



pod redakcją

Mariana Nogi
i Jerzego S. Nowaka

POLSKA INFORMATYKA: WIZJE I TRUDNE POCZĄTKI

70^{lecie}
POLSKIEJ
INFORMATYKI
1948-2018

pod redakcją

Mariana Nogi
i Jerzego S. Nowaka

POLSKA INFORMATYKA:

**WIZJE I TRUDNE
POCZĄTKI**

70 lecie
POLSKIEJ
INFORMATYKI

1948-2018

pod redakcją

—
Mariana Nogi
i Jerzego S. Nowaka

POLSKA INFORMATYKA: WIZJE I TRUDNE POCZĄTKI

POLSKIE TOWARZYSTWO INFORMATYCZNE

Warszawa 2017

Recenzja:

Prof. dr hab. Marek Greniewski

Koordynator projektu:

Bianka Piwowarczyk-Kowalewska

Korekta:

Bogusława Otfinowska

Projekt okładki:

Krzysztof Kanoniak

Skład i łamanie:

Michał Kośnik

Na okładce wykorzystano fotografie pochodzące ze zbiorów
Narodowego Archiwum Cyfrowego.

Copyright © by Polskie Towarzystwo Informatyczne, Warszawa 2017

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Kopiowanie, przedrukowywanie i rozpowszechnianie niniejszej książki
lub jej fragmentów bez pisemnej zgody wydawcy zabronione.

Treść książki stanowi prywatną opinię i stanowisko Autorów.

Produkcja

PRESSCOM Sp. z o.o.

ul. T. Kościuszki 29

50-011 Wrocław

tel. 71 797 28 08

faks 71 797 28 16

e-mail: wydawnictwo@presscom.pl

Wydawca

Polskie Towarzystwo Informatyczne

ul. Solec 38 lok. 103

00-394 Warszawa

tel: +48 22 838 47 05

fax: +48 22 636 89 87

e-mail: pti@pti.org.pl

ISBN 978-83-60810-86-6 – oprawa miękka

ISBN 978-83-60810-95-8 – oprawa twarda

ISBN 978-83-60810-87-3 – wersja elektroniczna

Spis treści

Słowo wstępne	7
1. Wrocławskie Zakłady Elektroniczne. Okres komputerów Odra 1300	11
■ Eugeniusz Bilski, Thanasis Kamburelis, Bronisław Piwowar	
2. Maszyna matematyczna – co to właściwie jest?	37
■ Marek Hołyński	
3. Własne konstrukcje, licencje, klony	55
■ Tomasz Kulisiewicz	
4. Rodzina maszyn K-202 / Mera-400 / MX-16	95
■ Andrzej Ziemkiewicz, Elżbieta Jezierska-Ziemkiewicz	
5. Historia rozwoju informatyki w hutnictwie żelaza i stali	115
■ Andrzej Goleń, Stanisław Gembalczyk, Andrzej Musioł	
6. Zakłady mechaniczno-Precyzyjne „Mera-Błonie” w Błoniu k. Warszawy (1953–2003)	171
■ Jerzy Bezpalko, Marek Bielobradek, Zygmunt Pasek	
7. Historia informatyki PZL Mielec 1960–2014	207
■ Włodzimierz Adamski	
8. Historia projektu „System Zarządzania Bazą Danych RODAN” (1974–1990) ...	251
■ Witold K. Staniszki	
9. Komputer Odra 1103	277
■ Jur Lesiński, Piotr Kociatkiewicz	

Słowo wstępne

Otwierając tom, przywołamy pierwsze zdania z artykułu dr. inż. Marka Hołyńskiego:

W czwartek, 23 grudnia 1948 r., w gmachu Fizyki Doświadczalnej przy ul. Hożej w Warszawie, z inicjatywy wybitnego topologa, profesora Uniwersytetu Warszawskiego, dyrektora świeżo organizowanego Państwowego Instytutu Matematycznego (PIM) Kazimierza Kuratowskiego spotkało się kilku przyszłych pionierów elektronicznych maszyn liczących. Byli to, oprócz inicjatora spotkania, prof. Andrzej Mostowski – matematyk zajmujący się głównie logiką matematyczną i algebrą, dr Henryk Greniewski – matematyk i logik oraz trzech młodzi inżynierowie po studiach na Politechnice Gdańskiej – Krystyn Bochenek, Leon Łukaszewicz i Romuald Marczyński, późniejsi profesorowie.

Profesor Kuratowski podzielił się z zebranymi swoimi wrażeniami z naukowego pobytu w USA. Był pod wrażeniem elektronicznych maszyn liczących, które widział za oceanem, i był przekonany, że chociaż jedna taka maszyna powinna być zbudowana w naszym kraju. W rezultacie tego spotkania zapadła decyzja powołania w ramach PIM Grupy Aparatów Matematycznych (GAM) w wyżej wymienionym składzie pod kierunkiem Henryka Greniewskiego.

Tak to się właśnie zaczęło – 23 grudnia 1948 r. uznajemy za początek historii polskiej informatyki. Potem było różnie. Z trudem zbudowano pierwszą elektroniczną maszynę cyfrową – bo tak je wtedy nazywano – XYZ. Zaczęto tworzyć ramy organizacyjne dla nowej dziedziny nauki i przemysłu – powstał Instytut Maszyn Matematycznych, niedługo później – Zjednoczenie Przemysłu Automatyki i Aparatury Pomiarowej MERA i liczne fabryki produkujące podzespoły, urządzenia peryferyjne i gotowe komputery. Polska została włączona do współpracy międzynarodowej, zarówno poprzez zakup licencji (Odra 1300, drukarki, pamięci dyskowe itp.), jak i podjęcie prac związanych z maszynami Jednolitego Systemu. Ukazały się liczne publikacje książkowe, w tym znakomite serie wydawnicze WNT i PWN – warto zauważyć, że w gronie autorów nie brakuje polskich specjalistów, w odróżnieniu od czasów obecnych. Społeczność informatyków dysponowała własnym miesięcznikiem popularnonaukowym „Informatyka” oraz licznymi biuletynami technicznymi („Zjednoczenie MERA”). W 1981 r. zawiązało się Polskie Towarzystwo Informatyczne. Od połowy lat 80. w kraju obserwowano zastosowania mikrokomputerów – polski przemysł próbował podjąć produkcję tych urządzeń, choć bez specjalnych sukcesów.

W 1989 r. przychodzi krach – polski przemysł komputerowy nie wytrzymuje zderzenia z gospodarką wolnorynkową, a w szczególności z napływem taniego, często używanego sprzętu komputerowego z zagranicy. Kadra – znakomicie wyszkolona w minionych latach – radzi sobie w tych warunkach, tworząc liczne firmy informatyczne – powstaje nowy przemysł informatyczny.

Konsekwencją tych wydarzeń jest likwidacja istniejących zakładów, rozproszenie kadr i bardzo często – zniszczenie archiwów. Zaczyna pojawiać się myśl o konieczności zachowania dorobku nauki i przemysłu komputerowego.

Pierwsze próby podejmuje PTI w 1988 r., organizując konferencję z okazji 40-lecia polskiej informatyki. Głos zabierają wtedy sami twórcy – byli jeszcze wśród nas. Dorobek konferencji publikuje w specjalnym wydaniu „Informatyka”¹. Ten zestaw artykułów staje się na wiele lat kanonem wiedzy o historii polskiej informatyki.

Życie pokazuje, że to za mało – pojawiło się zbyt wiele opinii niemających pokrycia w faktach, ale trudnych do obalenia z powodu braku dokumentów i relacji. W takiej sytuacji w ramach Polskiego Towarzystwa Informatycznego zawiązała się grupa dyskusyjna zajmująca się historią polskiej informatyki. Pierwsze prezentacje i komunikaty wskazywały na potrzebę kontynuowania prac – grupa została przekształcona w Sekcję Historyczną PTI. Rozpoczęło się poszukiwanie materiałów, odtwarzanie kontaktów itp. Dość szybko okazało się, że brak czasopisma popularnonaukowego był i jest wyraźną przeszkodą w informowaniu o dziejach polskiej informatyki. Uruchomiony portal historyczny stał się w tej sytuacji najbogatszym obecnie źródłem takiej wiedzy w kraju, tworząc za zgodą autorów i posiadaczy dokumentów cyfrowe archiwum historii informatyki polskiej. Warto też odnotować pierwszą publikację historyczną PTI z 2011 r. – *Wczoraj, dziś i jutro polskiej informatyki*.

W konsekwencji tych działań w 2016 r. PTI ogłosiło konkurs wydawniczy na opracowania z historii polskiej informatyki. Plonem konkursu jest kilkanaście artykułów omawiających historię instytucji i wybranych przedsięwzięć oraz dwie publikacje książkowe. Pewnym rozczarowaniem jest brak inicjatywy stworzenia całościowego opracowania historii polskiej informatyki – jak widać, brak materiałów utrudnia opracowanie takiej syntezy.

Nadesłane artykuły po recenzjach są drukowane w dwóch odrębnych tomach. Jeden tom poświęcony jest szeroko rozumianemu przemysłowi informatycznemu, drugi – wybranym aplikacjom i zastosowaniom informatyki. Wydawca przedstawia te publikacje jako początek obchodów 70. rocznicy polskiej informatyki przypadającej na grudzień 2018 r.

Otwierając niniejszy tom poświęcony głównie technicznemu aspektowi polskiej informatyki, Czytelnik ma szansę zapoznać się z następującymi relacjami:

- E. Bilski, T. Kamburelis i B. Piwowar przedstawiają osobistą relację z pracy w WZE Elwro; dość długo czekała ona na druk, ale mamy okazję zapoznać się z opiniami twórców pierwszych komputerów serii Odra 1300 i R-32. Do ich relacji dołączamy kopie porozumień zawartych z firmą ICL z lipca 1967 r. – po raz pierwszy w kraju.
- M. Hołyński kreśli zarys historii Instytutu Maszyn Matematycznych – jest to szczególnie zasłużona placówka funkcjonująca praktycznie od początków informatyki w Polsce.
- T. Kulisiewicz podjął się trudnego zadania, omawiając – po raz pierwszy w Polsce – zarys historii Jednolitego Systemu. Zdaniem redaktorów jest szansa, że wreszcie znikną tzw. legendy miejskie związane z tym tematem. Odwołanie się do szeregu sprawozdań dawnego Komitetu Nauki i Techniki pokazuje, że Polska była żywotnie zainteresowana podjęciem współpracy, licząc na duży eksport urządzeń komputerowych do krajów RWPG.

1 „Informatyka” 1989, nr 7–8.

- A. Ziemkiewicz i E. Jezierska-Ziemkiewicz w żywy i barwny sposób opisali koncepcje architektoniczne słynnego minikomputera K-202. Redaktorzy tomu są zdania, że pozwoli to wreszcie zamknąć wszelkie dyskusje na temat walorów technicznych tego komputera.
- Zespół autorski A. Goleń, S. Gembalczyk i A. Musioł prezentujący dawny CIBEH i Hutę im. Lenina przedstawił szeroki zarys informatyzacji polskiego hutnictwa żelaza i stali. Wraz z przedstawieniem historii rozwoju informatyki w hutnictwie autorzy pokazali złożoność tej branży w jej historycznym rozwoju, odwołując się również do czasów przedwojennych.
- Zespół autorski byłych pracowników Mera-Błonie (J. Bezpałko, M. Bielobradek, Z. Pasek) przygotował z kolei skrócony zarys historii Zakładów. W końcu lat 80. była to największa fabryka drukarek komputerowych w Europie i dziwi nieco fakt, że tak łatwo doprowadzono do jej likwidacji.
- W. Adamski podjął się trudnej roli omówienia dorobku projektowania inżynierskiego w budowie samolotów na przykładzie Zakładów PZL Mielec, kreśląc przy okazji zarys historii informatyki w tej firmie.
- W. Staniszkis opisuje dzieje powstania istotnej aplikacji komputerowej, czyli bazy danych RODAN – był to jedyny przypadek podjęcia się tak trudnego zadania w Polsce.
- Przegląd artykułów kończy krótki komunikat o nietypowym komputerze Odra 1103, będącym odpowiednikiem urządzeń Aritma DP-100 czy EW-80, czyli kalkulatora zamykającego cykl obliczeniowy maszyn licząco-perforacyjnych.

