



POLSKA AKADEMIA NAUK
Instytut Badań Systemowych

**ZASTOSOWANIA INFORMATYKI
W NAUCE, TECHNICIE
I ZARZĄDZANIU**

Redakcja:

Jan Studziński
Ludostław Drelichowski
Olgierd Hryniewicz



**ZASTOSOWANIA INFORMATYKI
W NAUCE, TECHNICE I ZARZĄDZANIU**

Polska Akademia Nauk • Instytut Badań Systemowych

Seria: BADANIA SYSTEMOWE

Tom 41

Redaktor naukowy:

Prof. dr hab. Jakub Gutenbaum

Warszawa 2005

**ZASTOSOWANIA INFORMATYKI
W NAUCE, TECHNICE
I ZARZĄDZANIU**

Redakcja:

Jan Studziński

Ludostław Drelichowski

Olgierd Hryniewicz

Książka wydana dzięki dotacji KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH

Książka zawiera wybór artykułów poświęconych omówieniu aktualnego stanu badań w kraju, w zakresie rozwoju modeli, technik i systemów informatycznych oraz ich zastosowań w różnych dziedzinach gospodarki. Kilka artykułów omawia aplikacyjne wyniki projektów badawczych i celowych Ministerstwa Nauki i Informatyzacji.

Recenzenci artykułów:

Dr inż. Lucyna Bogdan
Prof. dr hab. inż. Ludosław Drelichowski
Prof. dr hab. inż. Olgierd Hryniewicz
Dr inż. Edward Michalewski
Dr inż. Grażyna Petriczek
Prof. dr hab. inż. Andrzej Straszak
Dr inż. Jan Studziński

Komputerowa edycja tekstu: Anna Gostyńska

Copyright © Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 2005

Instytut Badań Systemowych PAN
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa

Sekcja Informacji Naukowej i Wydawnictw
e-mail: biblioteka@ibspan.waw.pl

ISBN 83-89475-03-0
ISSN 0208-8029



OPTIMALIZACJA I ZARZĄDZANIE OPERACYJNE MIEJSKIMI SIECIAMI WODOCIĄGOWYMI¹

Jan *STUDZIŃSKI*

Instytut Badań Systemowych, Polska Akademia Nauk
<studzins@ibspan.waw.pl>

Artykuł omawia problemy związane z komputeryzacją krajowych sieci wodociągowych, w tym takie zagadnienia, jak systemy GIS, systemy monitoringu, modele hydrauliczne i algorytmy optymalizacji stosowane w przedsiębiorstwach wodociągowych.

Słowa kluczowe: Komputerowe wspomaganie procesów zarządzania, modelowanie i optymalizacja sieci wodociągowych.

1. Wprowadzenie

Rozwój technik i technologii komputerowych w ostatnich latach powoduje intensyfikację prac badawczo-rozwojowych związanych z informatyzacją przedsiębiorstw wodociągowych. Prace te polegają zwykle na komputeryzacji wybranych zadań realizowanych w przedsiębiorstwie wodociągowym, takich jak wizualizacja grafu sieci kanalizacyjnej, monitorowanie stanu pracy oczyszczalni ścieków czy obliczenia hydrauliczne sieci wodociągowej (Brdyś, i in. 2002; Denczew, 2002; Konarczak, 2004; Wedel, 1998). Zaletą takich działań jest usprawnianie i przyspieszenie określonych czynności wykonywanych w przedsiębiorstwie, natomiast wadą jest traktowanie komputeryzowanych zadań w sposób autonomiczny i izolowany, chociaż w rzeczywistości tworzą one kompleks czynności mniej lub bardziej ze sobą powiązanych.

