



POLSKA AKADEMIA NAUK
Instytut Badań Systemowych

**ROZWÓJ I ZASTOSOWANIA
METOD ILOŚCIOWYCH
I TECHNIK INFORMATYCZNYCH
WSPOMAGAJĄCYCH PROCESY
DECYZYJNE**

Redakcja:

Jan Studziński
Ludostław Drelichowski
Olgierd Hryniewicz

Jan Studziński, Ludosław Drelichowski, Olgierd Hryniewicz
(Redakcja)

**ROZWÓJ I ZASTOSOWANIA METOD ILOŚCIOWYCH
I TECHNIK INFORMATYCZNYCH WSPOMAGAJĄCYCH
PROCESY DECYZYJNE**

Monografia zawiera wybór artykułów dotyczących informatyzacji procesów zarządzania, prezentując aktualny stan rozwoju informatyki stosowanej w Polsce i na świecie. Zamieszczone artykuły opisują metody, modele, techniki i systemy informatyczne stosowane do wspomaganie procesów podejmowania decyzji, a także omawiają zastosowania narzędzi informatycznych w różnych sektorach gospodarki. Kilka prac przedstawia wyniki projektów badawczych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, dotyczących rozwoju metod informatycznych i ich zastosowań.

ISBN 83-894-7506-5
9788389475060
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

**ROZWÓJ I ZASTOSOWANIA
METOD ILOŚCIOWYCH
I TECHNIK INFORMATYCZNYCH
WSPOMAGAJĄCYCH PROCESY
DECYZYJNE**

Redakcja:

Jan Studziński

Ludosław Drelichowski

Olgierd Hryniewicz

Wydanie tej publikacji było możliwe dzięki pomocy finansowej
MINISTERSTWA NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO.

Książka zawiera wybór artykułów poświęconych omówieniu aktualnego stanu badań w kraju w zakresie rozwoju i zastosowań metod, modeli, technik i systemów informatycznych w procesach podejmowania decyzji. Kilka artykułów przedstawia rezultaty projektów badawczych finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego i realizowanych przez polskie instytucje badawcze.

Recenzenci:

Prof. Olgierd Hryniewicz

Prof. Andrzej Straszak

Dr hab. Jan Studziński

Komputerowa edycja tekstu: Anna Gostyńska

© Instytut Badań Systemowych, Warszawa 2006

Wydawca: Instytut Badań Systemowych PAN
Newelska 6, PL 01-447 Warszawa

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

ISBN 83-894-7506-5

9788389475060

ISSN 0208-8029



**ROZWÓJ I ZASTOSOWANIA
METOD ILOŚCIOWYCH I TECHNIK
INFORMATYCZNYCH
WSPOMAGAJĄCYCH PROCESY
DECYZYJNE**

Instytut Badań Systemowych • Polska Akademia Nauk
Seria: Badania Systemowe
Tom 49

Redaktor Naukowy:
Prof. Jakub Gutenbaum

Warszawa 2006



INFORMATYCZNY SYSTEM WSPOMAGANIA DECYZJI DO ZARZĄDZANIA, STEROWANIA OPERACYJNEGO I PLANOWANIA MIEJSKIEGO SYSTEMU WODNO-ŚCIEKOWEGO

Jan STUDZIŃSKI, Lucyna BOGDAN

Instytut Badań Systemowych, Polska Akademia Nauk

<studzins@ibspan.waw.pl>

Streszczenie: Artykuł przedstawia koncepcję informatycznego systemu wspomaganie decyzji dla miejskiego przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego. Dotychczasowy stan informatyzacji krajowych wodociągów jest zły. Planowany system informatyczny ma na celu poprawę tego stanu. Jest on przeznaczony do optymalizacji, sterowania i projektowania poszczególnych obiektów miejskiego systemu wodno-ściekowego na podstawie ich modeli matematycznych, i do kompleksowego zarządzania całym systemem. Zarządzanie przedsiębiorstwem wodociągowym jest trudnym i kompleksowym procesem. Tworzenie narzędzia informatycznego wspomagającego zarządzanie złożonym systemem wodno-ściekowym polega – w planowanym ujęciu – na opracowaniu modeli matematycznych i algorytmów realizujących zadania wykonywane obecnie przez kadrę inżynierską przedsiębiorstwa wodociągowego, stworzeniu mechanizmów bezpiecznej wymiany informacji pomiędzy różnymi algorytmami oraz zapewnieniu wybranym użytkownikom systemu jednolitej formy dostępu do jego funkcji.