Czytelnikowi należy się jeszcze jedno wyjaśnienie – w omawianym okresie nazwy zakładów produkcyjnych ulegały dość częstym zmianom, co nie zawsze znajduje odzwierciedlenie w treści artykułów. Poczyniona uwaga dotyczy także wielkości produkcji – Autorzy podają dane występujące w dostępnych materiałach. Na podstawie szeregu dokumentów ujawnionych w 2016 r. konieczne będzie zweryfikowanie tych danych.

Życzymy ciekawej lektury i zapraszamy do sięgnięcia po część drugą publikacji.

Redaktorzy

dr Witold K. Staniszki

Historia projektu „System Zarządzania Bazą Danych RODAN” (1974–1990)

Spis treści

1. Jak to się zaczęło	253
2. Systemy zarządzania bazą danych w latach 1965–1980	253
3. Zespół SZBD RODAN	254
4. Projekt i realizacja oprogramowania SZBD RODAN.....	256
4.1. Architektura oprogramowania SZBD RODAN	257
4.2. Realizacja systemów informatycznych na platformie SZBD RODAN.....	261
4.3. Prace badawcze realizowane w ramach projektu RODAN	262
5. Badawcza współpraca międzynarodowa	263
5.1. Międzynarodowa konferencja „International Seminar on Database Management Systems”	263
5.2. Realizacja prac badawczych w ramach współpracy z włoskim instytutem badawczym CRAI	263
6. Produkty programowe realizowane na podstawie oprogramowania SZBD RODAN.....	264
6.1. Projektowanie sieciowych baz danych – Data Base Analyzer and Predictor	264
6.2. Integracja heterogenicznych baz danych – Distributed Query System.....	267
7. Konkluzje i podziękowania	271
Bibliografia	273

1. Jak to się zaczęło

Koncepcja realizacji SZBD RODAN została opracowana przez Witolda Staniszkisa w trakcie stażu naukowego u profesora Edgara H. Sibleya na University of Maryland College Park w latach 1973–1974. Profesor Sibley był również przewodniczącym Komitetu Systemowego CODASYL (ang. *CODASYL Systems Committee*). Opracowana koncepcja została przedstawiona kierownictwu Zjednoczenia Informatyki i uzyskała pozytywną opinię naukową.

W celu realizacji projektu jesienią 1974 r. powołano Zakład Produkcji Oprogramowania R-Polssystem jako nową strukturę organizacyjną, podlegającą dyrektorowi Ośrodka Obliczeniowego ZETO-ZOWAR w Warszawie, którym w tym czasie był mgr inż. Zdzisław Bogdanowicz. W wyniku konkursu ogłoszonego na stanowiska projektantów – programistów w zespole projektowym RODAN w ciągu kilku miesięcy został skompletowany zespół ponad 40 specjalistów, który w ciągu niecałego roku ustabilizował się na poziomie około 50 osób.

Ze względu na konflikt między dyrekcją Zjednoczenia Informatyki a dyrektorem ZETO-ZOWAR, dotyczący koncepcji przeniesienia całego zespołu do prac nad systemem PESEL forsowanej przez dyrektora Bogdanowicza w porozumieniu z MSW, cały zespół został przeniesiony do Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Informatyki w Warszawie, gdzie utworzono Zakład Systemów Zarządzania Bazą Danych pod kierownictwem W. Staniszkisa. Decyzję o przeniesieniu zespołu RODAN do OBRI podjął ówczesny dyrektor Zjednoczenia Informatyki Władysław Matwin, a dyrektorem OBRI był profesor dr hab. inż. Jan Goliński. Zakład kontynuował zadanie realizacji SZBD RODAN zgodnie z przyjętą koncepcją.

2. Systemy zarządzania bazą danych w latach 1965–1980

Podobnie jak w wielu innych dziedzinach informatyki, Stany Zjednoczone były prekursorem w dziedzinie systemów zarządzania bazą danych, zarówno w zakresie prac teoretycznych, skupionych przede wszystkim na rozważaniu różnych modeli danych, jak i prac implementacyjnych, skutkujących wypuszczeniem na rynek produktów oprogramowania narzędziowego.

Pierwszymi komercyjnymi produktami systemów zarządzania bazą danych były IDS (ang. *Integrated Data Store*) opracowane w 1965 r. przez Honeywell Information Systems (później General Electric) przez zespół pod kierunkiem Charlesa W. Bachmana oraz system IMS (ang. *Information Management System*) opracowany w 1968 r. przez firmę IBM.

IDS stanowił implementację sieciowego modelu danych i w tym sensie jest uważany za prekursora kierunku sieciowych baz danych, reprezentowanego przez standardy Komitetu CODASYL. Charles W. Bachman otrzymał w 1973 r. nagrodę „1973 ACM Turing Award” za wybitne osiągnięcia w dziedzinie baz danych.

Information Management System (IMS) był implementacją hierarchicznego modelu danych i dzięki ogromnej przewadze firmy IBM w sprzedaży komputerów serii 360/370

stał się najpowszechniej stosowanym systemem zarządzania bazą danych. Bazy danych IMS były eksploatowane do późnych lat 90. w wielu ośrodkach obliczeniowych na świecie.

Na początku lat 70. powstały w Stanach Zjednoczonych jeszcze trzy systemy zarządzania bazą danych zgodne ze standardami Komitetu CODASYL, a mianowicie system DMS 1100 firmy UNIVAC, DBMS32 firmy DEC oraz IDMS firmy Cullinet, która zakupiła pierwszą wersję tego systemu od firmy B.F. Goodrich. Dwa pierwsze były eksploatowane na rodzimym sprzęcie obu dużych firm komputerowych, a trzeci został zrealizowany dla komputerów IBM 360/370 i szybko stał się jednym z bardziej znaczących systemów tej klasy na świecie.

W roku 1970 Edgar F. Codd opublikował artykuł zawierający specyfikację relacyjnego modelu danych¹, po którym w ramach jego zespołu opracowano specyfikacje języków zapytań Sequel (obecnie SQL) oraz Square opublikowane w roku 1973². Praktycznym wynikiem prac badawczych był opracowany w ośrodku badawczym IBM San Jose prototyp relacyjnego systemu zarządzania bazą danych o nazwie System-R. Komercyjne wprowadzenie technologii relacyjnych baz danych było ograniczone stosunkowo niską wydajnością urządzeń pamięci zewnętrznej i na większą skalę nastąpiło dopiero w latach 80. E.F. Codd otrzymał nagrodę „1981 ACM Turing Award” za wybitne osiągnięcia w dziedzinie baz danych w 1981 r.

Zastosowania dostępnych systemów zarządzania bazą danych rozwinęły się w sposób powszechny w przemyśle i administracji Stanów Zjednoczonych dopiero w drugiej połowie lat 70. Natomiast zastosowania baz danych w Europie Zachodniej i Japonii były opóźnione w stosunku do amerykańskich o co najmniej 5 lat. Wysiłki podejmowane przez szereg dużych firm europejskich zmierzające do opracowania własnego oprogramowania zarządzania bazą danych w większości przypadków również kończyły się niepowodzeniem.

Przykładem wysiłków podejmowanych w pierwszej połowie lat 70. mogą być takie – nieudane i w efekcie wycofywane z eksploatacji – systemy zarządzania bazą danych jak DBMS IV angielskiej firmy ICL, Pholas holenderskiej firmy Philips czy DBMS szwedzkiej firmy Saab. Jedynym systemem zarządzania bazą danych zrealizowanym z sukcesem w Europie Zachodniej w tamtym okresie był niemiecki system Adabas, opracowany przez firmę Software A.G. Adabas zaimplementował tabelaryczny model danych oparty na zbiorach odwróconych (ang. *inverted files*) i na własnym niestandardowym języku zapytań.

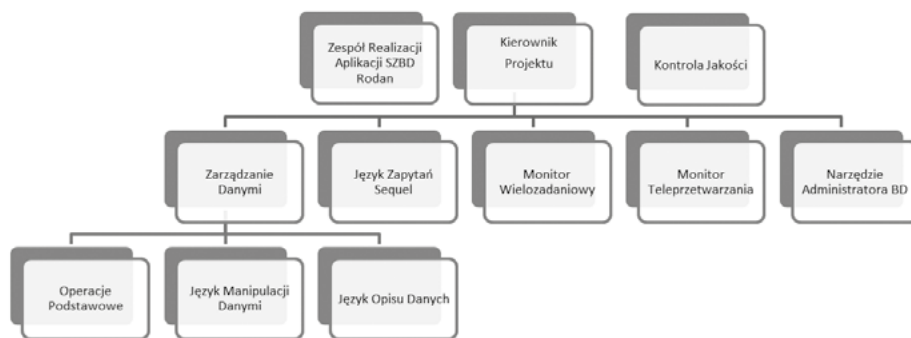
3. Zespół SZBD RODAN

Przedsięwzięcie realizacji oprogramowania przez SZBD RODAN było niewątpliwie dużej skali projektem produkcji oprogramowania narzędziowego i, jak pokazują podobne

1 E.F. Codd, *A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks*, „Communications of the ACM” 1970, nr 6.

2 R.F. Boyce, D.D. Chamberlin, *Using a Structured Query Language as a Data Definition Facility*, IBM Research Report, San Jose, USA, 1973.

nieudane projekty, ze względu na wysoki stopień innowacyjności niosł istotne ryzyko niepowodzenia. Skalę projektu ilustruje fakt, że w pierwszym okresie budowy i rozbudowy kolejnych wersji systemu RODAN, w latach 1974–1981, łączna pracochłonność wyniosła około 400 osobolat.



Rysunek 1. Struktura organizacyjna Zakładu Systemów Zarządzania Bazą Danych OBRI

Aby zarządzać ryzykiem, kierownictwo Zjednoczenia Informatyki powołało w ZETO Katowice zespół pod kierownictwem dyrektora technicznego mgr. inż. Erwina Pszczołki, którego zadaniem było monitorowanie postępów projektu w trybie ciągłym i weryfikacja stopnia osiągnięcia celów poprzez wykorzystywanie kolejnych modułów i wersji oprogramowania RODAN w realizowanych aplikacjach.

Struktura organizacyjna Zakładu SZDB odzwierciedlała niemal dokładnie strukturę oprogramowania SZBD RODAN. Ze względu na przyjętą metodykę realizacji oprogramowania poszczególne komórki były zorganizowane zgodnie z zasadami Zespołu Głównego Programisty (ang. *Chief Programmer Team*), obowiązującymi w tamtym okresie w dużych organizacjach produkcji oprogramowania (m.in. w IBM). Strukturę organizacyjną zespołu projektowego przedstawia rysunek 1.

Tabela 1 przedstawia osoby pełniące kluczowe funkcje w realizacji projektu (głównych programistów, ang. *chief programmer*) w ramach poszczególnych zespołów. Ze względu na fundamentalne znaczenie aplikacji przemysłowych dla powodzenia całego projektu w ramach Zakładu SZBD utworzono również Zespół Realizacji Aplikacji SZBD RODAN, który specjalizował się głównie w aplikacjach przemysłowych.

Zespół Kontroli Jakości w późniejszych fazach projektu pełnił funkcję wsparcia dla klientów SZBD RODAN, a w szczególności dla zespołów projektantów i programistów realizujących rozwiązania aplikacyjne na ich rzecz.

Tabela 1. Główni programiści w poszczególnych zespołach struktury projektu SZBD RODAN

Zespół	Osoba
kierownictwo projektu	Witold Staniszkis (1974–1981) Władysław Bogucki (1981–1989)
zarządzanie danymi	Józefa (Niuśka) Kalisiak Ewa Łopacińska
język zapytań Sequel	Andrzej Szymański Adam Dutkowski
monitor wielozadaniowy	Jerzy Pasuła Andrzej Stramowski
monitor teleprzetwarzania	Mieczysław Kowalewski
narzędzia administratora bazy danych	Stanisław Niewolski Andrzej Szczepański
kontrola jakości	Zofia Hartman
zespół realizacji aplikacji SZBD RODAN	Tadeusz Gryc Wiesław Dubczyński

4. Projekt i realizacja oprogramowania SZBD RODAN

Koncepcja przedsięwzięcia oraz Projekt Architektury SZBD RODAN³ zostały opracowane na podstawie materiałów standaryzacyjnych przygotowanych przez poszczególne grupy robocze Komitetu CODASYL, takich jak Data Base Task Group (DBTG)⁴ w zakresie Języka Manipulacji Danymi (ang. *Data Manipulation Language*) oraz Data Description Language Committee (DDLC)⁵ w zakresie Języka Opisu Danych (DDL) (ang. *Data Description Language*).

