = 1, 2, \dots, r$) oszacować współczynniki celów cząstkowych, tzw. *funkcji dystansowej*, uwzględniając *a priori* preferencje decydenta.

Poszukiwanie rozwiązań decyzyjnych

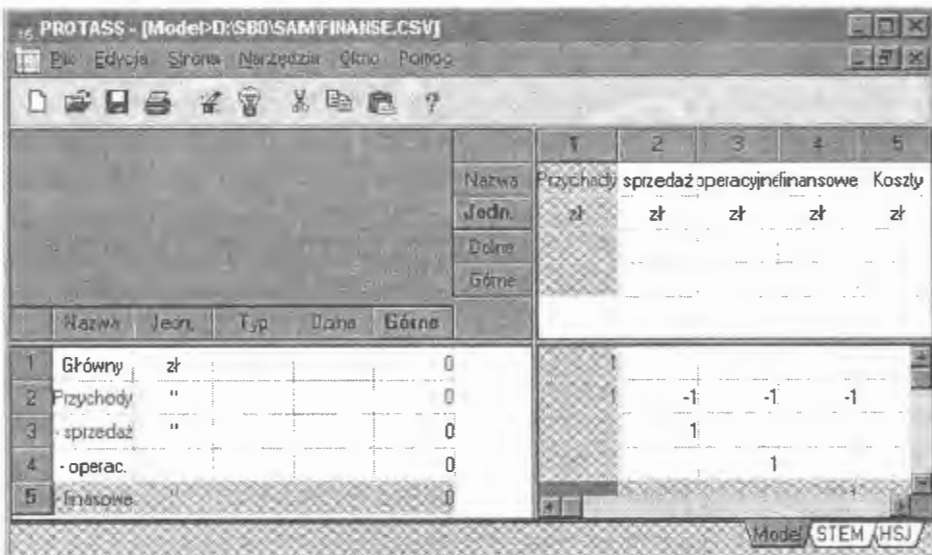
Poszukiwanie rozwiązania kompromisowego, po odpowiednim sformułowaniu zadania (modelu), jest problemem najtrudniejszym do rozwiązania. Tu właści-

wie skupiają się prawie wszystkie wysiłki w poszukiwaniu algorytmu uniwersalnego. Możliwie prostym i naturalnym sposobem jest przedstawiony algorytm ważonego programowania celów (ang. *Goal Programming*), który zaprezentowano przy definiowaniu wiązki celów [5.97]. W przypadkach modelu mało elastycznego można zastosować inne metody. Sprawdzone rozwiązanie jest kombinacja dwu metod: STEM (ang. *Step Method*), która umożliwi poszukiwania rozwiązań Pareto- optymalnych i HSJ (ang. *Hop, Skip, Jump*), pozwalająca na generowanie rozwiązań bliskich ekstremum funkcji celu.

Metoda STEM jest jedną z najstarszych technik WPL (Wielokryterialnego Programowania Liniowego). Autorami są B. Benayoun, I. de Mongolfier, I. Terygny i O. Laritchev (1971). Dochodzenie do pożądanego wyniku można tu podzielić na dwa zasadnicze etapy: wyznaczenie rozwiązania dopuszczalnego, najbliższego rozwiązaniu idealnemu, odrębnie dla wyspecyfikowanych celów częściowych i procedurę właściwych obliczeń operujących na postępowaniu iteracyjnym, tzw. macierzy wypłat, gdzie poszukuje się właściwego rozwiązania kompromisowego w sensie rozwiązań Pareto- optymalnych. Rozwiązania takie (Pareto- optymalne) powodują, że poprawienie jednego z kryteriów będzie się wiązać ze zmianami w poziomach innych kryteriów gospodarowania. Informacje wymagane od decydenta w fazie dialogu każdej iteracji sprowadzają się do wskazania przez niego tych celów częściowych, których poziomy realizacji w danym rozwiązaniu dopuszczalnym wymagają zmian. Dalej, np. poprzez pogarszanie wartości jednego z celów, tworzymy szanse na polepszanie innych, bardziej ważnych dla decydenta rozwiązań. Istotnym uzupełnieniem poszukiwania rozwiązań poświadanych do wdrożenia są mechanizmy ograniczeń progowych, które można nałożyć na działalności, bilanse lub na wykazywane poziomy celów częściowych.

Może się okazać, że mechanizmy wpływania na struktury rozwiązań za pomocą zmian parametrów funkcji celu są mało skuteczne. W takich przypadkach użyteczna jest metoda HSJ, pomocna przy generowaniu serii rozwiązań dopuszczalnych w bliskim otoczeniu ekstremum funkcji celu. Metoda ta została zaprojektowana do generowania niewielkiej serii rozwiązań, które różnią się między sobą wielkościami zmiennych decyzyjnych przy jednoczesnym spełnieniu założonych ograniczeń w zadaniu. Jedno z nich można zawsze uznać, np. za wartość usprawniania metodą STEM. I tak, jeżeli nie następuje postęp w ulepszaniu zadania za pomocą metody STEM, „zaburzamy” układ metodą HSJ i dalej poszukujemy interesujących nas rozwiązań za pomocą ograniczeń progowych.