Słowa kluczowe: Modelowanie matematyczne, optymalizacja, sterowanie, prognozowanie, analiza statystyczna danych, systemy wspomaganie decyzji, systemy wodociągowe, systemy kanalizacyjne, oczyszczalnia ścieków, systemy GIS, systemu monitoringu (rejestracji, transmisji, wizualizacji i archiwizacji danych).

1. Wstęp

W Instytucie Badań Systemowych PAN jest realizowany projekt badawczy, którego celem jest opracowanie i przetestowanie na rzeczywistych obiektach – wybranych przedsiębiorstwach wodociągowych – systemu informatycznego do wspomaganie zarządzania złożonym miejskim systemem wodno-ściekowym. Przyjmuje się, że w skład systemu wodno-ściekowego wchodzi: stacja ujęcia i uzdatniania wody, sieć wodociągowa, sieć kanalizacyjna i oczyszczalnia ścieków.

Planowany system informatyczny składa się ze współpracujących ze sobą modułów, które mogą być wykorzystywane także jako autonomicznie działające

programy. Te moduły, to integrująca wszystkie programy branżowa baza danych, zawierająca informacje techniczne, technologiczne i eksploatacyjne o wszystkich obiektach systemu wodno-ściekowego, modele matematyczne badanych obiektów, służące do obliczeń symulacyjnych i prognozowania, oraz algorytmy optymalizacji wykorzystywane do identyfikacji modeli, usprawniania funkcjonowania obiektów i generowania scenariuszy sterowania w stanach normalnej eksploatacji i w sytuacjach awaryjnych.

Idea takiego kompleksowego systemu informatycznego, obejmującego cały miejski system wodno-ściekowy, powstała w wyniku obserwacji, że poszczególne obiekty zarządzane przez typowe przedsiębiorstwo wodociągowe nie funkcjonują niezależnie a są elementami jednego układu wzajemnie na siebie wpływającymi. Funkcję centralną pełni w tym układzie sieć wodociągowa a jej zmieniające się w czasie obciążenie wpływa na działanie zestawów pompowych w stacji ujęcia wody, na obciążenie hydrauliczne sieci kanalizacyjnej i w rezultacie na jakość pracy oczyszczalni ścieków. Poprawne przewidywanie obciążenia i sterowanie operacyjne siecią wodociagową pozwoli zatem energooszczędnie sterować pompami na ujęciu wody oraz efektywnie sterować procesem technologicznym w oczyszczalni, przygotowując ją odpowiednio wcześniej do przyjęcia określonej ilości ścieków i ładunku zanieczyszczeń.

Taka koncepcja zintegrowanego zarządzania całym systemem wodno-ściekowym nigdzie dotychczas nie jest realizowana i poszczególne obiekty przedsiębiorstwa wodociągowego komputeryzuje się niezależnie, dublując w ten sposób wiele działań i dezintegrując a nie integrując system zarządzania przedsiębiorstwem. Opracowanie planowanego systemu informatycznego usprawni zarządzanie przedsiębiorstwem wodociagowym, zmniejszy koszty eksploatacyjne i poprawi jakość funkcjonowania poszczególnych obiektów.

2. Opis systemu informatycznego

Celem projektu badawczego jest opracowanie informatycznego systemu wspomagania decyzji dla miejskiego przedsiębiorstwa wodociagowo-kanalizacyjnego. Krajowe przedsiębiorstwa wodociągowe są zwykle spółkami urzędu miasta zarządzającymi komunalnymi systemami wodno-ściekowymi, które składają się ze stacji ujęcia wody, sieci wodociągowej, sieci kanalizacyjnej i oczyszczalni ścieków. Te obiekty, zwykle zarządzane niezależnie, są w rzeczywistości szeregowo połączonymi elementami jednego systemu, przy czym sposób funkcjonowania każdego z obiektów wpływa na pracę innych. Dotychczasowy stan informatyzacji krajowych wodociągów jest zły. Na ogół sprowadza się do instalacji niepełnych systemów monitoringu na sieciach wodociagowych i w oczyszczalniach ścieków oraz na opracowywaniu map numerycznych dla sieci wodociagowych. Bardzo rzadko stosuje się modele matematyczne do obliczeń hydraulicznych sieci wodociagowych. Sterowanie pompowniami na ujęciach wody i sieciach wodociagowych oraz