Dla pobudzenia dyskusji merytorycznej dotyczącej zakresu funkcji SZBD RODAN oraz ze względu na ograniczony dostęp do materiałów standaryzacyjnych w początkowym okresie projektu opublikowano cykl artykułów dotyczących istotnych aspektów specyfikacji Komitetu CODASYL⁶.

Istotną rolę, szczególnie w trybie „uczenia się na cudzych błędach”, odegrała dokumentacja użytkowa udanych i nieudanych systemów zarządzania bazą danych zrealizowanych na podstawie standardów Komitetu CODASYL. Fakt, że zespół dysponował bogatą

3 Projekt Architektury Uniwersalnego Systemu Zarządzania Bazą Danych, red. W. Staniszkis, Warszawa, ZPO R-Polssystem styczeń 1975.

4 Raport DBTG 1971 DBTG, CODASYL Systems Committee, USA 1971.

5 Raport DDLC 1973 DDLC, CODASYL Systems Committee, USA 1973.

6 W. Bogucki, W. Staniszkis, *Metody reprezentacji i opisu struktur danych*, „Informatyka” 1974, nr 12; W. Bogucki, W. Staniszkis, *Rola administratora bazy danych*, „Informatyka” 1975, nr 1; W. Bogucki, W. Staniszkis, *Podstawowe funkcje języków manipulacji danymi*, „Informatyka” 1975, nr 2; W. Bogucki, W. Staniszkis, *Tłumaczenie baz danych*, „Informatyka” 1975, nr 3; W. Bogucki, W. Staniszkis, *Propozycja Komitetu CODASYL w dziedzinie systemów zarządzania bazą danych*, „Informatyka” 1975, nr 5.

dokumentacją techniczną i utrzymywał kontakty międzynarodowe z wiodącymi specjalistami w dziedzinie baz danych, przesądził o powodzeniu całego przedsięwzięcia.

Środowiskiem technologicznym realizacji i eksploatacji systemu RODAN były systemy operacyjne IBM OS 360/370, OS/VS, OSVS1. Wykorzystywane do realizacji systemu języki programowania to Assembler, Macroassembler i PL/1.

4.1. Architektura oprogramowania SZBD RODAN

Zgodnie z powyższymi specyfikacjami SZBD RODAN stanowił oprogramowanie narzędziowe wykorzystywane dla projektowania i eksploatacji dużych baz danych opartych na sieciowym modelu danych. Język Manipulacji Danymi systemu RODAN stanowił rozszerzenie zakresu funkcjonalnego języka programowania PL/1, wspierając wszystkie operacje wykonywane na elementach sieciowego modelu danych CODASYL. Wybór języka bazowego PL/1 dla pierwszej implementacji systemu RODAN, w odróżnieniu od języka programowania COBOL obsługiwane przez inne systemy zarządzania bazą danych zgodne ze specyfikacją Komitetu CODASYL, wynikał z wiodącej roli języka PL/1 jako podstawowego narzędzia tworzenia aplikacji na platformach sprzętowych firmy IBM. Istotnym argumentem był również fakt, że język PL/1 był znacznie bardziej rozbudowany, obejmując poza typowymi funkcjami przetwarzania danych gospodarczych elementy wspierające obliczenia numeryczne typowe dla języków Algol i Fortran⁷.

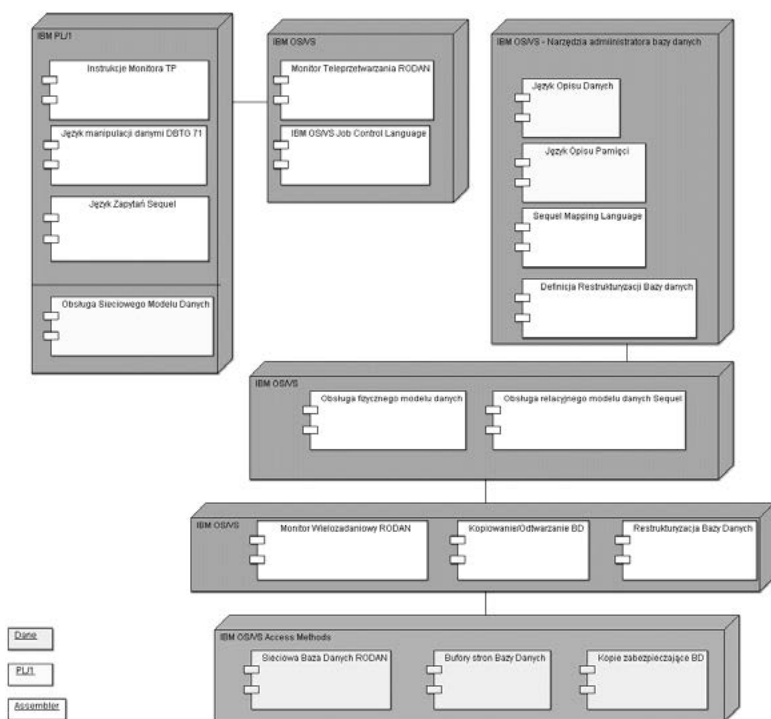
Schemat architektury oprogramowania systemu RODAN prezentowany zgodnie z notacją UML DD (Deployment Diagram) przedstawia rysunek 2. Przyjęta notacja pozwala w sposób plastyczny przedstawić rozmieszczenie oprogramowania systemu RODAN w odpowiednich do jego przeznaczenia i funkcji środowiskach oprogramowania podstawowego firmy IBM wykorzystywanego na komputerach tej firmy oraz na komputerach Jednolitego Systemu RIAD. Dostęp do elementów logicznego modelu danych bazy danych RODAN dla programów użytkowych realizowanych w języku PL/1 zapewniał zbiór komend języka manipulacji danymi (ang. *Data Manipulation Language*) zgodny ze specyfikacją Komitetu CODASYL⁸ odpowiednio modyfikowany na podstawie późniejszych publikacji prezentujących kolejne wersje tego standardu.

7 Przesłanki decyzji projektowych podejmowanych w trakcie tworzenia systemu RODAN były prezentowane w W. Bogucki, W. Staniszkis, *Koncepcja Uniwersalnego Systemu Zarządzania Bazą Danych dla komputerów JS*, „Informatyka” 1975, nr 6; W. Bogucki, W. Staniszkis, *Mechanizmy opisu bazy danych*, „Informatyka”, 1975, nr 7–8; W. Bogucki, W. Staniszkis, *Opis języka manipulacji danymi*, „Informatyka” 1975, nr 10; W. Staniszkis, *A Comprehensive DBMS – Design and Implementation Principles*, Proceedings of the 1st International Seminar on Data Base Management Systems, 12–15 December 1978, Jaszowiec, Poland; W. Staniszkis, *System zarządzania bazą danych RODAN. Architektura i kierunki rozwoju, organizacja obiektowych systemów informatycznych opartych o bazę danych*, TNOiK, Bydgoszcz 1980; W. Staniszkis, *Architektura systemu zarządzania bazą danych RODAN*, „SZBD RODAN – Wybrane Zagadnienia Architektury”, t. 2, zeszyt specjalny: *Nowości Informatyki*, Warszawa, CPIZI 1980, a pełny projekt architektury SZBD RODAN został opublikowany jako zeszyt naukowy w *Projekt Architektury Uniwersalnego Systemu Zarządzania Bazą Danych*, red. W. Staniszkis, Warszawa, ZPO R-Polssystem styczeń 1975.

8 Raport DBTG 1971 DBTG, CODASYL Systems Committee, USA 1971.

Semantyka języka manipulacji danymi (JMD) była ściśle związana z logicznym modelem danych stanowiącym schemat bazy danych RODAN zgodny ze specyfikacją Komitetu CODASYL⁹. Oba ściśle powiązane ze sobą języki stanowiły paradygmat nawigacyjnych algorytmów wyszukiwania i przetwarzania danych gospodarczych zintegrowanych we wspólnej bazie danych.

Komponent obsługi sieciowego modelu danych stanowił warstwę implementacji algorytmów komend języka manipulacji danymi generowaną automatycznie w języku programowania PL/1 na podstawie parametrów poszczególnych komend JMD oraz opcji opisu logicznej struktury danych. Wygenerowany kod obsługi komend JMD był kompilowany razem z kodem programu aplikacyjnego napisanego w języku PL/1 i stanowił jego integralną część. Takie rozwiązanie pozwoliło na uniknięcie wielokrotnej interpretacji parametrów komend JMD i odpowiadających im opcji logicznej struktury danych, co znacznie zwiększyło wydajność oprogramowania aplikacyjnego realizowanego w środowisku SZBD RODAN.



Rysunek 2. Architektura oprogramowania SZBD RODAN

9 Raport DDLC 1973 DDLC, CODASYL Systems Committee, USA 1973.

Pojęcie nawigacyjnego programowania zostało wprowadzone przez twórcę pierwszej implementacji sieciowego systemu zarządzania bazą danych, Charlesa W. Bachmana, w wykładzie wygłoszonym po otrzymaniu przyznanej mu nagrody Turinga (1973 ACM Turing Award)¹⁰. Nawigacyjne programowanie algorytmów programów w istotny sposób podnosiło efektywność pracy programistów wykorzystujących sieciowe struktury danych.

Alternatywnym modelem danych był relacyjny model danych zaproponowany przez Edgara F. Codda¹¹. Na bazie tego modelu powstały nowe języki manipulacji danymi, spośród których wyróżniał się język Sequel – protoplasta późniejszego standardu języka SQL. Język Sequel został opracowany i opublikowany przez pracowników zespołu relacyjnych baz danych firmy IBM w jej ośrodku badawczym w San Jose w Kalifornii¹².

W roku 1976, po wypuszczeniu pierwszej wersji oprogramowania SZBD RODAN, podjęto decyzję o rozbudowie systemu o relacyjny język zapytań Sequel (późniejszy SQL) zrealizowany zgodnie ze specyfikacją języka Sequel opracowaną w IBM¹³. Implementacja modelu relacyjnego w sieciowej bazie danych wymagała stworzenia mechanizmów dynamicznego odwzorowywania odpowiednich elementów struktury danych między modelem danych DDLC 73 a modelem relacyjnym zgodnym ze specyfikacją Codda. Ze względu na niejednoznaczność możliwych odwzorowań obu modeli danych zrealizowano deklaratywny mechanizm specyfikacji odwzorowań na podstawie opracowanego w ramach projektu RODAN języka Sequel Mapping Language (SML). Pierwszą wersję języka Sequel w systemie RODAN zrealizowano w 1978 r.

Mechanizm tworzenia interaktywnych programów aplikacyjnych w języku PL/1, współpracujących z monitorami ekranowymi IBM 3270 i ich kompatybilnymi odpowiednikami produkowanymi przez kraje RWPG w ramach jednolitego systemu RIAD, został zrealizowany jako zbiór komend Monitora Teleprzetwarzania RODAN. W ramach tego środowiska umożliwiono tworzenie programów w technice re-entrant, pozwalających na wykorzystanie jednej kopii programu aplikacyjnego do obsługi wielu interaktywnych transakcji realizowanych w bazie danych zarządzanej przez system RODAN.

Oprogramowanie aplikacyjne tworzone w środowisku SZBD RODAN było przetwarzane partioowo na podstawie definicji Job Control Language systemów operacyjnych IBM lub jako oprogramowanie interakcyjne sterowane przez Monitor Teleprzetwarzania RODAN.

Narzędzia administratora bazy danych obejmowały język opisu danych (JOD) – stanowiący podstawowe narzędzie projektowania i opisu logicznej struktury danych, język opisu pamięci (JOP) – specyfikujący odwzorowanie elementów struktury danych w strukturze plików zarządzanych przez metody dostępu systemów operacyjnych komputerów IBM/RIAD.