Dlatego ostatnie kilka lat, to modyfikacja takiego postępowania polegająca na opracowywaniu kompleksowych systemów informatycznych dla przedsiębiorstw wodociągowych, integrujących realizację różnych i zależnych od siebie zadań. Takie systemy mają na ogół budowę modułową, przy czym poszczególne moduły wykonują różne zadania korzystając z centralnej branżowej bazy danych tworzonej dla sieci wodociągowej, sieci kanalizacyjnej lub oczyszczalni ścieków. Wymienione obiekty wchodziły zwykle w skład typowego przedsiębiorstwa wodociągowego, stanowiąc podsystemy złożonego miejskiego systemu wodno-ściekowego. Podstawowe moduły współcześnie tworzonych systemów informatycznych, to mapa numeryczna do wizualizacji obiektu, system monitoringu do zbierania i archiwizacji

¹ Praca wykonana w ramach projektu badawczego MNiI nr 3T11A01026.

pomiarów oraz model matematyczny do symulacji badanego procesu. Branżowa baza danych jest źródłem danych obliczeniowych dla wszystkich wymienionych modułów.

Początkowo opracowywane systemy informatyczne dla przedsiębiorstw wodociągowych realizowały przede wszystkim funkcje informacyjne (pasywne), polegające na informowaniu operatorów danego procesu o jego stanie, na przykład operatora sieci wodociągowej o przepływach i ciśnieniach wody w sieci. Ostatnio jednak funkcje systemów informatycznych są rozbudowywane o zadania optymalizacji i sterowania powodując, że funkcjonowanie systemu wpływa aktywnie na zarządzanie przedsiębiorstwem. Jest to możliwe dzięki włączeniu w strukturę systemu informatycznego modeli matematycznych komputeryzowanych procesów oraz algorytmów obliczeniowych, zwykle w postaci oddzielnych modułów wykonujących zróżnicowane zadania, takie jak symulacji procesu, prognozowanie, optymalizacja i sterowanie. Jest to koncepcja komputeryzacji przedsiębiorstwa wodociągowego, której celem jest zarządzanie przedsiębiorstwem za pomocą specjalizowanych modeli matematycznych.

Największy postęp osiągnięto dotychczas przy informatyzacji sieci wodociągowych (Straubel i Holznaegel, 1998; Straubel i Studziński, 2000; Studziński i in., 2005).

2. Miejska sieć wodociągowa

Podstawowe zadania przedsiębiorstwa wodociągowego dotyczące sieci wodociągowej są następujące:

- produkcja i dystrybucja wody pitnej,
- zapewnienie żądanej jakości, ilości i ciśnienia wody w punktach jej obioru,
- energooszczędna eksploatacja sieci (sterowanie pompami),
- minimalizacja strat wody (redukcja liczby awarii),
- rewitalizacja sieci (wymiana rur i aparatury sieciowej),
- projektowanie sieci (modernizacja i rozbudowa).

Miejska sieć wodociągowa jest złożonym obiektem, który można opisać za pomocą następujących charakterystycznych własności:

- występowanie kilku źródeł zasilania,
- duża wydajność nominalna,
- duże obciążenie średnie,
- duże rozmiary,
- duża liczba obiektów sterowania,
- skomplikowana struktura geometryczna,
- duża liczba użytkowników,

- zróżnicowana struktura materiałowa,
- niekorzystna struktura wiekowa sieci,
- duża awaryjność sieci,
- duże straty wody.

3. Stan informatyzacji krajowych przedsiębiorstw wodociągowych

Obecny stan informatyzacji w krajowych przedsiębiorstwach wodociągowych jest na ogół zły. Powodem tej oceny jest (Kaczmarek, 2004):

- brak w przedsiębiorstwach kompletnych map numerycznych sieci wodociągowych dostosowanych do współpracy z modelami hydraulicznymi sieci
- brak systemów monitoringu umożliwiających prawidłową kalibrację i weryfikację modeli hydraulicznych
- brak dokładnych modeli hydraulicznych i programów optymalizacji, w tym w szczególności optymalizacji wielokryterialnej
- brak integracji i współpracy między poszczególnymi programami
- brak współpracy i koncepcji współpracy między przedsiębiorstwami wodociągowymi i także innymi branżami sieciowymi, co umożliwiłoby wymianę doświadczeń w zakresie informatyzacji
- brak odpowiedniej wiedzy w przedsiębiorstwach o obecnych dużych możliwościach programów i systemów komputerowych.