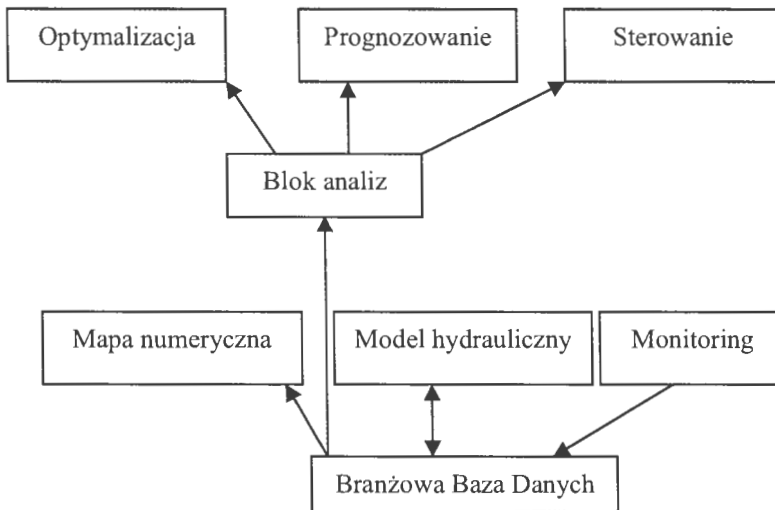
sterowanie napełnianiem zbiorników wyrównawczych w wodociągach i napowietrzaniem ścieków w oczyszczalniach realizują zwykle układy regulacji automatycznej, zapewniające utrzymanie zadanych nastaw regulatorów. Nie stosuje się w przedsiębiorstwach wodociągowych modeli sieci kanalizacyjnych, modeli oczyszczalni ścieków, algorytmów prognozowania, optymalizacji i sterowania operacyjnego umożliwiających optymalne pod względem technicznym i kosztowym zarządzanie poszczególnymi obiektami. Ponadto programy już używane są zwykle eksploatowane niezależnie nie tworząc zintegrowanych systemów wspomagania decyzji.

Planowany system informatyczny ma na celu poprawę tego stanu. Jest on przeznaczony do optymalizacji, sterowania i projektowania poszczególnych obiektów miejskiego systemu wodno-ściekowego na podstawie ich modeli matematycznych i do kompleksowego zarządzania całym systemem. W stacji ujęcia wody podstawowy problem, to energooszczędne sterowanie dużymi zespołami pompowymi zgodnie z przewidywanym obciążeniem sieci wodociągowej. Problemy zarządzania siecią wodociągową dotyczą optymalizacji jej struktury i parametrów, energooszczędnej eksploatacji zapewniającej poprawną dystrybucję wody o odpowiedniej jakości, optymalizacji prac projektowych przy rozbudowie sieci, wykrywania i lokalizacji stanów awaryjnych, opracowywania planów remontów sieci z uwzględnieniem jej awaryjności, kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych, W przypadku sieci kanalizacyjnej podstawowe problemy dotyczą sterowania przepompowniami ścieków i opracowywania planów rewitalizacji sieci. Z kolei w oczyszczalni ścieków kluczowe zagadnienie, to sterowanie napowietrzaniem ścieków w komorach z osadem czynnym oraz sterowanie recyrkulacją ścieków i osadu czynnego. Przy czym sterowania te powinny uwzględniać przewidywany dopływ ścieków surowych i zawartego w nich ładunku zanieczyszczeń.