wych i zasad Pareto-optimalności. Procedurę postępowania powtarzamy tak długo, aż uzyskamy zadowalające wyniki. Można to przeprowadzić w jednym systemie PROTASS (praca magisterska: Cytrycki, Dzik, 1997, adres internetowy: <http://free.polbox.pl/p/protass>). Często niemożność uzyskania rozwiązania sprawnego prowadzi do modyfikacji modelu poprzez wprowadzanie ograniczeń progowych, tzw. *wymuszeń*, lub też zmian na liście zmiennych decyzyjnych i ponowne rozpoczęcie procedury optymalizacyjnej. Stąd wniosek, że należy utworzyć bazę danych, w której będziemy gromadzić rozwiązania przechodnie i wracać do tych rozwiązań jak do zgromadzonych doświadczeń decyzyjnych. Tworzenie listy rozwiązań ma również dobrą stronę, aczkolwiek jest to problem mało podnoszony przez literaturę. Jeżeli celowo (lub losowo) będziemy generowali rozwiązania z możliwymi zagrożeniami otoczenia, to tego rodzaju rozwiązania mogą stanowić tzw. domniemaną rzeczywistość. Na danych tych – podobnie jak w rzeczywistości, gdzie posługujemy się zaszcłociami – możemy przeprowadzać badania identyfikacyjne, prognozować i grupować rozwiązania na różne sposoby (Budziński, 1995).



Ekran 85. Strona tytułowa pakietu PROTASS dla metod STEM/HSJ

Optymalizacja wielokryterialna, poza uciążliwością poszukiwania rozwiązań (niektórzy twierdzą, i do nich zalicza się autor tych słów, że jest to właśnie

zaleta, gdyż pozwala osobom kompetentnym na wykazanie swoich zdolności zawodowych i intelektualnych), ma jeszcze inne wady. Uzyskane rozwiązanie kompromisowe, gdzie kryteria są wyrażane w różnych jednostkach miary, powoduje, że traci się tzw. oceny postoptymalizacyjne. Na przykład, dlaczego niektóre zmienne nie znalazły się w rozwiązaniu uznanym za dobre, np. w marketingu chodziłoby o wybór miejsc zakupu surowca czy sprzedaży towaru. I dalej, ile się zyska lub straci, jeżeli rozszerzymy (lub zawężymy) istotne ograniczenia (bilans), np. robocizny lub dostępu do większej sumy kredytu? Aby tego uniknąć, trzeba opatrzyć pierwotne zadanie znanymi już wartościami ograniczeń progowych i poddać rachunkowi optymalizacyjnemu. Kryterium jest wtedy jedno – maksymalizacja wyniku finansowego. W takich przypadkach struktura rozwiązania nie ulega zmianie i mamy do dyspozycji oceny względne dla działalności i oceny dualne w złotych na jednostkę miary dla istotnych (wyczerpanych) zasobów zadania optymalizacyjnego. Wprowadzenie tego rodzaju udogodnień, np. do systemu PROTASS, w istotny sposób poprawiłoby użyteczność systemu w praktyce.

Zysk dla rozpatrywanego zadania wyniósł 1 829,12 tys. zł. Przykładowo, w rozwiązaniu przedstawionym w tablicy 4 „nie weszły” następujące zmienne:

- zakup oleju rzepakowego z województwa bydgoskiego i gorzowskiego, którego koszt zredukowany (dochód marginalny) wynosi odpowiednio: 1,00 zł/t i 7,00 zł/t. Są to wartości, o które należy zmienić współczynnik funkcji celu, aby zmienna mogła kandydować do rozwiązania bazowego (np. uzyskać nową, mniejszą cenę zakupu),
- margaryna Kujawska sprzedawana na Pomorzu – jej koszt zredukowany wynosi 50,00 zł/t; należy zwiększyć współczynnik funkcji celu, aby zmienna weszła do rozwiązania optymalnego (np. obniżyć koszt własny produkcji).

Analiza stabilności oceny dualnej konkretyzuje ten problem: wskazana cena jest słuszna dla zatrudnienia w przedziale 463–537 pracowników. To znaczy, że można bez ryzyka przyjąć dodatkowo 37 pracowników. Najefektywniejsza jest produkcja margaryny Słonecznej na rynek Kujaw. Wzrost popytu na ten produkt o 1 t spowoduje przyrost zysku o 130 zł/tonę. Opłaciłoby się (zob. stabilność) zwiększyć sprzedaż na rynku Kujaw do 9069 ton margaryny Słonecznej. Dane zastosowane w zadaniu posłużyły do przedstawienia ogólnej działalności przedsiębiorstwa, natomiast w rzeczywistości zaprezentowane zadanie optymalizacyjne planu finansowo-rzeczowego miałoby wiele innych ograniczeń i należałoby szukać rozwiązań optymalnych ze względu na inne kryteria. Za-