Obecne typowe działania związane z informatyzacją sieci wodociągowych polegają na samodzielnym i wybiórczym uruchamianiu niezależnie działających programów, takich jak systemy informacji przestrzennej GIS, systemy monitoringu czy modele hydrauliczne. Jednocześnie jest już jednak możliwe i celowe uruchamianie złożonych komputerowych systemów wspomaganie decyzji operatora sieci wodociągowej. (Straubel i Studziński, 2000).

Podstawowe elementy takiego kompleksowego systemu komputerowego są następujące:

- branżowa baza danych,
- mapa numeryczna sieci wodociągowej,
- system monitoringu,
- model hydrauliczny z algorytmami optymalizacji.

Z kolei podstawowe funkcje systemu polegają na:

- komputerowej wizualizacji sieci wodociągowej,
- symulacji pracy sieci,
- optymalizacji pracy sieci,
- sterowaniu pompami i napełnianiem zbiorników wyrównawczych.

4. Branżowa baza danych i mapa numeryczna

Branżowa Baza Danych (BBD) jest źródłem technicznych, technologicznych i eksploatacyjnych informacji o sieci. Opracowanie BBD polega na:

- zdefiniowaniu typów obiektów sieci wodociągowej; są one następujące:
 - przewód wodociagowy
 - węzeł sieci, przy czym wśród węzłów wyróżnia się:
 - źródło: pompownia, przepompownia, zbiornik
 - węzeł końcowy: odbiorca – przyłącze
 - węzeł montażowy
 - węzeł pomiarowy
 - aparatura sieci, przy czym wyróżnia się: pompę, zasuwę, reduktor, zawór zwrotny
- zdefiniowaniu atrybutów obiektów; są one następujące:
 - dla przewodu: długość, średnica, materiał, wiek
 - dla węzła: ciśnienie i rozbiór wody, współrzędne
 - dla pompy: typ, charakterystyka, producent
 - dla zbiornika: wymiary geometryczne
 - dla zasuw, reduktora, zaworu: stan pracy i charakterystyka obiektu.

Program nazywany mapą numeryczną służy do generowanie grafu sieci wodociągowej. Jego podstawowe zadania, to:

- wizualizacja sieci na monitorze komputera
- stworzenie możliwości wykonywania obliczeń hydraulicznych do symulacji i optymalizacji sieci.

Programy mapy numerycznej dla sieci wodociagowych są opracowywane na bazie systemów informacji przestrzennej (GIS). Jednak te systemy w wersji standardowej (na przykład ArcInfo firmy ESRI lub GEOMEDIA firmy Intergraph) są przeznaczone do komputerowej wizualizacji map terenowych, natomiast nie potrafią tworzyć grafów sieci wodociagowych użytecznych dla celów obliczeniowych i dokonywania tematycznych analiz ilościowych. Oznacza to, że za pomocą standardowego systemu GIS można uzyskać na monitorze komputera cyfrowy obraz sieci wodociagowej taki, jaki jest przedstawiony na mapie geodezyjnej sieci (tak zwany graf geodezyjny) i który kwalifikuje się jedynie do analiz jakościowych.

Aby umożliwić wykorzystanie mapy numerycznej sieci wodociagowej również do celów obliczeniowych, należy rozbudować standardowy system GIS o dodatkowe programy narzędziowe, które dostosują go do wymagań przedsiębiorstwa wodociagowego i uczynią z niego odpowiednią aplikację branżową.

Podstawowe dodatkowe programy narzędziowe służą do realizacji następujących zadań (Studziński i in., 2005):

- przyrostowa aktualizacja danych opisujących sieć wodociągową (aktualizacja grafu geodezyjnego sieci)
- poprawianie topologii grafu geodezyjnego sieci (eliminacja nieciągłości występujących na rysunku sieci na mapie geodezyjnej; w wyniku otrzymuje się graf topologiczny sieci)
- generowania węzłów sieci nie umieszczanych na mapach geodezyjnych (w wyniku otrzymuje się graf hydrauliczny sieci umożliwiający wykonywanie obliczeń hydraulicznych)
- eksport i import danych z i do BDD za pomocą plików buforowych (dla umożliwienia współpracy między programem mapy numerycznej i programami zewnętrznymi, na przykład modelem hydraulicznym sieci wodociągowej).