10 C.W. Bachman, *The Programmer as Navigator*, 1973 ACM Turing Award Lecture, „Communications of the ACM” 1973, vol. 16, no. 11.

11 Który został po raz pierwszy przedstawiony w E.F. Codd, *A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks*, „Communications of the ACM” 1970, nr 6.

12 R.F. Boyce, D.D. Chamberlin, *Using a Structured Query Language as a Data Definition Facility*, IBM Research Report, San Jose, USA, 1973.

13 Tamże.

Unikalnym rozwiązaniem przy ówczesnym stanie wiedzy w dziedzinie zarządzania bazami danych był zrealizowany w ramach projektu RODAN moduł Restrukturyzacji Bazy Danych pozwalający na dokonanie translacji zawartości baz danych między różnymi sieciowymi modelami danych. Stworzenie tego mechanizmu umożliwiło realizację skomplikowanych rozwiązań aplikacyjnych w dziedzinie integracji istniejących baz danych. Podstawy teoretyczne dla realizacji modelu restrukturyzacji sieciowych baz danych opartej na technikach przenoszenia struktury danych między bazami danych opisanymi różnymi schematami, czyli reprezentującymi różne logiczne modele danych, dostarczyły wyniki prac badawczych opublikowane w raporcie grupy roboczej Komitetu CODASYL „Stored Data Definition and Translation Task Group”¹⁴.

Obsługa fizycznego modelu danych oraz relacyjnej struktury danych języka Sequel była realizowana przez zbiór modułów stanowiących implementację typowych operacji zarządzania bazą danych wykorzystywanych przez oprogramowanie narzędziowe wyższych warstw architektury systemu RODAN.

Warstwa oprogramowania ochrony integralności i poufności bazy danych obejmowała monitor wielozadaniowy RODAN i zintegrowane z nim oprogramowanie Kopiowania/Odtwarzania BD. Podstawową funkcją monitora wielozadaniowego było sterowanie współbieżnym dostępem do bazy danych oraz optymalizacja wykorzystania puli buforów stron bazy danych utrzymywanej w pamięci operacyjnej.

Opis architektury SZBD RODAN oraz algorytmów kluczowych komponentów oprogramowania narzędziowego przedstawiono w licznych publikacjach¹⁵ oraz w zeszytach naukowych projektu¹⁶.

Metodyka realizacji oprogramowania SZBD RODAN była oparta na koncepcji organizacyjnej zespołu głównego programisty (ang. *Chief Programmer Team*) oraz programowaniu strukturalnym. Oprogramowanie było pisane w języku assembler w sposób strukturalny, dzięki wykorzystaniu zestawu makroinstrukcji do programowania strukturalnego opracowanych w Centrum Obliczeniowym PAN (CO PAN). Organizacja bibliotek oprogramowania została oparta na nowoczesnym systemie organizacji bibliotek oprogramowania Technologia Voluminów Dokumentacyjnych (TVD) zrealizowanym w Instytucie Maszyn Matematycznych¹⁷ i później rozbudowanym w ramach projektu SZBD RODAN.

14 *SDDT report*, Proceedings of the ACM SIGFIDET Conference on Data Description, Access and Control, November 1972, USA.

15 W. Staniszkis, *A Comprehensive DBMS – Design and Implementation Principles*, Proceedings of the 1st International Seminar on Data Base Management Systems, 12–15 December 1978, Jaszowiec, Poland; J. Pasula, *Ochrona jakości danych w systemach wielodostępnych*, „Informatyka” 1975, nr 12; J. Pasula, *Uniwersalny system zarządzania bazą danych RODAN*, „Informatyka” 1978, nr 9.

16 *Projekt Architektury Uniwersalnego Systemu Zarządzania Bazą Danych*, red. W. Staniszkis, Warszawa, ZPO R-Pl-system styczeń 1975; W. Staniszkis, *A Comprehensive DBMS...*, dz. cyt.

17 M. Skupiński, K. Bytnerowicz, Z. Kossowski, *Dokumentacja techniczna systemu Technologia Voluminów Dokumentacyjnych*, Warszawa, Instytut Maszyn Matematycznych 1975.

SZBD RODAN był pełną implementacją standardów Komitetu CODASYL i stanowił istotny postęp w stosunku do innych rozwiązań obecnych na rynku krajowym i w krajach współpracujących w ramach produkcji komputerów Jednolitego Systemu RIAD. Ewentualnym elementem była dystrybucja tego oprogramowania na podstawie umów licencyjnych analogicznych do takich umów stosowanych przez zachodnich dostawców oprogramowania.

4.2. Realizacja systemów informatycznych na platformie SZBD RODAN

Istotnym przedsięwzięciem mającym na celu podniesienie poziomu wykorzystania informatyki w krajowych zakładach przemysłowych była realizacja wspólnie z Instytutem Organizacji Przemysłu Maszynowego ORGMASZ standardowego pakietu MRP (ang. *Material Requirements Planning*) na platformie SZBD RODAN. Oprogramowanie było zrealizowane w Zespole Realizacji Aplikacji SZBD RODAN pod kierownictwem W. Dubczyńskiego i T. Gryca. Wdrożenie oprogramowania do zastosowań przemysłowych zostało zrealizowane między innymi w Odlewni Zakładów H. Cegielski w Śremie, ZM Ursus, Pafawag czy Spolana Neratovice (CSSR). Realizowane w zakładach przemysłowych rozwiązania obejmowały takie obszary zastosowań jak gospodarka materiałowa, technologiczne przygotowanie produkcji, planowanie produkcji czy kadry i płace.

Możliwości reprezentacji semantyki złożonych systemów informatycznych dostępne w sieciowym modelu danych okazały się bardzo przydatne w realizacji systemów finansowych¹⁸.

Ważną rolę odgrywały również zastosowania administracyjne wykorzystujące SZBD RODAN, realizowane i przetwarzane przez ośrodki obliczeniowe sieci ZETO lub zespoły informatyczne dużych instytucji administracji państwowej. Przykładem takich rozwiązań są systemy informatyczne realizowane w takich instytucjach, jak Komisja Planowania przy Radzie Ministrów, Zakład Ubezpieczeń Społecznych czy Ministerstwo Przemysłu Maszynowego. Dużym przedsięwzięciem było zrealizowanie wspólnie z Zakładami Elwro Mongolskiego Systemu Statystyki Państwowej dla Urzędu Statystycznego w Ułan Bator.

Wiele zastosowań SZBD RODAN zostało zrealizowanych w zakładach obliczeniowych sieci ZETO, na przykład opracowany w ZETO Katowice system rejestracji pojazdów.

Ważną rolę we wsparciu prac aplikacyjnych realizowanych z wykorzystaniem systemu RODAN odegrała metodyka projektowania sieciowych baz danych opracowana przez Grzegorza Gruchmana i Witolda Staniszkisa¹⁹ i dalej rozwijana na podstawie praktycznych doświadczeń przez Wiesława Dubczyńskiego i Tadeusza Gryca²⁰.

18 Przykład takich rozwiązań realizowanych na platformie SZBD RODAN przedstawiono w W. Grudziński, *RODAN jako narzędzie do budowy SIR*, akta konferencji „Informatyka a Rachunkowość”, Szczecin, Rada Naukowa Stowarzyszenia Księgowych w Polsce 1978.

19 G. Gruchman, *Problemy budowy wspólnych baz danych*, „Informatyka” 1980, nr 2.

20 W. Dubczyński, *Projektowanie systemu informatycznego w oparciu o wspólną bazę danych. Część 1*, „Informatyka” 1978, nr 11; W. Dubczyński, *Projektowanie systemu informatycznego w oparciu o wspólną bazę danych. Część 2*, „Informatyka” 1978, nr 1; W. Dubczyński, Gryc T., *Projektowanie systemu informatycznego w oparciu o wspólną bazę danych. Część 3*, „Informatyka” 1979, nr 2; S. Mrozik, *Kierunki i tendencje w realizacji systemów informatycznych wspomagających zarządzanie*, „Informatyka” 1977, nr 11; S. Mrozik, *Rola i miejsce systemu informatycznego w organizacji*, „Informatyka” 1977, nr 12.

Wyniki prac badawczych oraz doświadczeń praktycznych w zakresie projektowania baz danych zostały zebrane w książkach współautorstwa W. Staniszkisa²¹.

Aspekty wydajności w projektowaniu bazy danych oraz rola administratora bazy danych stanowiły ważne elementy metodyki projektowania²².

4.3. Prace badawcze realizowane w ramach projektu RODAN

Prace badawcze podejmowane w ramach projektu RODAN wynikały w pierwszym okresie z konieczności rozwiązywania zaawansowanych zagadnień technicznych związanych z implementacją systemu, a następnie dotyczyły rozwoju nowych produktów na podstawie wytworzonych zasobów oprogramowania narzędziowego.

W miarę rozwoju funkcji narzędziowych systemu RODAN podejmowano również prace badawcze na poziomie podstawowych problemów z dziedziny zarządzania bazą danych. Celem tych prac było wyznaczenie kierunków rozwoju oprogramowania systemu RODAN oraz określenie trendów rozwojowych zastosowań baz danych.

Prowadzono prace nad rozwojem dynamicznych właściwości logicznego modelu danych Komitetu CODASYL, zmierzające do rozwoju możliwości manipulacji danymi, a tym samym rozszerzenia obszaru potencjalnych zastosowań systemu RODAN²³.

Drugim obszarem badań zmierzających do podniesienia efektywności systemów informatycznych przetwarzanych w trybie online na podstawie systemu RODAN były prace nad rozwojem mechanizmów sterowania współbieżnym dostępem do bazy danych oraz nad ochroną integralności danych²⁴.

Istotnym obszarem badawczym były również prace nad nowoczesnymi narzędziami projektowania i konstrukcji aplikacji systemu RODAN²⁵.

21 J. Oleński, W. Staniszkis, *Projektowanie Bazy Danych*, Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne 1984; D.A. Bell, S.M. Deen, W. Staniszkis, M.C. Taylor, *Practical Database Techniques*, London, England, Pitman Publishing 1990.

22 Wyniki prac w tym zakresie zostały opublikowane w J. Czajkowski, *Metody oceny efektywności systemów zarządzania bazą danych*, „Informatyka” 1975, nr 4; A. Brandt, *Administrator zastosowań*, „Informatyka” 1979, nr 7; A. Brandt, *Projekt struktury pamięci*, „Informatyka” 1979, nr 11.

23 Wyniki prowadzonych prac w tym zakresie zostały przedstawione w J. Chomiccki, *Abstrakcyjne typy danych*, „Informatyka” 1981, nr 3; M. Dudziewicz, J. Popiel, *Demony w sieciowej bazie danych*, „Informatyka” 1980, nr 5; L. Kalinichenko, W. Staniszkis, *Generalized Information Resource Management System Framework*, Proceedings of the 12th International Seminar on DBMS, October 1989, Suzdal, USSR; J. Popiel, *Database Demons*, Proceedings of the International Data Base Seminar, Niewitz, East Germany, September 1979; W. Staniszkis, *Extensible Object-oriented Database Systems*, Proceedings of the SOFSEM 88 Seminar, November 1988, Malenovice, Czechoslovakia.

24 Wyniki tych prac były publikowane w J. Popiel, *Algorytm wykrywania i analizy zakleszczenia*, „Informatyka” 1980, nr 1., oraz w Zeszytach Naukowych OBRI, zob. W. Staniszkis, *Mechanizmy Ochrony Danych w Systemach Zarządzania Bazą Danych*, seria: Problemy Informatyki, Warszawa, OBRI 1978.

25 Wyniki tych prac opublikowano w W. Staniszkis, *Database Simulator – A Tool for Computer-Aided Data Base Design*, Proceedings of the 3rd International Seminar on Database Management Systems, 3–7 November 1980, Zaborów, Poland, oraz w zeszytach naukowych, zob. M. Anderson, W. Staniszkis, *Systems Development Facility – Design Report*, LOGICA Ltd, London, January 1980.