Struktura rozwiązania optymalizacyjnego biznesplanu

Zmienne decyzyjne				Wykorzystanie zasobów				
Symbol Xn	Wyszczególnienie działałości	Miary (JM)	Decyzja wg JM	Symbol Ym	Wyszczególnienie bilansów i ograniczeń	Miary (JM)	Do wyko- rzystania	Dualizm tys.zł/JM
X.1	Przychody (razem)	tys. zł	12 7529,40	Y.1	Bilans główny	tys.zł	-	-1,00
X.2	w tym: ze sprzedaży	tys. zł	12 5336,70	Y.2	Bilans przychodów	tys.zł	-	1,00
X.3	przychody operacyjne	tys. zł	374,20	Y.3	w tym: ze sprzedaży	tys.zł	-	1,00
X.4	przychody finansowe	tys. zł	1 818,49	Y.4	przychody operacyjne	tys.zł	-	1,00
X.5	Koszty (razem)	tys. zł	10 9270,30	Y.5	przychody finansowe	tys.zł	-	1,00
X.6	w tym: produkcji	tys. zł	8 9092,24	Y.6	Bilans kosztów	tys.zł	-	-1,00
X.7	zarządu	tys. zł	8 748,00	Y.7	w tym: produkcji	tys.zł	-	-1,00
X.8	amortyzacji	tys. zł	6 212,09	Y.8	zarządu	tys.zł	-	-1,00
X.9	koszty operacyjne	tys. zł	1 727,10	Y.9	amortyzacji	tys.zł	-	-1,00
X.10	finansowe	tys. zł	3 490,85	Y.10	koszty operacyjne	tys.zł	-	-1,00
X.11	Produkcja margaryny: Tina	ton	19 586,00	Y.11	finansowe	tys.zł	-	-1,00
X.12	" " Kujawska	ton	9 052,10	Y.12	Ograniczenie mocy produkcyjnej	ton	-	-0,07
X.13	" " Słoneczna	ton	18 990,00	Y.13	Obiekt fabryczny	obiekt	-	-8 002,66
X.14	Zapotrzebowanie na mleko	ton	27 039,65	Y.14	Mocy produkcyjnych (- inwestycji)	ton	-	-0,18
X.15	olej rzepakowy z woj. toruńskiego	ton	4 521,69	Y.15	Ograniczenie zatrudnienia	osób	-	68,14
X.16	olej rzepakowy z woj. bydgoskiego	ton	0,00	Y.16	Bilans pracy	rbg	-	0,04
X.17	olej rzepakowy z woj. gorzowskiego	ton	0,00	Y.17	Zakup oleju rzepakowego	ton	-	3,58
X.18	olej sojowy	ton	5 868,23	Y.18	" oleju sojowego	ton	-	3,14
X.19	olej słonecznikowy	ton	6 135,25	Y.19	" oleju słonecznikowego	ton	-	3,13
X.20	olej palmowy	ton	1 043,08	Y.20	" oleju palmowego	ton	-	3,13
X.21	olej kokosowy	ton	1 238,94	Y.21	" oleju kokosowego	ton	-	3,13
X.22	Pozostałe składniki	ton	1 781,23	Y.22	" mleka	ton	-	0,34
X.23	Sprzedaż w Wielkop. Tiny	ton	8 814,00	Y.23	Zakup pozostałych składników	ton	-	0,25
X.24	" " Kujawskiej	ton	5 167,10	Y.24	Bilans produkcji: Tina	ton	-	2,50
X.25	" " Słonecznej	ton	8 545,00	Y.25	" " Kujawska	ton	-	2,54
X.26	Sprzedaż na Pomorzu Tiny	ton	6 855,00	Y.26	" " Słoneczna	ton	-	2,44
X.27	" " Kujawskiej	ton	0,00	Y.27	Rynki zbytu: Wielkop. - Tina	ton	-	0,03
X.28	" " Słonecznej	ton	6 647,00	Y.28	" " Kujawska	ton	3 573,90	0,00
X.29	Sprzedaż na Kujawach Tiny	ton	3 917,00	Y.29	" " Słoneczna	ton	-	0,10
X.30	Sprzedaż na Kujawach Kujawskiej	ton	3 885,00	Y.30	Rynki zbytu: Pomorze - Tina	ton	-	0,01
X.31	Sprzedaż na Kujawach Słonecznej	ton	3 798,00	Y.31	" " Kujawska	ton	6 798,00	0,00
X.32	Zatrudnienie	osób	5 000,00	Y.32	" " Słoneczna	ton	-	0,05
X.33	Obiekt produkcyjny	obiekt	1,00	Y.33	Rynki zbytu: Kujaw - Tina	ton	-	0,08
X.34	Nowa produkcja (inwestycje)	ton	8 128,10	Y.34	" " Kujawska	ton	-	-0,01
X.35	w tym: inwestycje własne	tys. zł	2 479,76	Y.35	" " Słoneczna	ton	-	0,13
X.36	inwestycje obce	tys. zł	13 776,45	Y.36	Podział zysku	tys.zł	-	0,10
X.37	Kapitał własny w obrocie (razem)	tys. zł	18 184,91	Y.37	w tym: kapitał własny w obrocie	tys. zł	-	0,00
X.38	w tym : fundusz przedsiębiorstwa	tys. zł	12 123,27	Y.38	inwestycje własne	tys. zł	-	-0,19
X.39	kapitał zapasowy	tys. zł	4 132,93	Y.39	fundusz przedsiębiorstwa	tys. zł	9 919,04	0,00
X.40	kapitał rezerwowy	tys. zł	1 928,70	Y.40	kapitał zapasowy	tys. zł	-	0,00
X.41	Odsetki od kapitału w obrocie	tys. zł	1 818,49	Y.41	kapitał rezerwowy	tys. zł	-	0,00
X.42	Fundusze specjalne	tys. zł	1 653,17	Y.42	fundusze specjalne	tys. zł	-	-0,10
X.43	Dywidenda	tys. zł	3 857,40	Y.43	dywidenda	tys. zł	-	-0,10
X.44	Zobowiązania	tys. zł	13 776,65	Y.44	zobowiązania	tys. zł	-	-1,26
X.45	Kapitał obcy	tys. zł	26 771,78	Y.45	Oprocent. kapitału własnego w obrocie	tys. zł	-	-1,00
X.46	Kredyt inwestycyjny (10-letni)	tys. zł	13 776,45	Y.46	Pokrycie zobowiązań	tys. zł	-	0,00
X.47	Odsetki od kredytu inwestycyjnego	tys. zł	37 196,64	Y.47	Inwestycje z kapitału obcego	tys. zł	-	-0,09
X.48	Kredyt obrotowy (krótkoterminowy)	tys. zł	12 995,34	Y.48	Wielkość kredytu obrotowego	tys. zł	-	-0,24
X.49	Odsetki od kredytu obrotowego	tys. zł	31 188,88	Y.49	Oprocent. kredytu inwestycyjnego	tys. zł	-	0,10
X.50	Zysk	tys. zł	18 219,12	Y.50	" " obrotowego	tys. zł	-	1,00
X.51	Strata	tys. zł	0,00	Y.51	Zobowiązania spłt kredytu	tys. zł	-	-1,16