Miejska sieć wodociągowa składa się z wielu tysięcy odcinków i węzłów, które generują odpowiednio wielką liczbę równań opisujących model sieci. W rezultacie wykonywanie obliczeń hydraulicznych dla grafu sieci uwzględniającego wszystkie odcinki i węzły wymagałoby bardzo długich czasów obliczeniowych i jest praktycznie niewykonalne i także niepotrzebne.

Dlatego jest celowe opracowanie i włączenie do programu mapy numerycznej algorytmów umożliwiających generowanie grafów hydraulicznych sieci wodociągowej trzech rodzajów. Są one następujące;

- graf maksymalny – przedstawiający rzeczywistą strukturę sieci ze wszystkimi węzłami i odcinkami i służący do jej wizualizacji
- graf uproszczony – przedstawiający sieć bez węzłów o rozmiarach wody mniejszych od zadanej wartości, które zostały odpowiednio zagregowane; służy do poglądowych obliczeń całej sieci wodociągowej
- graf mieszany – przedstawiający wybrany fragment sieci w postaci maksymalnej a pozostałą część sieci w postaci uproszczonej; służy do dokładnych obliczeń hydraulicznych wybranego fragmentu sieci.

5. System monitoringu

Monitoring sieci wodociągowej służy do zbierania i gromadzenia rzeczywistych i bieżących informacji o pracy i stanie sieci. Pomiarzy z monitoringu są używane do kalibracji i weryfikacji modelu hydraulicznego sieci.

Opracowując system monitoringu dla sieci wodociągowej należy rozwiązać następujące zadania:

- dokonać wyboru punktów pomiarowych (ze względu na koszty liczba punktów powinna być możliwie mała a ich lokalizacja taka, aby

dostarczały możliwe obszernej informacji o stanie sieci; jest o zasadniczo zadanie optymalizacji wielokryterialnej),

- dokonać wyboru urządzeń pomiarowych (są to przepływomierze i ciśnieniomierze),
- wykonać instalację urządzeń pomiarowych (wykonanie i realizacja projektów studzienek pomiarowych, szaf sterowniczych, zasilania energetycznego),
- dokonać wyboru rodzaju transmisji danych (możliwe opcje: telemetria, telefonia komórkowa, transmisja radiowa),
- ustalić zasady transmisji danych (w sposób ciągły lub okresowo z doбором czasów transmisji),
- dokonać wyboru programu archiwizacji i wizualizacji danych (dostępne programy, to między innymi: iFIX, InTouch, Genesis, Lookout, Wizcon, ProTool, Procon, Wince, RSView).

Pilotową realizację systemu monitoringu wykonano na fragmencie sieci wodociągowej w Rzeszowie, obejmującym około 10 % całej sieci. Opracowując ten system przyjęto następujące ustalenia (Studziński i in., 2005):

- wybór punktów pomiarowych: przyjęto punkty minimalnych i maksymalnych ciśnień w występujących w sieci dwóch strefach zasilania; ustalono:
 - 9 węzłów pomiarowych na sieci,
 - 1 węzeł zbierający informacje na stacji operatorskiej;
- wybór urządzeń pomiarowych; przyjęto ustalenia:
 - w 5 węzłach wykonuje się pomiary ciśnienia i przepływów wody,
 - w 4 węzłach wykonuje się pomiary ciśnienia;
- wybór rodzaju transmisji danych: za pomocą telefonii komórkowej GSM;
- ustalenie zasad transmisji danych; przyjęto ustalenia:
 - gromadzone dane przechowuje się w pakietach z okresów 15-minutowych,
 - rutynowy przesył danych odbywa się 3 razy na dobę w godzinach: 6:00, 14:00, 22:00,
 - jest możliwość podawania bieżących informacji o stanie pracy na żądanie operatora,
 - w przypadku wystąpienia nietypowego zdarzenia (uszkodzenie szafy sterowniczej, przekroczenie zakresu pomiarowego, zmiana kierunku przepływu) jest przesyłana do operatora odpowiednia informacja alarmowa;
- wybór programu archiwizacji i wizualizacji: wybrano system wizualizacji sieci wodociągowej Procon.