Przedsiębiorstwo wodociągowe zajmuje się produkcją, dystrybucją i sprzedają wody dobrej jakości w ilości gwarantującej zaspokojenie potrzeb odbiorców, poprawną eksploatacją sieci wodociągowej zapewniającą właściwe ciśnienia w węzłach odbiorczych, eksploatacją sieci kanalizacyjnej w taki sposób, aby nie występowało wylewanie się ścieków ze studzienek ściekowych, sprawnym usuwaniem awarii oraz planowaniem i wykonywaniem prac związanych z konserwacją, modernizacją i rozbudową obu sieci, eksploatacją oczyszczalni ścieków zapewniającą żadaną redukcję związków biogennych w ściekach oczyszczonych. Zarządzanie takim przedsiębiorstwem jest trudnym i kompleksowym procesem. Tworzenie narzędzia informatycznego wspomagającego zarządzanie złożonym systemem wodno-ściekowym polega – w planowanym ujęciu – na opracowaniu modeli matematycznych i algorytmów realizujących zadania wykonywane obecnie przez kadrę inżynierską przedsiębiorstwa wodociągowego, stworzeniu mechanizmów bezpiecznej wymiany informacji pomiędzy różnymi algorytmami oraz zapewnieniu wybranym użytkownikom systemu jednolitej formy dostępu do jego funkcji.

Planowane podstawowe modele i algorytmy, to model zestawu pompowego w stacji wodociągowej; modele hydrauliczne sieci wodociągowej i kanalizacyjnej, model oczyszczalni, algorytmy optymalizacji i sterowania pompowni, obu rodzajami sieci i oczyszczalnią, modele prognozowania obciążenia i awaryjności sieci wodociągowej i kanalizacyjnej, algorytmy napełniania i opróżniania zbiorników wyrównawczych; algorytmy obliczania wieku wody i rozchodzenia się zanieczyszczeń oraz modele jakości wody w węzłach sieci wodociągowej. Programem integrującym wszystkie algorytmy będzie branżowa baza danych zawierająca niezbędne dane techniczne, technologiczne i ekonomiczne dotyczące systemu wodociągowego.

Opracowanie wymienionych modeli, algorytmów i programów komputerowych oraz wykonanie odpowiednich obliczeń symulacyjnych spowoduje, że uzyska się narzędzie istotnie usprawniające zarządzanie miejskim przedsiębiorstwem wodociągowym. Proponowany projekt, ze względu na kompleksowość planowanego systemu oraz oparcie jego działania na modelach matematycznych, ma w kraju i również w Europie charakter pionierski. Po zakończeniu projektu i opracowaniu systemu oczekuje się uzyskania dużych korzyści badawczych, związanych w szczególności z wynikami modelowania i optymalizacji, ekonomicznych, wynikających z energooszczędnej eksploatacji obiektów, i społecznych związanych z efektywnym zarządzaniem przedsiębiorstwem, eliminacją zakłóceń w dostawie wody pitnej dla miasta oraz eliminacją awarii wpływających na zanieczyszczenie środowiska.



Rysunek 1. Struktura systemu wspomagania decyzji dla pojedynczego podsystemu wodno-ściekowego.

3. Realizacja systemu informatycznego

Wykonanie planowanego systemu informatycznego wiąże się z koniecznością wykonania następujących zadań:

1. Opracowanie struktury branżowej bazy danych dla przedsiębiorstwa wodociągowego, obejmującej stację poboru i uzdatniania wody, sieć wodociągową, sieć kanalizacyjną i oczyszczalnię ścieków. Opracowanie bazy danych oznacza zdefiniowanie obiektów występujących w poszczególnych układach systemu wodno-ściekowego, oraz ich atrybutów.

Taka baza danych mogłaby stać się w przyszłości standardem dla przedsiębiorstw wodociągowych, które obecnie tworzą w sposób zupełnie niezależny i arbitralny własne bazy dla poszczególnych zarządzanych przez siebie układów systemu wodno-ściekowego.

2. Opracowanie mapy numerycznej miejskiego systemu wodno-ściekowego, obejmującej wszystkie jego wymienione wyżej układy. Obecnie w przedsiębiorstwach wodociągowych opracowuje się mapy numeryczne głównie sieci wodociągowych, stosując przy tym bardzo różne aplikacje narzędziowe w zależności od posiadanych środków i indywidualnego doświadczenia. Utrudnia to bardzo wymianę doświadczeń między przedsiębiorstwami wodociągowymi i zwiększa w praktyce nakłady finansowe i nakłady pracy poszczególnych przedsiębiorstw.
3. Opracowanie systemu monitoringu dla miejskiego systemu wodno-ściekowego. Opracowanie kompleksowego systemu monitoringu obejmuje takie zagadnienia, jak wybór liczby i lokalizacji punktów pomiarowych, wybór odpowiedniego systemu transmisji danych pomiarowych, wybór mierzonych zmiennych i aparatury pomiarowej oraz wybór odpowiedniej aplikacji do archiwizacji, wizualizacji i przetwarzania danych pomiarowych.