prezentowany model matematyczny dla przedsiębiorstwa dobrze ukazuje problemy finansów, organizacji produkcji oraz zapotrzebowania na kapitał równocześnie. Umożliwia uzyskanie rozwiązań mogących służyć jako wzorzec, szkielet do standardowych opracowań biznesplanu. Jak widać, przywoływanie metod do baz rachunkowości ma tu sens metodyczny i uzasadnienie praktyczne.

Uzupełnieniem rozwiązania powinno być dążenie do określenia niezawodności opracowanego planu finansowo-rzeczowego. Obiektywizacji tej oceny trzeba upatrywać przede wszystkim w odporności proponowanego planu na zmiany warunków produkcji. Jeżeli założy się, że odporność ta przyjmie postać:

$$E = E(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n; \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m), \quad [5.86]$$

gdzie: $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – parametry techniczne planu, $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ – oddziaływanie otoczenia, które można w zadawalającym stopniu oszacować, to zmiana charakterystyk tych elementów (i współdziałania między nimi) w istotny sposób wpływa na wartość parametru E . W literaturze przedmiotu istnieje wygodny sposób pomiaru niezawodności układów, a mianowicie:

$$\Delta E_n^o = E_n^o - E_n^*, \quad [5.87]$$

gdzie ΔE_n^o wskazuje, jak może zmienić się efektywność zastosowania, np. planu w przypadku możliwych zmian rzeczywistości E_n^* w porównaniu z zaproponowanym rozwiązaniem E_n^o . Wskaźnik w postaci [5.87] może być stosowany także do oceny porównawczej różnych wariantów planu. W takim przypadku zamiast E_n^o i E_n^* wystarczy rozpatrywać wartość E dla poszczególnych wariantów, przy czym E może oznaczać odpowiednio przyjęte wartości celów do realizacji (Bulsenko, Kałasznikow, Kowalenko, 1979, s. 33).

5.3. Inżynieria systemu informatycznego

Przedstawione rozwiązania integracyjne rzeczywistego systemu rachunkowości i możliwych rozwinięć z reprezentacją czasu wymaga również innego spojrzenia na proces przetwarzania. Problem najważniejszy to duża liczba zapisów i konieczność dostarczania informacji w czasie rzeczywistym. Następnym problemem jest rozproszenie baz danych i konieczność współpracy z wieloma bazami równocześnie. Mimo dynamicznego rozwoju komputerów osobistych po-

wraca zapotrzebowanie na systemy komputerowe o większej elastyczności i mocy obliczeniowej z centralną bazą danych. Nie można tego organizować w oparciu o tradycyjne przetwarzanie na jednym serwerze, a tym bardziej o jednostanowiskowe komputery osobiste. Wytworzyła się sytuacja, w której wyraźnie oddziela się użytkowników systemu (klienci) od przetwarzania wykonawczego na specjalistycznym oprogramowaniu, obsługującym rozproszone bazy danych (serwer). Rozwiązania te noszą nazwę strategii (technologii) klient/serwer. W tej technologii pojęcia „klient” i „serwer” należy traktować jako niematerialny proces, który dostarcza określoną funkcjonalność. Najczęściej mówi się o przejmowaniu przez serwery wszystkich specjalistycznych funkcji gromadzenia, przechowywania, udostępniania oraz ochrony danych. Programom użytkownika (klienta) pozostawia się inicjowanie przetwarzania i realizację specjalistycznych algorytmów obsługi danych udostępnianych przez serwer z różnych źródeł, nawet bez wiedzy użytkownika. Zauważa się przy tym wyraźne tendencje do przejmowania wszystkich funkcji usługowych w programie przez systemy serwera.

Z technologią klient/serwer związane są następujące pojęcia:

- obliczenia rozproszone; pojęcie to jest używane, gdy więcej niż jeden niezależny proces odpowiada za wykonanie danego zadania; procesy te mogą być wywoływane na tych samych albo różnych platformach obliczeniowych,
- przetwarzanie rozproszone; oznacza ono, że wykonanie programu aplikacyjnego powoduje uruchomienie więcej niż jednego niezależnego procesu; o przetwarzaniu rozproszonym mówi się tylko wtedy, gdy pojedynczy etap pracy jest wykonany przez wiele procesów,
- rozproszone bazy danych; dane zawarte w rozproszonych bazach danych podzielone są między kilka baz, ale dla aplikacji stanowią logiczną, pojedynczą bazę danych.