5. Badawcza współpraca międzynarodowa

5.1. Międzynarodowa konferencja „International Seminar on Database Management Systems”

Wyniki prowadzonych prac prezentowano na dorocznych konferencjach naukowych organizowanych przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Informatyki w Warszawie przy współpracy wiodących ośrodków naukowych zajmujących się dziedziną zarządzania bazą danych w krajach RWPG. Doroczne konferencje naukowe „International Seminar on Database Management Systems” odbywały się regularnie w latach 1978–1991, kolejno w poszczególnych krajach.

5.2. Realizacja prac badawczych w ramach współpracy z włoskim instytutem badawczym CRAI

W końcu 1981 r. Witold Staniszkis rozpoczął pracę w ośrodku badawczym CRAI (Consortio per Ricerca e Applicazioni in Informatica) we Włoszech na stanowisku dyrektora naukowego. W krótkim czasie nawiązano kontakty z zespołem projektowym SZBD RODAN i w marcu 1982 r. podpisano umowę o współpracy badawczej obejmującą zakup licencji Języka Zapytań Sequel oraz powiązanych z nim modułów oprogramowania SZBD RODAN. Umowa o współpracy doprowadziła do stworzenia stałego zespołu konsultantów z zespołu projektowego SZBD RODAN pracujących w CRAI w ramach realizowanych projektów badawczych finansowanych przez Włoską Akademię Nauk (CNR) oraz Komisję Europejską. W sumie w okresie 9 lat współpracy polski wkład w prace badawcze prowadzone w CRAI wyniósł około 40 osobolat.

Podstawowymi kierunkami prac badawczych prowadzonych w CRAI w dziedzinie baz danych były takie obszary badawcze jak metodyka i narzędzia projektowania sieciowych baz danych oraz integracja istniejących heterogenicznych baz danych. Prace prowadzone w CRAI realizowano w dużych konsorcjach badawczych, skupiających w pierwszym przypadku wiodące włoskie uczelnie i instytuty CNR współpracujące w ramach narodowego projektu celowego DATA-ID, a w drugim – uczelnie i firmy europejskie, takie jak Trinity College Dublin, ICL, INRIA i University of Ulster współpracujące w ramach europejskiego programu badawczego MAP, a później Esprit.

W ramach prowadzonych projektów powstało wiele istotnych wyników naukowych dostępnych w formie publikowanych opracowań, obejmujących recenzowane publikacje naukowe i prototypy badawcze oprogramowania narzędziowego. Najbardziej znaczące wyniki prowadzonych prac badawczych obejmują:

- metodykę i projektowania zorientowanego na wydajność (ang. *performance-oriented*) baz danych opartych na sieciowym modelu danych,
- narzędzie modelowania parametrów wydajnościowych baz danych opartych na standardzie Komitetu CODASYL – prototyp badawczy narzędzia EOS,
- system zarządzania wieloma heterogenicznymi bazami danych (ang. *multidatabase system*) – prototyp badawczy NDMS (ang. *Network Database Management System*).

Dwie pierwsze grupy wyników prac badawczych były oparte na wiedzy teoretycznej i doświadczeniu praktycznym wynikających z wieloletniej pracy nad projektem i implementacją oprogramowania SZBD RODAN. Prototyp badawczy NDMS wykorzystywał natomiast w dużym stopniu oprogramowanie SZBD RODAN.

6. Produkty programowe realizowane na podstawie oprogramowania SZBD RODAN

Zainteresowanie prototypami badawczymi zrealizowanymi w ramach projektów CRAI spowodowało podjęcie decyzji o realizacji dwóch produktów komercyjnych:

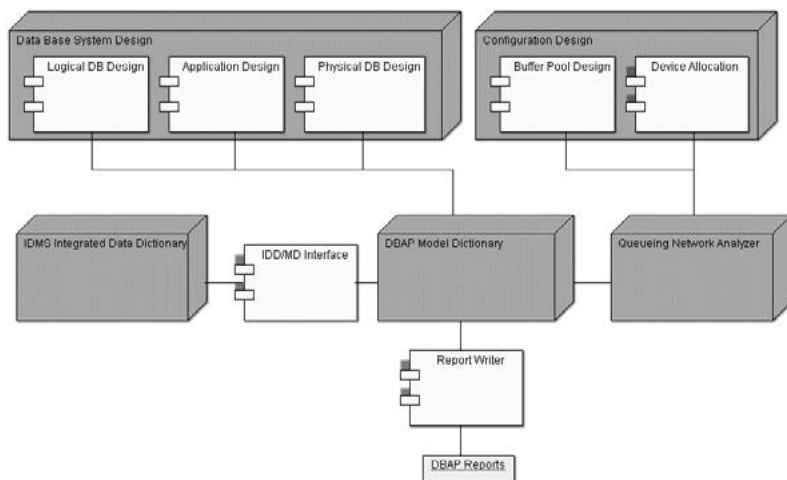
- Data Base Analyzer and Predictor (DBAP) – narzędzie projektowania baz danych dla systemu IDMS amerykańskiej firmy Cullinet,
- Distributed Query System (DQS) – platforma integrująca istniejące bazy danych zarządzane wiodącymi w tamtym okresie systemami IMS, Adabas, IDMS i RODAN.

6.1. Projektowanie sieciowych baz danych – Data Base Analyzer and Predictor

Zespół badawczy CRAI odgrywał wiodącą rolę w zakresie prac badawczych nad metodyką i narzędziami projektowania sieciowych baz danych²⁶. Jednocześnie prowadzono w CRAI prace badawcze nad realizacją oprogramowania służącego do modelowania i predykcji wydajnościowych parametrów sieciowych baz danych opartych na specyfikacji Komitetu CODASYL²⁷.

26 Wyniki prac w zakresie metodyki projektowania prezentowano w C. Batini, M. Lenzerini, G. Santucci, W. Staniszkis, *An Integrated Methodology for Design of Data Base Applications*, Proceedings of ISDOS Workshop, August 1983, Ann Arbor, Michigan, USA; P. Bertaina, A. Di Leva, P. Giolito, W. Staniszkis, *Architecture of the Entity-Relationship Interface to Relational Data Bases*, Proceedings of the AICA Annual Conference, 6–8 October 1982, Padova, Italy; D. Sacca, W. Staniszkis, *Physical Database Design in Codasyl Environment*, Proceedings of the AICA Annual Conference, 23–25 September 1981, Pavia, Italy; W. Staniszkis, D. Sacca, F. Manfredi, A. Mecchia, *Physical Data Base Design for CODASYL DBMS*, [w:] *Methodology and Tools for Data Base Design*, red. S. Ceri, North-Holland Publishing Company 1983.

27 Wyniki tych prac zrealizowanych w ramach projektu EOS opublikowano w M. Gaudio, A. Grano, F. Manfredi, W. Staniszkis, *An Automatic Tool for the Physical Data Structure Design in a Codasyl DBMS Environment*, Proceedings of the ICA Annual Conference, 28–30 September 1983, Naples, Italy; S. Orlando, P. Rullo, W. Staniszkis, *Transaction Workload Analysis in the Codasyl Database Environment*, Proceedings of the 1st International Conference on Data Engineering, April 1984, Los Angeles, USA, IEEE Computer Society Press 1984; S. Orlando, P. Rullo, W. Staniszkis, *Una Metodologia di Progettazione do Basi di Dati Basata sul Sistema di Valutazione di Prestazioni*, Proceedings of AICA Annual Conference, October 1984, Rome, Italy; S. Orlando, P. Rullo, D. Sacca, W. Staniszkis, *Integrated Tools for Physical Database Design in Codasyl Environment*, in *Computer-Aided Database Design*, red. A. Albano, V. De Antonellis – North-Holland Publishing Company 1985; S. Orlando, V. Perri, S. Scrivano, W. Staniszkis, *Database Analyzer and Predictor – An Overview*, Proceedings of the 5th International Conference on Data Engineering, 6–10 February 1989, Los Angeles, USA, IEEE Computer Society Press; W. Staniszkis, *Database Simulator – A Tool for Computer-Aided Data Base Design*, Proceedings of the 3rd International Seminar on Database Management Systems, 3–7 November 1980, Zaborów, Poland; W. Staniszkis, P. Rullo, M. Gaudio, S. Orlando, *Probabilistic Approach to Evaluation of Data Manipulation Algorithms in a Codasyl Data Base Environment*, Proceedings of the 2nd International Conference on Databases, September 1983,



Rysunek 3. Architektura oprogramowania Data Base Analyzer and Predictor (DBAP)

Zainteresowanie wynikami prac nad prototypem narzędzia projektowania baz danych EOS spowodowało podjęcie decyzji o realizacji komercyjnej wersji produktu Data Base Analyzer and Predictor (DBAP) przeznaczonego do projektowania baz danych systemu IDMS amerykańskiej firmy Cullinet. Dystrybutorem DBAP w Stanach Zjednoczonych była firma DBMS Inc. specjalizująca się w realizacji zastosowań i konsultacjach projektowych systemu IDMS. Architekturę oprogramowania DBAP, którą prezentuje rysunek 3, opisano szczegółowo w publikacji²⁸.

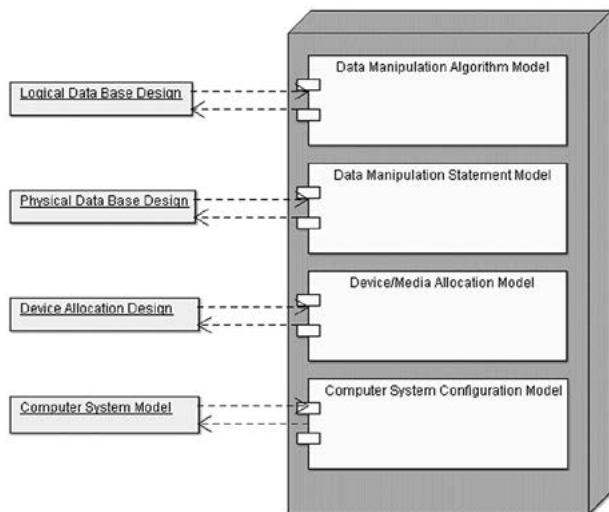
Podstawowym celem narzędzia DBAP była optymalizacja projektu sieciowej bazy danych oraz algorytmów wykorzystujących ją programów aplikacyjnych tworzonych na podstawie języka manipulacji danymi IDMS zanurzonego w języku IV generacji ADDS On-Line. Miarą wydajności systemu były oczekiwane czasy wykonania transakcji online obsługiwanych przez wspólną bazę danych.

Kody źródłowe oprogramowania aplikacyjnego oraz specyfikacja logicznych i fizycznych modeli bazy danych były pobierane bezpośrednio z IDMS Integrated Data Dictionary i poddawane analizie przez hierarchię modeli danych, którą przedstawia rysunek 4.

Churchill College, Cambridge, England; W. Staniszki, P. Rullo, S. Orlando, *Transaction Workload Analysis in the Codasyl Database Performance Predictor EOS*, Proceedings of the 6th International Seminar on DBMS, October 1983, Matrafured, Hungary; W. Staniszki, S. Orlando, P. Rullo, *Performance Oriented Database Design Laboratory*, [w:] *Database Performance*, red. D.A. Bell, Infotech State of the Art Report, London, England, Pergamon Press 1984, i w zeszytach naukowych CRAI – W. Staniszki, P. Rullo, *Transaction Workload Analysis in the Codasyl Data Base Performance Predictor EOS*, „CRAI Research Report” 1982, nr 16; W. Staniszki, P. Rullo, M. Gaudio, S. Orlando, *Probabilistic Approach to Evaluation of Data Manipulation Algorithms in Codasyl Data Base Environment*, „CRAI Research Report” 1982, nr 17; W. Staniszki, P. Rullo, S. Orlando, *Performance Predictor EOS: An Application*, „CRAI Research Report” 1983, nr 13.

28 S. Orlando, P. Rullo, D. Sacca, W. Staniszki, *Integrated Tools for Physical Database Design in Codasyl Environment, in Computer-Aided Database Design*, red. A. Albano, V. De Antonellis, North-Holland Publishing Company 1985.