6. Model hydrauliczny i symulacja sieci

Model hydrauliczny sieci wodociągowej służy do obliczania przepływów wody w przewodach i ciśnień w węzłach sieci. Model sieci wodociągowej jest opisany liniowymi i nieliniowymi równaniami algebraicznymi stanowiącymi odpowiedniki równań Kirchhoffa dla sieci elektrycznej.

Przy obliczaniu modelu hydraulicznego sieci wodociągowej występują zwykle dwa problemy związane z (Studzinski, 2004):

- wyborem kombinacji pierścieni do formułowania równań nieliniowych
- wyborem algorytmu rozwiązywania równań nieliniowych.

Wybór kombinacji pierścieni istotnie wpływa na wyniki obliczeń. Jednym z możliwych rozwiązań jest wybór takiej kombinacji, dla której liczba uwzględnionych w niej odcinków jest najmniejsza.

Z kolei istnieją dwa podejścia do rozwiązywania równań modelu. Jedno z nich polega na traktowaniu wszystkich równań jako jednego układu algebraicznych równań nieliniowych i rozwiązywaniu tego układu przy użyciu odpowiednich metod numerycznych, na przykład metody Newtona-Raphsona. Drugie podejście polega na wykorzystaniu specyficznej postaci równań nieliniowych wynikającej z równań Kirchhoffa i rozwiązywaniu układu równań nieliniowych za pomocą algorytmów specjalizowanych.

To drugie podejście jest stosowane w Polsce i jednym ze stosowanych wówczas algorytmów jest algorytm Crossa.

Istnieją w kraju autorskie programy obliczeń hydraulicznych sieci wodociągowych, które są mało przyjazne dla użytkowników innych niż ich autorzy i jednocześnie nie zawierają algorytmów optymalizacyjnych. Dlatego zdecydowano się opracować w Instytucie Badań Systemowych PAN własny program obliczeń hydraulicznych, napisany w języku DELPHI i charakteryzujący się następującymi własnościami:

- program posiada rozbudowany edytor graficzny,
- rozbiory węzłowe w sieci są zadawane w postaci miesięcznych rozbiorów średnich lub w postaci rozkładów godzinowych,
- program posiada wbudowany algorytm optymalizacji jednokryterialnej do poprawy ciśnień w węzłach końcowych sieci.

7. Optymalizacja i sterowanie

Do prac projektowych związanych z rekonstrukcją i rozbudową sieci wodociągowych oraz do sterowania pracą sieci stosuje się metody optymalizacji statycznej. Istnieją zatem dwa podstawowe zadania optymalizacji, to znaczy projektowanie i sterowanie siecią, oraz dwa podstawowe zadania projektowania, to znaczy rekonstrukcja i rozbudowa sieci wodociągowej.

Projektowanie sieci wodociągowej oznacza taki dobór jej parametrów technicznych względnie także struktury, aby były spełnione określone wymagania techniczne, technologiczne i ekonomiczne związane z eksploatacją sieci.

Istnieją dwie metody projektowania automatycznego sieci wodociągowej, z wykorzystaniem symulacji i optymalizacji sieci, przy czym w przypadku optymalizacji można stosować metody optymalizacji jednokryterialnej i optymalizacji wielokryterialnej.