Termin „klient/serwer” związany jest z relacją między dwoma systemami albo procesami. W relacji tej *klient* jest systemem, który zleca jakieś zadanie systemowi zwanemu *serwerem* (Hall, 1996, s. 23). Często również program użytkowy, który inicjuje komunikację z innym programem, określany jest jako program klient (program kliencki) lub klient. Natomiast program, który oczekuje na zgłoszenia od klientów, czyli na żądania nawiązania komunikacji, określany jest terminem „serwer” (Comer, Stevens, 1997, s. 37). Klient jest zazwyczaj wywoływany przez użytkownika, który pragnie skorzystać z usługi oferowanej w sieci. Program taki rozpoczyna działanie od nawiązania kontaktu z serwe-

rem. Następnie wysyła do serwera zapytanie (tzn. żądanie wykonania usługi) i czeka na odpowiedź. Po otrzymaniu odpowiedzi od serwera kontynuuje działanie. Programy klienckie są najczęściej łatwiejsze do skonstruowania niż serwery, ponieważ program klient nie musi uzyskiwać specjalnych przywilejów systemowych, aby móc wykonywać swoje zadania. Serwery natomiast muszą mieć dostęp do zasobów chronionych przez system operacyjny, takich jak dane i procedury systemowe lub też zarezerwowane porty protokołów komunikacyjnych. Dlatego też muszą działać w trybie uprzywilejowanym, z uprawnieniami programu systemowego (Comer, Stevens, 1997, s. 37).

W modelu przetwarzania typu klient/serwer użytkownicy pracują na inteligentnych komputerach, które nazywa się systemami czołowymi (ang. *front-end*), i komunikują się z serwerem zaplecza (ang. *back-end*), realizującym różnorodne usługi, między innymi dostęp do bazy danych, zarządzanie siecią, a także centralne składowanie plików (Sheldon, 1995, s. 184). W przetwarzaniu typu klient/serwer sieć komputerowa pełni funkcję platformy komunikacyjnej, na bazie której wielu użytkowników korzysta z usług jednego lub większej liczby serwerów. Wzajemne oddziaływanie między aplikacją użytkownika a programem (bazą danych lub sieciowym systemem operacyjnym), który działa na serwerze *back-end*, nazywa się relacją klient/serwer (ang. *client-server relationship*). Klient korzysta z komputera, który dysponuje własną mocą obliczeniową, na którym działa program obsługujący komunikację z użytkownikiem. Wynika z tego, że przetwarzanie w modelu klient/serwer zastępuje klasyczny model przetwarzania, gdzie program użytkownika rozstrzygał równocześnie o metodach dostępu do danych, jak i o ich przetwarzaniu.

Model przetwarzania typu klient/serwer odnosi się do systemów operacyjnych oraz do aplikacji. W relacji klient/serwer przetwarzanie jest rozdzielone pomiędzy system klienta i serwera. W systemie klienta działa aplikacja odpowiedzialna za wyświetlanie interfejsu użytkownika. Aplikacja ta odpowiednio formatuje żądania dotyczące usług sieciowych i wyświetla informacje lub komunikaty odebrane z serwera. Serwer realizuje operacje przetwarzania typu *back-end*, takie jak sortowanie danych lub sporządzanie wyciągów. Po zakończeniu sortowania, sporządzania wyciągu lub wykonywania innej czynności zleconej przez użytkownika serwer odsyła klientowi wyniki. Powoduje to ograniczenie ruchu w sieci, ponieważ klient otrzymuje tylko żądane informacje, a nie duże bloki danych, z których musiałby wybrać te, które go interesują. Rolę serwerów w środowiskach klient/serwer odgrywają głównie systemy typu super-

serwer, minikomputery lub systemy *mainframe*, które są w stanie obsłużyć jednocześnie żądania dużej liczby użytkowników, a przy tym realizować żądania związane z bezpieczeństwem i zarządzaniem siecią.

Technologia klient/serwer to sposób na budowanie niedrogich środowisk przetwarzania, które charakteryzują się łatwością dostosowania do specyficznych aplikacji. Jeśli chodzi o oprogramowanie, które działa w systemie klient/serwer, jest to zazwyczaj system zarządzania bazą danych DBMS (ang. *Database Management System*), w którym klienci posługują się językiem zwanym strukturalnym językiem zapytań SQL (ang. *Structured Query Language*), formułując zapytania do serwerów *back-end*. Systemy bieżącego przetwarzania transakcji OLTP (ang. *Online Transaction Processing*) są szczególnie dobrze dostosowane do modelu klient/serwer. Jednak najczęściej spotyka się serwery plików i serwery baz danych, natomiast systemy serwerów *back-end* mogą również dobrze świadczyć usługi związane z połączeniami dedykowanymi lub drukowaniem (Sheldon, 1995, s. 185–186).

Zaprezentowane poniżej cechy architektury klient/serwer są wskazówkami i podstawą do budowy i projektowania różnie połączonych systemów.

A. *Blok klienta* jest to zestaw procesów, które realizowane są po stronie klienta. Wykonuje on usługi systemu operacyjnego. System operacyjny natomiast dostarcza graficzny łącznik z użytkownikiem GUI (ang. *Graphical User Interface*) oraz mechanizm komunikacji z procesami, które są realizowanymi na innych maszynach.

B. *Blok warstwy pośredniej* wykonuje się po stronie klienta i po stronie serwera lub na maszynie, która jest wydzielona i obsługuje warstwę pośrednią. Blok ten podzielono na kilka warstw, z których mogą korzystać bloki serwera i klienta. Celem tego bloku jest tworzenie luźno połączonych systemów.

C. *Blok serwera* to zestaw procesów realizowanych po stronie serwera. Klient, tj. komputer PC, wysyła zapytanie odczytu porcji pliku przez sieć, natomiast funkcjonalność przetwarzania danych, które przechowywane są po stronie serwera zostaje wykonana przez klienta. Efektem tych działań jest duża wymiana komunikatów przez sieć oraz minimalne izolacje procesów serwera i klienta. Blok serwera realizuje utrzymanie baz danych oraz związane z nimi składnice danych. Składnica danych jest bazą danych, która realizuje przetwarzanie analityczne; stanowi podstawę dla systemów wspomagania decyzji. System wspomagania decyzji dostarcza informacji dla użytkownika. Dzięki tym informacjom może on analizować sytuację i podejmować decyzje. Natomiast

systemy przetwarzania analitycznego wspierają proces decyzji strategicznych i taktycznych. Użyte w nich dane mają charakter historyczny. Są traktowane jako dane tylko do odczytu, za ich pomocą można dokonywać obserwacji faktów z przeszłości i prognozować w przyszłość.