Analiza obejmowała wszystkie aspekty projektu sieciowej bazy danych IDMS – od logicznego modelu danych i wynikających z niego nawigacyjnych algorytmów języka manipulacji danymi²⁹, przez fizyczny model bazy danych obejmujący decyzje implementacyjne związane z obiektami logicznej struktury danych, do decyzji przydziału zasobów konfiguracji systemu komputerowego oraz ich parametrów wydajnościowych.



Rysunek 4. Hierarchia modeli analitycznych DBAP

Algorytm języka manipulacji danymi był reprezentowany jako graf, którego węzłami były komendy (JMD), a łukami – przejścia między nimi. Każde przejście było oznaczane etykietą, której wartością było prawdopodobieństwo jego wyboru. Wynikiem przetwarzania było wyznaczenie liczby wykonań komend JMD w ramach jednego wykonania transakcji.

Koszt wykonania poszczególnych komend JMD wyrażany był jako liczba odwołań do stron bazy danych stanowiących jednostkę transferu danych między pamięcią zewnętrzną a pamięcią operacyjną systemu komputerowego. Liczba transferów stron dla każdego wykonania komendy JMD była wyznaczana na podstawie równań kosztów zdefiniowanych na podstawie parametrów logicznej i fizycznej struktury danych i opcji danego typu komendy. Wyznaczona przez model kosztu komendy JMD liczba transferów stron była modyfikowana na podstawie prawdopodobieństwa odnalezienia tej strony w puli buforów stron znajdującej się w pamięci operacyjnej, wyznaczanego przez model „Device/Media Allocation”.

Oczekiwana liczba transferów stron w ramach jednej współbieżnej transakcji oraz liczba współbieżnych transakcji w ramach poszczególnych typów stanowiły parametry wyznaczania obciążenia konfiguracji systemu komputerowego, w tym czasu wykonania jednego

29 C.W. Bachman, *The Programmer as Navigator*, 1973 ACM Turing Award Lecture, „Communications of the ACM” 1973, vol. 16, no. 11.

transferu strony bazy danych z urządzenia pamięci zewnętrznej. Model konfiguracji systemu komputerowego był oparty na analitycznym algorytmie Mean Value Analysis (MVA)³⁰.

Po udanym teście β systemu DBAP w firmie Hughes Helicopter w Los Angeles podpisano umowę dystrybucyjną z amerykańską firmą DBMS Inc., specjalizującą się w narzędziach projektowania baz danych systemu IDMS.

6.2. Integracja heterogenicznych baz danych – Distributed Query System

Prace badawcze w dziedzinie rozproszonych baz danych, dotyczące przede wszystkim integracji heterogenicznych baz danych istniejących w rozproszonych sieciach komputerowych, były prowadzone w CRAI we Włoszech pod kierunkiem Witolda Staniszkiśa w latach 1982–1990. Praktycznie przez cały ten okres prace badawcze były prowadzone w mieszanych polsko-włoskich zespołach z udziałem specjalistów z zespołu SZBD RODAN.

Integracja heterogenicznych baz danych, czyli baz danych zrealizowanych na podstawie różnych logicznych modeli danych, była w latach 80. obszarem żywego zainteresowania szeregu dynamicznie działających zespołów badawczych. Prace prowadzone w CRAI z udziałem polskich specjalistów były realizowane na podstawie doświadczenia i oprogramowania narzędziowego zespołu SZBD RODAN.

Pierwszym projektem w tej dziedzinie był realizowany w ramach europejskiego programu MAP (Multiannual Programme) projekt Network Data Management System (NDMS) będący jednym z pierwszych rozproszonych systemów integrujących heterogeniczne bazy danych (ang. *multidatabase system*). Prace cieszyły się dużym zainteresowaniem międzynarodowym, a poszczególne aspekty tworzonych rozwiązań doczekały się prestiżowych publikacji.

Wynikiem prac badawczo-rozwojowych był prototyp oprogramowania platformy integracyjnej klasy multidatabase. Architektura NDMS została zaprezentowana w kilku publikacjach³¹, podobnie jak zagadnienia integracji heterogenicznych baz danych, a szczególnie problematyka rozwiązywania konfliktów semantycznych³². Szeroki opis oprogramowania

30 S. Orlando, P. Rullo, W. Staniszkiś, *Transaction Workload Analysis in the Codasyl Database Environment*, Proceedings of the 1st International Conference on Data Engineering, April 1984, Los Angeles, USA, IEEE Computer Society Press 1984; S. Orlando, P. Rullo, D. Sacca, W. Staniszkiś, *Integrated Tools for Physical Database Design in Codasyl Environment*, in *Computer-Aided Database Design*, red. A. Albano, V. De Antonellis, North-Holland Publishing Company 1985.

31 W. Staniszkiś, *Database Simulator – A Tool for Computer-Aided Data Base Design*, Proceedings of the 3rd International Seminar on Database Management Systems, 3–7 November 1980, Zaborów, Poland; W. Staniszkiś, W. Kaminski, M. Kowalewski, S. Mezyk, G. Turco, *Architecture of the Network Management System*, Proceedings of the 3rd International Seminar on Distributed Data-Sharing Systems, March 1984, Parma, Italy, North-Holland Publishing Company 1984; W. Staniszkiś, *Multidatabase Systems – Architecture and Application Principles*, Proceedings of the IFIP T.C. 8th Conference on Governmental Systems, September 1987, Budapest, North-Holland Publishing Company 1987.

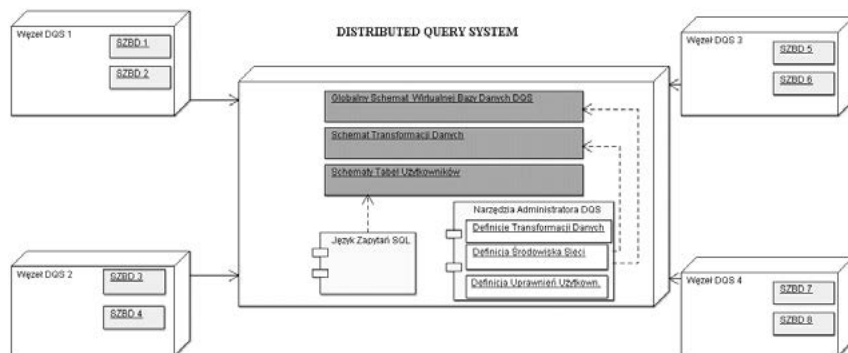
32 W. Staniszkiś, *Integrating Heterogeneous Databases*, [w:] *State of the Art Report on Relational Databases*, red. D.A. Bell, London, England, Pergamon Press 1986; W. Staniszkiś, *Multidatabase Systems – Architecture and Application Principles*, Proceedings of the IFIP T.C. 8th Conference on Governmental Systems, September 1987, Budapest, North-Holland Publishing Company 1987; W. Staniszkiś, *An Overview of the Multidatabase Management Technology*, *Computer Networks* 89, 27–30 June 1989, Wrocław, Poland.

NDMS ukazał się w zwartych wydawnictwach monograficznych wydanych w ramach zesztytów naukowych CRAI³³. Prace nad komercyjną wersją NDMS realizowane w ramach projektu Distributed Query System (DQS) obejmowały również opracowanie metodyki projektowania rozproszonych systemów typu Multidatabase³⁴.

DQS został zrealizowany jako wersja handlowa prototypu badawczego NDMS (Network Data Management System) wykonanego na podstawie modułów SZBD RODAN, wykorzystując – na podstawie podpisanych licencji umożliwiających ich komercyjną dystrybucję – Język Zapytań Sequel rozbudowany o optymalizator rozproszonych zapytań, Sequel Mapping Language oraz procedury zarządzania danymi SZBD RODAN³⁵.

DQS stanowił platformę integrującą systemy zarządzania bazą danych zainstalowane na komputerach mainframe firmy IBM, działające pod kontrolą systemu operacyjnego MVS i połączone w sieci SNA (IBM System Network Architecture). W pierwszej fazie realizacji systemu pozwalał on na integrację istniejących baz danych zarządzanych przez takie systemy zarządzania bazą danych jak IMS/VS, IDMS, Adabase, RODAN oraz plików dostępnych w standardowych systemach plików, takich jak VSAM i DAM.

Modelem danych wirtualnej bazy danych DQS był model relacyjny, zawierający definicję tablic bazowych materializowanych na podstawie odpowiednich opisów odwzorowań źródłowej bazy danych dostępnej w ramach poszczególnych węzłów sieci. Jak pokazuje rysunek 5, w ramach jednego węzła sieci, czyli na jednym komputerze mainframe, mogło być zainstalowanych wiele systemów zarządzania bazą danych.



Rysunek 5. Logiczna Architektura oprogramowania Distributed Query System (DQS)

- 33 W. Staniszkis, M. Kowalewski, M. Saccone, A. Grano, G. Turco, *Network Data Management System – Logical Design*, „CRAI Research Report” 1982, nr 24.
- 34 T. Mostardi, W. Staniszkis, *Multidatabase System Design Methodology*, Proceedings of the 10th International Seminar on DBMS, Cedzyna, Poland, 1987.
- 35 Opis systemu DQS obejmujący przede wszystkim innowacyjne aspekty jego architektury został przedstawiony w V. Belcastro, A. Dutkowski, W. Kaminski, M. Kowalewski, S. Mezyk, T. Mostardi, W. Staniszkis, G. Turco, *An Overview of the Distributed Query System (DQS)*, Proceedings of the International Conference on Extending Database Technology, 14–18 March 1988, Venice, Italy, *Lecture Notes on Computer Science*, Springer Verlag 1988.

Globalny Schemat Wirtualnej Bazy Danych DQS obejmował wszystkie definicje tabel budowanych na podstawie polecenia SQL DEFINE TABLE..., powiązanych z deklaratywnym opisem odwzorowania danych między modelem danych źródłowych baz danych a definiowaną tabelą bazową. Globalny schemat bazy danych DQS był replikowany we wszystkich węzłach sieci.

Wszystkie definicje odwzorowań tabel bazowych były dostępne w rozproszonym Schemacie Transformacji Danych specyfikowanym w języku SQL Mapping Language, adaptowanym z systemu RODAN. Językiem danych relacyjnej bazy danych DQS był SQL obejmujący funkcje definicji danych oraz manipulacji danymi adaptowanymi SZBD RODAN.

Użytkownicy systemu mogli, zgodnie z przyznanymi im uprawnieniami dostępu, definiować własne tabele, wykorzystując mechanizm definiowania widoków języka SQL dostępny przez polecenia DEFINE VIEW... Warto zauważyć, że definiowane widoki relacyjnej struktury danych były już całkowicie niezależne od natywnych modeli danych źródłowych baz danych.

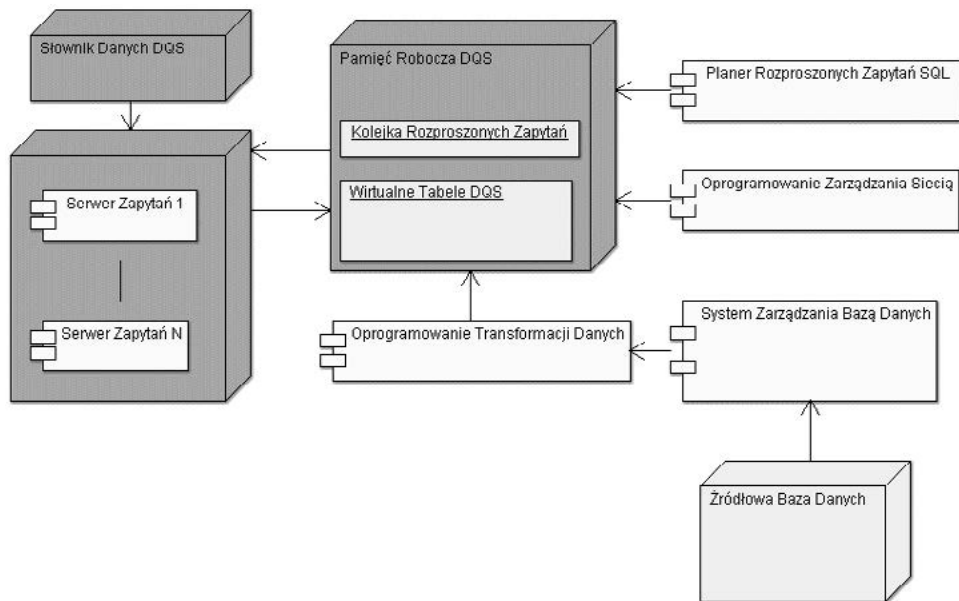
Warto w tym miejscu podkreślić, że architektura DQS miała na celu integrację istniejących baz danych spełniających niezależnie funkcje przewidziane dla nich w ramach lokalnych systemów informatycznych. Każdy z takich systemów miał swoje rzesze użytkowników, którzy wykorzystywali dane zawarte w bazach danych, nie ingerując w żaden sposób w operacje integracji baz danych realizowane przez DQS.