Projektowanie sieci za pomocą symulacji komputerowej charakteryzuje się następującymi własnościami:

- dobór zmienianych parametrów sieci jest dokonywany arbitralnie,
- obliczenia symulacyjne sieci są wykonywane za pomocą modelu hydraulicznego,
- ocena wyników symulacji odbywa się również arbitralnie,
- obliczenia symulacyjne sieci powtarza się dla różnych wybieranych arbitralnie wariantów zmian parametrów,
- projektant dokonuje wyboru najlepszego rozwiązania spośród wielu wyników symulacji komputerowej.

Oceniając metodę projektowania za pomocą symulacji komputerowej należy stwierdzić, że jest ona pracochłonna, czasochłonna i niepewna, ponieważ w bardzo dużym stopniu zależy od arbitralnych decyzji projektanta.

Z kolei projektowanie sieci wodociągowej za pomocą metod optymalizacji charakteryzuje się następującymi własnościami:

- dobór zmienianych parametrów sieci odbywa się w sposób automatyczny,
- w sposób arbitralny dokonuje się doboru ograniczeń dla zmienianych parametrów sieci,
- ocena i wybór najlepszego rozwiązania są dokonywane automatycznie.

Oceniając sposób projektowania za pomocą metod optymalizacji można stwierdzić, że jest on wygodny, szybki i pewny, ponieważ w małym stopniu zależy od decyzji projektanta a jedynie od obiektywnych wcześniej ustalonych kryteriów jakości.

Jednak istnieją istotne różnice w jakości otrzymywanych rozwiązań w zależności od tego, czy stosuje się w obliczeniach metody optymalizacji jednokryterialnej czy wielokryterialnej. Optymalizacja jednokryterialna ma następujące własności:

- ocena wyników obliczeń odbywa się na podstawie jednego kryterium jakości (celu),
- pojedyncze kryterium jakości ma charakter kosztowy lub techniczny,
- w sposób arbitralny ustala się ograniczenia dla obszaru poszukiwań rozwiązania zadania optymalizacji.

W wyniku obliczeń otrzymuje się pojedyncze optymalne rozwiązanie zadania w bardzo jednak ograniczonym obszarze poszukiwań.

Zupełnie inna sytuacja zachodzi w przypadku optymalizacji wielokryterialnej, która ma następujące własności:

- ocena wyników obliczeń odbywa się na podstawie kilku kryteriów celu,
- kryteria celu mogą mieć charakter kosztowe, techniczny i technologiczny.

W wyniku obliczeń otrzymuje się zbiór wielu quasi-optymalnych rozwiązań, z których już w sposób arbitralny dokonuje się wyboru najlepszego rozwiązania.

Porównanie obu metod optymalizacji pokazuje, że w przypadku optymalizacji jednokryterialnej uzyskuje się bardzo ograniczony zakres podejmowanych decyzji.

Zadanie sterowania siecią wodociagową polega na opracowaniu takiego scenariusza pracy pomp oraz napełniania i opróżniania zbiorników wyrównawczych, aby zapewnić zadane zmienne rozbiory wody w węzłach końcowych przy minimalnych kosztach eksploatacyjnych i prawidłowych parametrach pracy sieci.

Zadanie to rozwiązuje się również przy użyciu optymalizacji wielokryterialnej. Jego rozwiązanie wymaga znajomości rozkładów godzinowych rozborów wody w węzłach końcowych sieci w okresie 1 doby oraz sformułowania odpowiednich kryteriów jakości do optymalizacji. Kryteria te mogą być na przykład następujące:

- maksymalna różnica między zadaniem i obliczonym ciśnieniem w węzłach końcowych (min),
- suma dobowego zużycia energii przez pompy (min),
- maksymalna liczba włączeń/wyłączeń pompy (min),
- maksymalne ciśnienie pompowania ustalone dla pompy (min),
- minimalna szybkość przepływu wody w przewodach (max),
- łączna wymiana wody w zbiornikach sieci (max).

W wyniku obliczeń otrzymuje się zbiór scenariuszy pracy pomp i napełniania oraz opróżniania zbiorników, z których operator sieci wybierze najlepszy do realizacji, kierując się przy tym własnymi już arbitralnymi preferencjami.