Składnicę danych projektuje się dla dużych ilości danych, przeznaczonych tylko do odczytu. Architektura składnicy danych jest zestawem reguł i struktur, które są podstawą projektowania wszystkich systemów i produktów danego rodzaju.

Wyszczególnia się reguły, które określają architekturę składnicy danych:

- źródłem danych do składnicy danych są systemy, które przechowują dane w różnych systemach baz danych lub plikach, na różnych serwerach,
- dane z systemów źródłowych są integrowane i zmieniane przed ładowaniem do składnicy danych – w przypadku danych, które pochodzą z różnych systemów, należy dopasować te dane do funkcji, które są określone dla składnicy danych,
- składnica danych jest wydzieloną bazą danych tylko do odczytu, jej zadanie polega na wspieraniu podejmowania decyzji – oznacza to, że składnica danych nie może pracować na danych operacyjnych, a dane mają charakter historyczny,
- aby mieć dostęp do składnicy danych, korzysta się z architektury klient/serwer; serwerem w tym przypadku jest baza danych ze składnicą danych, klientem natomiast jest program lub narzędzie graficzne – umożliwiające wykonywanie przygotowywanych raportów, a także tworzenie własnych modeli analizy tych danych.

Obsługę rozproszonych obiektów zapewnia trójwarstwowa architektura systemów. Między procesem klienta i serwera jest dodana warstwa pośrednia. Dostarcza ona usługi komunikacji oraz realizuje usługi strategii (przedstawione w postaci logicznych obiektów biznesu, rozmieszczone dowolnie w sieci lokalnej i rozległej). Założenia technologii obiektów rozproszonych są podobne do założeń architektury klient/serwer. Celem jej jest rozszerzenie funkcjonalności i uporządkowanie rozwoju systemów informatycznych, aby mogły one sprostać wymaganiom, które stawiane są przez systemy zarządzania organizacjami. Obiekt rozproszony to niezależny zestaw kodu, który jest zlokalizowany w dowolnym miejscu w sieci. Do zestawu tego klienci mogą mieć dostęp poprzez określony zestaw łączników (można korzystać z usług zdefiniowanych przez konstruktora obiektu). Obiekty rozproszone są logicznie umieszczone

w warstwie pośredniej, inaczej: w warstwie strategii, która modeluje obiekty świata rzeczywistego – obiekty biznesu.

Warstwa ta ma na celu:

- prezentowanie obiektów świata rzeczywistego w języku użytkownika,
- zapewnienie hermetyzacji operacji, które są realizowane wewnątrz obiektu,
- kojarzenie technologii dostawców po stronie klienta, a także po stronie serwera,
- dostarczenie komputerów w postaci obiektów biznesu; mogą one być łączone w celu dopasowania do określonych potrzeb odbiorcy,
- obsługę systemów pracy grupowej, np. serwery poczty elektronicznej, elektronicznych dokumentów EDI, automatyzacji obiegu procesów pracy, harmonogramowanie.

Istnieje kilka wariantów konfiguracji środowiska klient/serwer. W pierwszym rozwiązaniu kilku klientów korzysta z jednego serwera; jest to typowa konfiguracja, którą spotyka się w niewielkich sieciach lokalnych (LAN). Natomiast w sieciach typu *peer-to-peer*, takich jak, np. Microsoft Windows for Workgroups, stacje robocze mogą pełnić funkcje zarówno klientów, jak i serwerów. Użytkownik może udostępnić pliki ze swojego dysku innym użytkownikom sieciowym. W ten sposób stacja robocza zaczyna pełnić funkcję serwera, który działa na rzecz innych klientów. Jednocześnie ten sam użytkownik może korzystać jako klient z plików na innych stacjach roboczych.

W większości konfiguracji komunikacja realizowana jest za pośrednictwem sieci lokalnych (LAN). Serwery mogą należeć do poszczególnych oddziałów lub grup roboczych lub mogą być zlokalizowane centralnie i dostępne dla całej instytucji. Serwery dostępne centralnie nazywane są serwerami korporacyjnymi. Serwery mogą się również znajdować w odległych miejscach, dostępnych dla użytkowników za pośrednictwem łączy telekomunikacyjnych. Projektanci i zarządcy sieci powinni wziąć pod uwagę wydłużony czas odpowiedzi w komunikacji z odległymi serwerami. Czas ten zależy od rodzaju połączenia. Tam, gdzie nie jest wymagany dostęp w czasie rzeczywistym, można zastosować system przesyłania komunikatów – użytkownicy przesyłają wtedy żądania do serwera, a serwer przekazuje odpowiedzi w formie wiadomości (komunikatu), umieszczonej w skrzynce elektronicznej (ang. *mailbox*) użytkownika. Odpowiedź taka może nadejść za kilka sekund, minut, a nawet godzin, w zależności od rodzaju połączenia i warunków czasowych narzuconych przez projektantów systemu.