DQS miał swoich użytkowników wykorzystujących jego funkcje użytkowe, jak definiowanie obiektów relacyjnej struktury danych oraz wykonywanie zapytań SQL. Użytkownicy DQS wykorzystywali wyłącznie tabele wirtualnej relacyjnej bazy danych DQS, zarówno na poziomie tabel bazowych, jak i widoków, i w związku z tym nie musieli mieć żadnych informacji na temat źródłowych baz danych.

Narzędzia administratora bazy danych DQS zawierały moduły Definicji Transformacji Danych, Definicji Środowiska Sieci oraz Definicji Uprawnień Użytkowników obejmujące autoryzację dostępu do tabel bazy danych oraz zakres wykorzystania zasobów systemu.

Oprogramowanie DQS, zarządzające materializacją wirtualnej bazy danych oraz przetwarzaniem relacyjnej struktury danych, w tym tworzeniem i optymalizacją rozproszonych zapytań SQL, było replikowane we wszystkich węzłach sieci zgodnie ze schematem, który przedstawia rysunek 6.

Oprogramowanie narzędziowe obsługiwało słownik danych DQS, częściowo replikowany we wszystkich węzłach sieci system oraz obszar roboczy DQS służący do przechowywania tabel wirtualnej bazy danych. Obszar roboczy był zorganizowany hierarchicznie, z wykorzystaniem zarówno pamięci operacyjnej w ramach węzła, jak i pamięci dyskowej. Dodatkowo, między innymi ze względu na podniesienie wydajności rozproszonych zapytań SQL, zrealizowano mechanizm zarządzania trwałymi widokami tabel (ang. *snapshot*).



Rysunek 6. Architektura oprogramowania lokalnego węzła Distributed Query System (DQS)

Ponieważ tabele bazowe relacyjnej bazy danych DQS były dynamicznie materializowane w trakcie wykonania rozproszonego zapytania SQL w każdym węzle sieci systemu dla każdej bazy danych instalowano oprogramowanie narzędziowe wykonujące transformację danych z natywnego modelu danych źródłowej bazy danych do modelu relacyjnego. Oprogramowanie było sterowane odpowiednimi definicjami algorytmów transformacji danych, wykorzystującymi Sequel Mapping Language systemu RODAN. Moduły transformacji danych zostały opracowane dla wszystkich obsługiwanych systemów zarządzania bazą danych i dla metod dostępu systemu operacyjnego IBM MVS.

W obszarze roboczym DQS system również przechowywał kolejkę rozproszonych zapytań SQL inicjowanych w danym węzle oraz odpowiednio wygenerowane programy realizacji zapytania znajdujące się w różnych stadiach obróbki oprogramowania optymalizacji zapytań modułu Planer Rozproszonych Zapytań SQL. Program realizacji zapytania był logicznie modelowany na podstawie notacji warunkowo-zdarzeniowych sieci Petriego (ang. *condition-event Petri net*), której warunkami były zmaterializowane bazowe lub przejściowe tabele wirtualnej bazy danych, a zdarzeniami – wykonania operacji algebry relacyjnej zaimplementowane w oprogramowaniu obsługi zapytań SQL.

Optymalizacja programu realizacji zapytania SQL była oparta na minimalizacji kosztu wykonania określonego funkcją celu stanowiącą liniową kombinację kosztów przetwarzania (procesor), kosztów zasobów pamięci (pamięć operacyjna, pamięć dyskowa) oraz kosztów transmisji danych wykonywanej w ramach realizacji zapytania.

Algorytm optymalizacji zapytania SQL wykonywał najpierw klasyczną transformację drzewa zapytania, której celem było ograniczenie wielkości tabel pośrednich przez migrację

operacji algebry relacyjnej w ramach drzewa zapytania. Następnie tworzono harmonogramy realizacji operacji *Join* i operacji teoriomnogościowych na tabelach przetwarzanych w ramach zapytania. W końcu lat 80. algorytm optymalizacji rozproszonych zapytań SQL należał do grupy najbardziej zaawansowanych rozwiązań w tym zakresie³⁶.

Pierwsze instalacje gotowych produktów zostały wykonane we Włoszech, między innymi w Narodowym Urzędzie Statystycznym ISTAT w Rzymie. Powodzenie tych prac skutkowało podjęciem decyzji o dystrybucji produktów programowych CRAI w Stanach Zjednoczonych.

7. Konkluzje i podziękowania

Projekt SZBD RODAN był wspaniałą, choć wymagającą, przygodą profesjonalną. To doświadczenie ukształtowało przyszłe życie zawodowe wielu młodych ludzi, dla których praca w zespole RODAN była pierwszym zatrudnieniem.

Chciałbym wyrazić swoją wdzięczność wszystkim wymienionym poniżej koleżankom i kolegom, którzy – niezależnie od wkładu w ostateczny sukces tego trudnego i ryzykownego projektu – swoim zaangażowaniem i wysiłkiem przyczynili się do jego sukcesu. Przepraszam, jeżeli kogoś pominąłem ze względu na niedoskonałość moich materiałów źródłowych dotyczących projektu RODAN i nieubłagany upływ czasu.

Osoby pracujące w zespole SZBD RODAN w latach 1974–1990, w porządku alfabetycznym: Jan Berliński, Adam Bittner, Władysław Bogucki, Andrzej Brandt, Katarzyna Brutkowska, Renata Brzoza-Brzezina, Jacek Buchalczyk, Wiktor Budnicki, Jarek Cichorski, Józef Czajkowski, Jan Daniluk, Piotr Dąbrowski, Iza Dec, Wojciech Dittwald, Roman Doraczyński, Krystyna Duch, Magda Dudziewicz, Witold Duszyński, Adam Dutkowski, Ewa Giera, Barbara Glasser, Wiktor Górecki, Szczęsny Górski, Wiktoria Grabania, Wojciech Gromny, Włodzimierz Grudziński, Tadeusz Gryc, Zofia Hartman, Andrzej Jaroszewski, Ewa Józwiak, Stanisław Kakietek, Józefa (Niuśka) Kalisiak, Wojciech Kamiński, Anna Kobryń, Małgorzata Kowalczyk, Mieczysław Kowalewski, Krzysztof Krajewski, Renata Kuflikowska, Maciej Leśny, Anna Lewandowska, Eryk Lichwa, Ewa Łopacińska, Andrzej Maceczek, Stanisław Mężyk, Danuta Michałowska, Stanisław Mrozik, Stanisław Niewolski, Jerzy Orłowski, Maria Pakulska, Jerzy Pasuła, Ewa Piasecka, Marek Polański, Jan Popiel, Dariusz Puternicki, Małgorzata Rechowicz, Mirosława Rębiś, Maciej Rowiński,

36 Przetwarzanie rozproszonych zapytań SQL w DQS przedstawiono szczegółowo w V. Belcastro, A. Dutkowski, W. Kaminski, M. Kowalewski, S. Mezyk, T. Mostardi, W. Staniszkis, G. Turco, *An Overview of the Distributed Query System (DQS)*, Proceedings of the International Conference on Extending Database Technology, 14–18 March 1988, Venice, Italy, *Lecture Notes on Computer Science*, Springer Verlag 1988; W. Kaminski, W. Staniszkis, *Statistical Evaluation of Intermediate Relation Cardinalities*, Proceedings of the 10th International Seminar on DBMS, Cedzyna, Poland, 1987; W. Staniszkis, *Integrating Heterogeneous Databases*, [w:] *State of the Art Report on Relational Databases*, red. D.A. Bell, London, England, Pergamon Press 1986, oraz w ramach serii zeszytów naukowych CRAI – A. Dutkowski, W. Kaminski, M. Kowalewski, W. Staniszkis, *Distributed Query Optimization in DQS*, „CRAI Research Report” 1987, nr 19.

Jadwiga Rusinkiewicz, Tomasz Rytel, Kalina Sadowska, Witold Staniszkis, Aleksander Stec, Urszula Stępniewska, Andrzej Stramowski, Andrzej Szczepański, Ewa Szweicer, Agnieszka Szymanowska, Andrzej Szymański, Piotr Toborowicz, Andrzej Waclawik, Wiesława Walewska, Paweł Wierzbicki, Wojciech Wróblewski, Janina Zabierowska, Wojciech Zagała, Ola Zbrzeska.

Członkowie zespołu SZBD RODAN, którzy w latach 1982–1989 pracowali w zespołach badawczych CRAI we Włoszech: Adam Dutkowski, Wojciech Kamiński, Mieczysław Kowalewski, Krzysztof Krajewski, Stanisław Mężyk, Witold Staniszkis.

Podziękowania i wyrazy przyjaźni należą się koleżankom i kolegom z Zakładu Systemów Operacyjnych OBRI, których wiedza, zaangażowanie i współpraca przyczyniły się w znacznym stopniu do sukcesu naszego projektu. Członkami tego ważnego zespołu byli: Krzysztof Bytnerowicz, Krzysztof Chelpiński, Jadwiga Cukier, Radik Gens, Ryszard Kasprzyk, Zbigniew Kosowski, Jan Lityński, Ewa Majcher, Jerzy Matczak, Krzysztof Moszczyński, Grzegorz Rabanowski, Marian Skupiński, Juliusz Szelągiewicz, Antoni Wiesnowski.

Bibliografia

Publikacje

- Batini C., Lenzerini M., Santucci G., Staniszkis W., *An Integrated Methodology for Design of Data Base Applications*, Proceedings of ISDOS Workshop, August 1983, Ann Arbor, Michigan, USA.
- Bachman C.W., *The Programmer as Navigator*, 1973 ACM Turing Award Lecture, „Communications of the ACM” 1973, vol. 16, no. 11.
- Bertaina P., Di Leva A., Giolito P., Staniszkis W., *Architecture of the Entity-Relationship Interface to Relational Data Bases*, Proceedings of the AICA Annual Conference, 6–8 October 1982, Padova, Italy.
- Belcastro V., Dutkowski A., Kaminski W., Kowalewski M., Mezyk S., Mostardi T., Staniszkis W., Turco G., *An Overview of the Distributed Query System (DQS)*, Proceedings of the International Conference on Extending Database Technology, 14–18 March 1988, Venice, Italy, *Lecture Notes on Computer Science*, Springer Verlag 1988.
- Boyce R.F., Chamberlin D.D., *Using a Structured Query Language as a Data Definition Facility*, IBM Research Report, San Jose, USA, 1973.
- Bogucki W., Staniszkis W., *Metody reprezentacji i opisu struktur danych*, „Informatyka” 1974, nr 12.
- Bogucki W., Staniszkis W., *Rola administratora bazy danych*, „Informatyka” 1975, nr 1.
- Bogucki W., Staniszkis W., *Podstawowe funkcje języków manipulacji danymi*, „Informatyka” 1975, nr 2.
- Bogucki W., Staniszkis W., *Tłumaczenie baz danych*, „Informatyka” 1975, nr 3.
- Bogucki W., Staniszkis W., *Propozycja Komitetu CODASYL w dziedzinie systemów zarządzania bazą danych*, „Informatyka” 1975, nr 5.
- Bogucki W., Staniszkis W., *Koncepcja Uniwersalnego Systemu Zarządzania Bazą Danych dla komputerów JS*, „Informatyka” 1975, nr 6.
- Bogucki W., Staniszkis W., *Mechanizmy opisu bazy danych*, „Informatyka”, 1975, nr 7–8.
- Bogucki W., Staniszkis W., *Opis języka manipulacji danymi*, „Informatyka” 1975, nr 10.
- Brandt A., *Administrator zastosowań*, „Informatyka” 1979, nr 7.
- Brandt A., *Projekt struktury pamięci*, „Informatyka” 1979, nr 11.
- Chomicki J., *Abstrakcyjne typy danych*, „Informatyka” 1981, nr 3.
- Codd E.F., *A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks*, „Communications of the ACM” 1970, nr 6.
- Czajkowski J., *Metody oceny efektywności systemów zarządzania bazą danych*, „Informatyka” 1975, nr 4.
- Raport DBTG 1971 DBTG, CODASYL Systems Committee, USA 1971.
- Raport DDLC 1973 DDLC, CODASYL Systems Committee, USA 1973.
- Dubczyński W., *Projektowanie systemu informatycznego w oparciu o wspólną bazę danych. Część 1*, „Informatyka” 1978, nr 11.
- Dubczyński W., *Projektowanie systemu informatycznego w oparciu o wspólną bazę danych. Część 2*, „Informatyka” 1978, nr 1.