8. Komputerowo wspomagane zarządzanie siecią wodociagową

W IBS PAN opracowano system informatyczny do zarządzania siecią wodociagową. System ten został uruchomiony w wodociagach rzeszowskich (Studziniński i in., 2005).

Funkcje tego systemu są następujące:

- wizualizacja komputerowa sieci wodociagowej,

- wykonywanie analiz przestrzennych i tematycznych na podstawie danych graficznych i opisowych,
- monitoring sieci,
- generowanie grafów sieci dla programu obliczeń hydraulicznych,
- symulacja pracy sieci,
- optymalizacja (jednokryterialna) sieci (z kryterium technicznym jakości minimalizującym uchyby ciśnienia od wartości zadanych w węzłach końcowych),
- generowanie scenariuszy sterowania siecią.

Opracowany system nie uwzględnia realizacji funkcji administracyjno-finansowych. Celowość ich uwzględniania wynikała po stwierdzeniu, że w przedsiębiorstwie wodociągowym użytkuje się szereg programów o takim charakterze, które korzystają z danych stosowanych w obliczeniach technicznych względnie generują dane wykorzystywane w tych obliczeniach. Są to następujące programy:

- obsługa finansowo-księgowa przedsiębiorstwa (rejestracja odbiorców wody),
- rejestracja rozbiorów wody,
- wydawanie warunków technicznych (projekty techniczne związane z remontami i rozbudową sieci wodociągowej),
- obsługa odbiorów technicznych (protokoły powykonawcze związane z remontami i rozbudową sieci wodociągowej),
- obsługa gospodarki wodno-ściekowej (rejestracja produkcji wody),
- obsługa awarii i przeglądów eksploatacyjnych sieci wodociągowej.

Uwzględniając rozbudowę opracowanego systemu o wymienione aplikacje, można stworzyć koncepcję systemu informatycznego do kompleksowego zarządzania siecią wodociągową. Można w nim wydzielić pewne podsystemy realizujące zadania względnie wspomagające działania wykonywane obecnie przez wydzielone działy przedsiębiorstwa wodociągowego.

9. Koncepcja rozwoju systemów informatycznych dla przedsiębiorstw wodociągowych

Zostało już wspomniane, że obecnie opracowywane systemy informatyczne dotyczą jedynie wybranych podsystemów miejskiego systemu wodno-ściekowego, a więc sieci wodociągowej, oczyszczalni ścieków i rzadziej sieci kanalizacyjnej. Wydaje się, że przyszły rozwój systemów informatycznych dla potrzeb przedsiębiorstw wodociągowych powinien iść w kierunku tworzenia systemów kompleksowych, obejmujących swym działaniem cały złożony system wodno-ściekowy w mieście. W takim systemie informatycznym poszczególne podsystemy

miejskiego systemu wodno-ściekowego stanowiłyby szeregowo połączone elementy całego ciągu technologicznego poboru, uzdatniania i dystrybucji wody pitnej oraz transportu i oczyszczania ścieków a także związanej z tym utylizacji i gospodarki osadów pościekowych.

Koncepcja takiego złożonego systemu umożliwi kompleksową komputeryzację całego miejskiego systemu wodno-ściekowego. Poszczególne podsystemy złożonego systemu informatycznego zajmują się obsługą:

- poboru i uzdatniania wody pitnej
- dystrybucji wody
- transportu ścieków
- oczyszczania ścieków.

Realizacja takich systemów jest już obecnie możliwa, biorąc pod uwagę poziom rozwoju technik komputerowych oraz istniejące i sprawdzone modele sieci wodociągowych, sieci kanalizacyjnych i oczyszczalni ścieków.