Korzyści, które wynikają ze stosowania architektury klient/serwer, są następujące:

- przetwarzanie w modelu klient/serwer ułatwia instytucjom łagodne przejście od środowisk opartych na systemach *mainframe* i mikrokomputerach do rozwiązań, w których wykorzystuje się serwery sieci lokalnych i stacje robocze; sieci komputerowe pełnią funkcję platformy komunikacyjnej o zasięgu korporacyjnym,
- obciążenie zadaniami, pochodzące od oprogramowania aplikacyjnego, rozłożone jest na wiele systemów komputerowych; komputery klientów samodzielnie wykonują dużą część swoich zadań, natomiast przetwarzanie rozłożone jest na wiele systemów mikrokomputerowych,
- wykonując czynności związane z obsługą centralnych danych, serwery korzystają z bezpośrednio przyłączonej pamięci masowej, w której dane te są przechowywane, co powoduje zmniejszenie się liczby informacji przesyłanych w sieci; duża część informacji przepisywana jest jednorazowo do pamięci podręcznej serwera, a nie do pamięci poszczególnych stacji roboczych, które z tych informacji korzystają,
- zmniejsza się ruch w sieci, gdyż serwer przekazuje klientowi jedynie żadaną informację, a nie duże bloki danych, które wymagałyby dalszego przetwarzania w stacji roboczej,
- duże systemy, które pełnią funkcję serwerów, nie muszą obsługiwać tych aplikacji, które lepiej się nadają do wykonywania na stacjach roboczych,
- zapewnione jest bezpieczeństwo danych zgromadzonych w jednym miejscu; przechowywanie informacji w składnicach danych pozwala na udostępnianie części danych serwerom pośredniczącym bez utraty centralnej kontroli nad danymi,
- dzięki scentralizowaniu danych administratorzy mogą korzystać z systemów kontroli bezpieczeństwa, wprowadzających ograniczenia w dostępie do danych, oraz stosować mechanizmy monitorowania dostępu.

Mechanizmy pracy w modelu klient/serwer otwierają możliwości równoległego przetwarzania danych przez większą liczbę systemów; wiele komputerów wspólnie pracuje nad realizacją pojedynczego zadania związanego z przetwarzaniem danych. Każdemu z systemów przydzielana jest część zadania, a uzyskane wyniki są łączone tak, że zadanie wykonane jest o wiele szybciej, niż byłoby to możliwe przy użyciu pojedynczego systemu komputerowego (Sheldon, 1995, s. 190–191). Technologia klient/serwer jest popularna, ponieważ umożliwia zastosowanie taniego sprzętu, zapewnia skalowalność, jest toleran-

cyjna na błędy, umożliwia łatwe zarządzanie rozproszeniem danych, umożliwia uruchomienie na stacji roboczej interfejsu graficznego użytkownika. Technologie serwera plików preferują małe i duże firmy, ponieważ koszty instalacji i utrzymania tego rozwiązania są niskie.

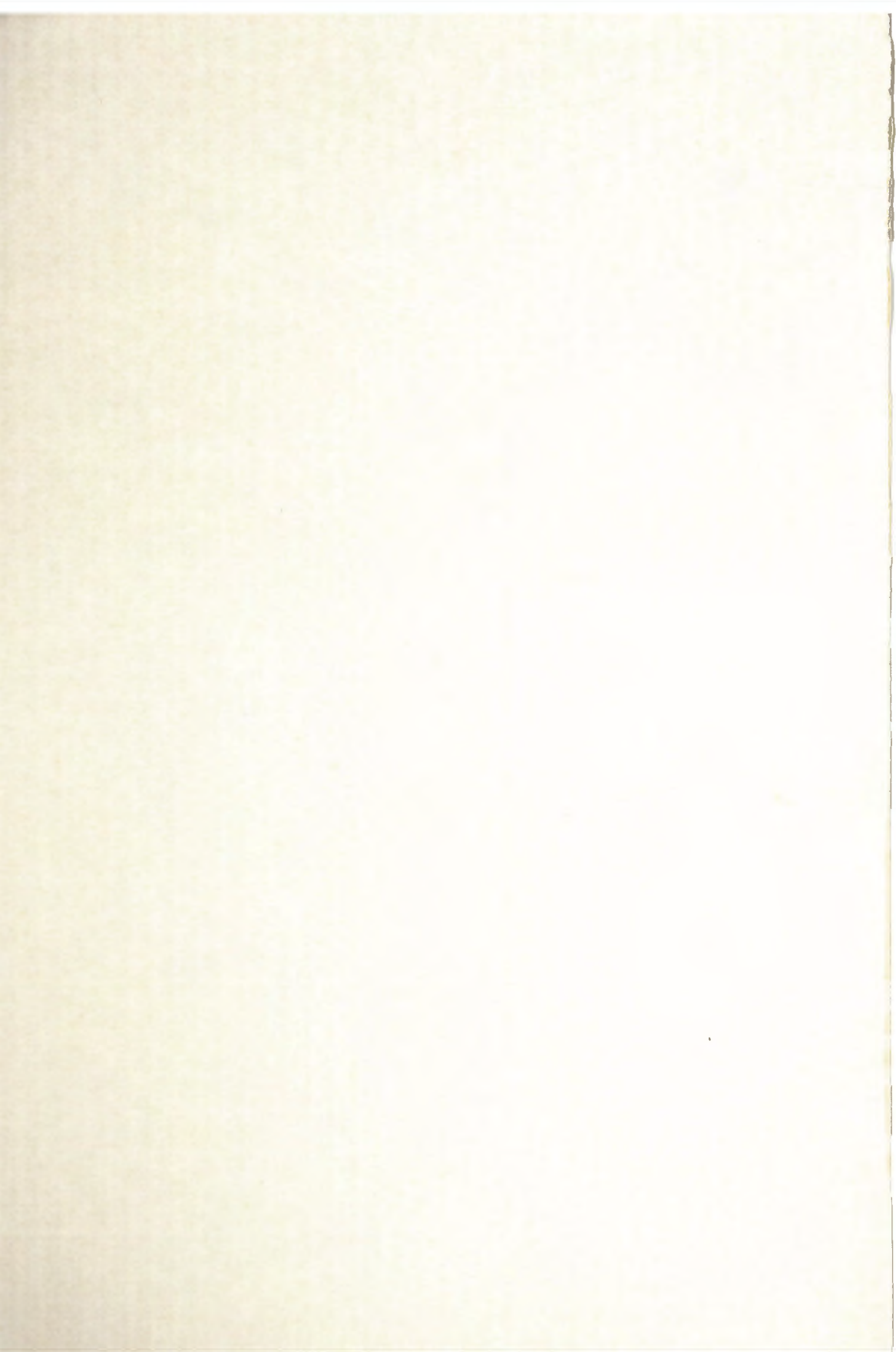
Jednak postęp w dziedzinie telekomunikacji i w usługach teleinformatycznych powoduje, że klasyczne rozwiązania systemów w architekturze klient/serwer przestają być atrakcyjne dla integracji danych ekonomicznych. Pojawiają się nowe rozwiązania, które w literaturze przyjmuje się nazywać e-commerce i w szerszym rozumieniu e-biznesem (Thome, 1998). Przykładem może być, np. integracja w obsłudze pieniądza, gdzie dostęp do konta bankowego jest połączony z systemem rachunkowości finansowej przedsiębiorstwa oraz z systemem biura maklerskiego i firmy ubezpieczeniowej równocześnie. Wyraźny wpływ na zmiany w opisie informatycznym rzeczywistości wywiera handel elektroniczny (np. sklepy internetowe). Zakres usług elektronicznego handlu obejmuje głównie zakupy i przekazywanie komunikatów (zamówień, potwierdzeń) pomiędzy dwoma systemami. Efektem jest powstawanie nowej gałęzi handlu, zwanej często interaktywną dystrybucją. Następuje przy tym wyraźna poprawa wzrostu sprzedaży i obniżanie kosztu usług w działalności gospodarczej. Wykształciła się nowa grupa systemów realizujących aktywne połączenia między kontrahentami; e-commerce jest pojęciem, które kojarzy się przede wszystkim z integracją informatyczną (na platformie klient/serwer) w ramach jednej organizacji.