- Dubczyński W., Gryc T., *Projektowanie systemu informatycznego w oparciu o wspólną bazę danych. Część 3*, „Informatyka” 1979, nr 2.
- Dudziewicz M., Popiel J., *Demony w sieciowej bazie danych*, „Informatyka” 1980, nr 5.
- Gaudioso M., Grano A., Manfredi F., Staniszkis W., *An Automatic Tool for the Physical Data Structure Design in a Codasyl DBMS Environment*, Proceedings of the ICA Annual Conference, 28–30 September 1983, Naples, Italy.
- Grudziński W., *RODAN jako narzędzie do budowy SIR*, akta konferencji „Informatyka a Rachunkowość”, Szczecin, Rada Naukowa Stowarzyszenia Księgowych w Polsce 1978.
- Gruchman G., *Problemy budowy wspólnych baz danych*, „Informatyka” 1980, nr 2.
- Greco S., Leone N., Staniszkis W., *A Virtual Memory Support for Deductive Database Queries*, Proceedings of the Working Conference on Data and Knowledge Base Integration, 5–6 October 1989, Keele, England.
- Jamontt W., *Uwagi do koncepcji Uniwersalnego Systemu Zarządzania Bazą Danych dla komputerów JS EMC*, „Informatyka” 1976, nr 1.
- Kaminski W., Staniszkis W., *Statistical Evaluation of Intermediate Relation Cardinalities*, Proceedings of the 10th International Seminar on DBMS, Cedzyna, Poland, 1987.
- Kalinichenko L., Staniszkis W., *Generalized Information Resource Management System Framework*, Proceedings of the 12th International Seminar on DBMS, October 1989, Suzdal, USSR.
- Mostardi T., Staniszkis W., *Multidatabase System Design Methodology*, Proceedings of the 10th International Seminar on DBMS, Cedzyna, Poland, 1987.
- Mrozik S., *Kierunki i tendencje w realizacji systemów informatycznych wspomagających zarządzanie*, „Informatyka” 1977, nr 11.
- Mrozik S., *Rola i miejsce systemu informatycznego w organizacji*, „Informatyka” 1977, nr 12.
- Orlando S., Rullo P., Staniszkis W., *Transaction Workload Analysis in the Codasyl Database Environment*, Proceedings of the 1st International Conference on Data Engineering, April 1984, Los Angeles, USA, IEEE Computer Society Press 1984.
- Orlando S., Rullo P., Staniszkis W., *Una Metodologia di Progettazione do Basi di Dati Basata sul Sistema di Valutazione di Prestazioni*, Proceedings of AICA Annual Conference, October 1984, Rome, Italy.
- Orlando S., Rullo P., Sacca D., Staniszkis W., *Integrated Tools for Physical Database Design in Codasyl Environment*, in *Computer-Aided Database Design*, red. A. Albano, V. De Antonellis, North-Holland Publishing Company 1985.
- Orlando S., Perri V., Scrivano S., Staniszkis W., *Database Analyzer and Predictor—An Overview*, Proceedings of the 5th International Conference on Data Engineering, 6–10 February 1989, Los Angeles, USA, IEEE Computer Society Press.
- Pasula J., *Ochrona jakości danych w systemach wielodostępnych*, „Informatyka” 1975, nr 12.
- Pasula J., *Uniwersalny system zarządzania bazą danych RODAN*, „Informatyka” 1978, nr 9.
- Popiel J., *Database Demons*, Proceedings of the International Data Base Seminar, Niewitz, East Germany, September 1979.
- Popiel J., *Algorytm wykrywania i analizy zakleszczenia*, „Informatyka” 1980, nr 1.
- Sacca D., Staniszkis W., *Physical Database Design in Codasyl Environment*, Proceedings of the AICA Annual Conference, 23–25 September 1981, Pavia, Italy.

- SDDT report*, Proceedings of the ACM SIGFIDET Conference on Data Description, Access and Control, November 1972, USA.
- Skupiński M., Bytnerowicz K., Kossowski Z., *Dokumentacja techniczna systemu Technologia Voluminów Dokumentacyjnych*, Warszawa, Instytut Maszyn Matematycznych 1975.
- Staniszki W., *A Comprehensive DBMS – Design and Implementation Principles*, Proceedings of the 1st International Seminar on Data Base Management Systems, 12–15 December 1978, Jaszowiec, Poland.
- Staniszki W., *Skorowidz danych jako narzędzie opisu systemu informatycznego*, materiały z konferencji INFORGRYF 80 Przegląd Projektowania Systemów, Szczecin, TNOiK 1980.
- Staniszki W., *System zarządzania bazą danych RODAN. Architektura i kierunki rozwoju, organizacja obiektowych systemów informatycznych opartych o bazę danych*, TNOiK, Bydgoszcz 1980.
- Staniszki W., *Database Simulator – A Tool for Computer-Aided Data Base Design*, Proceedings of the 3rd International Seminar on Database Management Systems, 3–7 November 1980, Zaborów, Poland.
- Staniszki W., *Architektura systemu zarządzania bazą danych RODAN*, „SZBD RODAN – Wybrane Zagadnienia Architektury”, t. 2, zeszyt specjalny: *Nowości Informatyki*, Warszawa, CPIZI 1980.
- Staniszki W., *Sistema Uprawlejenja Bazoj Danych RODAN*, „Wycislietlnaja Tiechnika Socjalistycznych Stran, Sbornik Statiej” 1983, nr 13.
- Staniszki W., Sacca D., Manfredi F., Mecchia A., *Physical Data Base Design for CODASYL DBMS*, [w:] *Methodology and Tools for Data Base Design*, red. S. Ceri, North-Holland Publishing Company 1983.
- Staniszki W., Kowalewski M., Turco G., Krajewski K., Saccone M., *Network Data Management System – General Architecture and Implementation Principles*, Proceedings of the 3rd International Conference on Engineering Software, 11–13 April 1983, Imperial College of Science and Technology, London, England.
- Staniszki W., Rullo P., Gaudio M., Orlando S., *Probabilistic Approach to Evaluation of Data Manipulation Algorithms in a Codasyl Data Base Environment*, Proceedings of the 2nd International Conference on Databases, September 1983, Churchill College, Cambridge, England.
- Staniszki W., Rullo P., Orlando S., *Transaction Workload Analysis in the Codasyl Database Performance Predictor EOS*, Proceedings of the 6th International Seminar on DBMS, October 1983, Matrafured, Hungary.
- Staniszki W., Kaminski W., Kowalewski M., Mezyk S., Turco G., *Architecture of the Network Management System*, Proceedings of the 3rd International Seminar on Distributed Data-Sharing Systems, March 1984, Parma, Italy, North-Holland Publishing Company 1984.
- Staniszki W., Orlando S., Rullo P., *Performance Oriented Database Design Laboratory*, [w:] *Database Performance*, red. D.A. Bell, Infotech State of the Art Report, London, England, Pergamon Press 1984.
- Staniszki W., *Distributed Database Management, State of the Art and Future Trends*, Proceedings of the 8th International Seminar on DBMS, 1985, Piestany, Czechoslovakia.

- Staniszkis W., *Stan prac i trendy rozwojowe w dziedzinie systemów zarządzania bazą danych*, Szkoła Zastosowań IOPM 85, Kołobrzeg 1985.
- Staniszkis W., *Integrating Heterogeneous Databases*, [w:] *State of the Art Report on Relational Databases*, red. D.A. Bell, London, England, Pergamon Press 1986.
- Staniszkis W., *Multidatabase Systems – Architecture and Application Principles*, Proceedings of the IFIP T.C. 8th Conference on Governmental Systems, September 1987, Budapest, North-Holland Publishing Company 1987.
- Staniszkis W., *Extensible Object-oriented Database Systems*, Proceedings of the SOFSEM 88 Seminar, November 1988, Malenovice, Czechoslovakia.
- Staniszkis W., *An Overview of the Multidatabase Management Technology*, Computer Networks 89, 27–30 June 1989, Wrocław, Poland.

Zeszyty naukowe

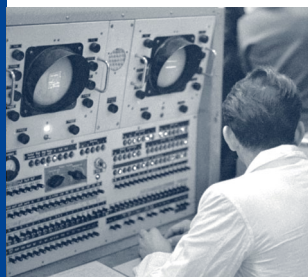
- Anderson M., Staniszkis W., *Systems Development Facility – Design Report*, LOGICA Ltd, London January 1980.
- Dutkowski A., Kaminski W., Kowalewski M., Staniszkis W., *Distributed Query Optimization in DQS*, „CRAI Research Report” 1987, nr 19.
- Projekt architektury Uniwersalnego Systemu Zarządzania Bazą Danych*, red. W. Staniszkis, Warszawa, ZPO R-Polystem styczeń 1975.
- Staniszkis W., *Mechanizmy ochrony danych w systemach zarządzania bazą danych*, seria: Problemy Informatyki, Warszawa, OBRI 1978.
- Staniszkis W., *Notes on Physical Data Base Design*, „CRAI Research Report” 1980, nr 7.
- Staniszkis W., Kowalewski M., Saccone M., Grano A., Turco G., *Network Data Management System – Logical Design*, „CRAI Research Report” 1982, nr 24.
- Staniszkis W., Rullo P., *Transaction Workload Analysis in the Codasyl Data Base Performance Predictor EOS*, „CRAI Research Report” 1982, nr 16.
- Staniszkis W., Rullo P., Gaudioso M., Orlando S., *Probabilistic Approach to Evaluation of Data Manipulation Algorithms in Codasyl Data Base Environment*, „CRAI Research Report” 1982, nr 17.
- Staniszkis W., Rullo P., Orlando S., *Performance Predictor EOS: An Application*, „CRAI Research Report” 1983, nr 13.

Książki

- Oleński J., Staniszkis W., *Projektowanie Bazy Danych*, Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne 1984.
- Bell D.A., Deen S.M., Staniszkis W., Taylor M.C., *Practical Database Techniques*, London, England, Pitman Publishing 1990.

W czwartek, 23 grudnia 1948 r., w gmachu Fizyki Doświadczalnej przy ul. Hożej w Warszawie, z inicjatywy wybitnego topologa, profesora Uniwersytetu Warszawskiego, dyrektora świeżo organizowanego Państwowego Instytutu Matematycznego (PIM) Kazimierza Kuratowskiego spotkało się kilku przyszłych pionierów elektronicznych maszyn liczących. Byli to, oprócz inicjatora spotkania, profesor Andrzej Mostowski – matematyk zajmujący się głównie logiką matematyczną i algebrą, doktor Henryk Greniewski – matematyk i logik, a także trzech młodzi inżynierowie po studiach na Politechnice Gdańskiej – Krystyn Bochenek, Leon Łukaszewicz i Romuald Marczyński, późniejsi profesorowie.

Profesor Kuratowski podzielił się z zebranymi swoimi wrażeniami z naukowego pobytu w USA. Był pod wrażeniem elektronicznych maszyn liczących, które widział za oceanem, i uważał, że chociaż jedna taka maszyna powinna być zbudowana w naszym kraju. W rezultacie tego spotkania zapadła decyzja o powołaniu w ramach PIM Grupy Aparatów Matematycznych (GAM) w wyżej wymienionym składzie, pod kierunkiem Henryka Greniewskiego.



ISBN 978-83-60810-87-3