Literatura

- Brdyś M., Duzinkiewicz K., Chang T., Polycarpou M., Wang Z., Ubek J., Propato (2002) Hierarchical control of integrated quality and quantity in drinking water distribution systems, in: *Technology, Automation and Control of Wastewater and Drinking Water Systems (TiASWiK'02)*, Gdańsk-Sobieszewo, 41-60.
- Denczew S. (2002) Realization of the monitoring of water distribution systems – an important condition for a correct supervision of its functioning, in: *Technology, Automation and Control of Wastewater and Drinking Water Systems (TiASWiK'02)*, Gdańsk-Sobieszewo, 99-103.
- Kaczmarska D. (2004) Stan komputeryzacji wybranych wodociągów krajowych w zakresie systemów monitoringu, mapy numerycznej i obliczeń hydraulicznych do celów eksploatacji i prac projektowych sieci wodociągowych. *Raport Badawczy PC 01/2004*, IBS PAN, Warszawa.
- Konarczak K. (2004) *Modelowanie i estymacja dla celów predykcyjnego optymalizującego sterowania biologiczna oczyszczalnia ścieków*. Rozprawa doktorska. Katedra Automatyki PG.
- Straubel R., Holznapel B. (1998) Mehrkriteriale Optimierungen für Planung und Steuerung von Trink- und Abwasser-Verbundsystemen, w: *Problemy monitoringu i automatyzacji oczyszczalni ścieków bytowo-gospodarczych*. PZLiTS, Oddział w Poznaniu, Ustronie Morskie, 30-42.
- Straubel R., Studziński J. (2000) Computer aided planing and operating of the water networks in Koenigs-Wusterhausen and Rzeszow, in: *Proceedings of 4th International Conference in Water Supply and Quality*, Ed. M.M. Sozański, Kraków, 43-54.
- Studziński J. (2004) Entwicklung von Modellen und Algorithmen zur Simulation und Optimierung von komplexen Wassernetzen, in: (A. Gnauck Hrsg.) *Theorie von Modellierung von Oekosystemen. Berichte aus der Umweltinformatik*. Shaker Verlag, Aachen (w druku).

- Studziński J., Karczmarska D., Popek J. (2005) Uwagi o wdrożeniu, eksploatacji i propozycjach rozbudowy GIS-Geomedia w wodociągach rzeszowskich, w: *Eksploatacja wodociągów i kanalizacji: GIS, modelowanie i monitoring w zarządzaniu systemami wodociagowymi i kanalizacyjnymi*. PZLiTS, Warszawa, 117-128.
- Wedel K. (1998) Zur mehrkriterialen Optimierung für die Planung von Abwassernetzen, w: *Problemy monitoringu i automatyzacji oczyszczalni ścieków bytowo-gospodarczych*. PZLiTS, Oddział w Poznaniu, Ustronie Morskie, 43-58.

OPTIMIZATION AND OPERATIVE MANAGEMENT OF COMMUNAL WATER NETWORKS

In the paper some problem concerning the computerization of Polish water networks and especially such the topics like GIS, monitoring systems, hydraulic models and optimization algorithms used in the waterworks are described.

Keywords: computer aided management processes, modeling and optimization of water networks.

**Jan Studziński, Ludosław Drelichowski, Olgierd Hryniewicz
(Redakcja)**

**ZASTOSOWANIA INFORMATYKI
W NAUCE, TECHNICE I ZARZĄDZANIU**

Monografia zawiera wybór artykułów dotyczących informatyzacji procesów zarządzania, prezentując bieżący stan rozwoju informatyki stosowanej w Polsce i na świecie. Zamieszczone artykuły opisują metody, algorytmy i techniki obliczeniowe stosowane do rozwiązywania złożonych problemów zarządzania, a także omawiają konkretne zastosowania informatyki w różnych sektorach gospodarki. Kilka prac przedstawia wyniki projektów badawczych Ministerstwa Nauki i Informatyzacji, dotyczących rozwoju metod informatycznych i ich zastosowań.

ISBN 83-89475-03-0

ISSN 0208-8029

**W celu uzyskania bliższych informacji i zakupu dodatkowych egzemplarzy
prosimy o kontakt z Instytutem Badań Systemowych PAN
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa
tel. 837-35-78 w. 241 e-mail: biblioteka@ibspan.waw.pl**