Realizacją usług e-commerce zajmują się wyspecjalizowane systemy zwane meddleware. Klasa meddleware realizuje powiązania wszystkich komponentów systemu informatycznego przedsiębiorstwa w jedną spójną całość, poprzez:

- monitory transakcyjne; komunikacja pomiędzy klientem a serwerem organizowana jest za pomocą procesów komunikujących się z dzielonymi zasobami (np. bazą danych),
- message-oriented middleware (MOM); przetwarzanie oparte na realizacji kolejek w środowisku rozproszonym [ponawianie nieudanych wywołań może być definiowane elastycznie – R.B.],
- serwery aplikacji WWW; oprogramowanie, które pozwala na bezpieczne udostępnianie systemu poprzez internet w różnych jego postaciach.

Aplikacje middleware – jako warstwa pośrednia wprowadzona do architektury klient/serwer – może być przenoszona na wiele serwerów. Umożliwia to wykorzystanie baz różnych producentów pracujących na różnych platformach

informatycznych. Warunkiem sprawnego funkcjonowania technologii *middleware* jest daleko idąca standaryzacja przetwarzanych danych (transakcyjność) i skalowalność infrastruktury informatycznej przedsiębiorstwa. Transakcyjność określa się tu jako system wspierający budowę wspólnej bazy danych dla wielu stanowisk operacyjnych, co może dosłownie oznaczać podnoszony wcześniej postulat wprowadzenia elementarnej jednostki informacji w ewidencji danych ekonomicznych; patrz standard ACID (ang. *Atomicity, Consistency, Isolation i Durability*). Skalowalność jest wynikiem pozostawienia sobie furtki na rozbudowę sprzętu (podatność systemu na rozbudowę). Wymienia się dalsze cechy klasy *middleware* [ulepszeń architektury klient/server – R.B.], jak: wydajność i niezawodność, otwartość i bezpieczeństwo danych (poufność i integracja). Technologia *middleware* pozwala na integrację wszystkich istniejących systemów niezależnie w jakim środowisku programistycznym, z którego powstały aplikacje. E-commerce integruje obsługę inżynierską systemów informatycznych jednej organizacji gospodarczej. Jeżeli ta integracja wykroczy poza ramy samej organizacji, to wtedy przyjmuje się nazywać e-biznesem. Jest to pojęcie szersze od e-commerce, ponieważ oznacza równocześnie integrację organizacji z internetem i z wieloma systemami (organizacjami) poprzez internet. W zakończeniu tego rozdziału należy podkreślić oczekiwania inżynierii informatycznej (ang. *hardware*) na rozwiązania z zakresu teorii informacji (i oprogramowania, ang. *software*), spełniających główny postulat standaryzacji informacji – opisu zdarzeń ekonomicznych w postaci typowych dla całego świata postaci transakcji – tak, aby można było budować spójne w zakresie, treści i formie systemy czasu rzeczywistego w globalnym obiegu informacji ekonomicznej.



IBS PAN *Semia*

44524

8:Bl. p&arszank

integrowanie

- teoria
- praktyka
- wspomaganie decyzji



ISBN 83-7241-105-0