Obecnie w przedsiębiorstwach wodociągowych wprowadza się systemy monitoringu przede wszystkim dla sieci wodociągowych i oczyszczalni ścieków, przy czym w sieciach wodociągowych monitoruje się głównie pracę zestawów pompowych w pompowniach i przepompowniach. Przy tym stosuje się bardzo różne systemy transmisji danych (teletransmisja, telefonia komórkowa, radiomodemy) i różne aplikacje archiwizacji i wizualizacji danych, co ponownie praktycznie uniemożliwia korzystanie z cudzych doświadczeń i w rezultacie podraża koszty wdrożeniowe w przedsiębiorstwie.

4. Opracowanie modeli matematycznych dla poszczególnych układów miejskiego systemu wodno-ściekowego: modelu do symulacji pracy pomp w stacji ujęcia wody, modelu hydraulicznego do wyznaczania przepływów i ciśnień w sieci wodociągowej, modelu hydraulicznego do wyznaczanie przepływów i ciśnień w sieci kanalizacyjnej, modeli hydraulicznych i modelu fizykalnego do symulacji obciążeń hydraulicznych zbiorników i symulacji procesów technologicznych w oczyszczalni ścieków. Opracowane modele będą wykorzystywane w systemie informatycznych do celów symulacji, optymalizacji, sterowania i projektowania

poszczególnych układów systemu wodno-ściekowego, czyli w konsekwencji do zarządzania całym przedsiębiorstwem wodociagowym.

Obecnie praktycznie nie stosuje się w krajowych przedsiębiorstwach wodociagowych modeli matematycznych do celów zarządzania, jedynie w nielicznych przedsiębiorstwach próbuje się wdrażać modele hydrauliczne do symulacji stanów pracy sieci wodociagowych. Modele sieci wodociagowych i oczyszczalni ścieków do celów sterowania, projektowania i prognozowania stosuje się już natomiast zagranicą, na przykład w Niemczech, Holandii, Danii, Norwegii i Wielkiej Brytanii.

5. Opracowanie algorytmów optymalizacji, w tym optymalizacji wielokryterialnej, do identyfikacji sformułowanych wcześniej modeli matematycznych oraz do projektowania i sterowania poszczególnymi układami systemu wodno-ściekowego.

Obecnie nie stosuje się w praktyce eksploatacyjnej krajowych przedsiębiorstw wodociagowych optymalizacji komputerowej do usprawniania realizowanych tam procesów technicznych i technologicznych, między innymi dlatego, że nie stosuje się również modeli matematycznych do sterowania i zarządzania obiektami wodno-ściekowymi. Modele matematyczne sieci wodociagowych czy oczyszczalni ścieków, jeżeli są już stosowane, to na etapie projektowania a nie sterowania operacyjnego. Jednocześnie są wówczas stosowane zwykle algorytmy optymalizacji jednokryterialnej, znacznie prostsze i niestety, również znacznie mniej dokładne. W projekcie planuje się implementację w tworzonym systemie informatycznym programu optymalizacji wielokryterialnej, z technicznymi i ekonomicznymi kryteriami celu oraz z różnymi metodami optymalizacji, od klasycznych metod programowania matematycznego do sieci neuronowych i algorytmów genetycznych. Pozwoli to dopasowywać w przyszłości metodę obliczeniową do rozwiązywanych zadań, których specyfika jest bardzo zróżnicowana: od klasycznej identyfikacji modeli fizykalnych, poprzez optymalizację stanów pracy obiektów, do wyznaczania prognoz i algorytmów sterowania.

6. Opracowanie modeli prognostycznych do prognozowania obciążenia sieci wodociagowej, sieci kanalizacyjnej i oczyszczalni ścieków oraz prognozowania awaryjności sieci wodociagowej i kanalizacyjnej a także opracowanie scenariuszy sterowania stacją ujęcia wody, siecią wodociagową, siecią kanalizacyjną i oczyszczalnią ścieków. Do realizacji tego zadania są niezbędne pomiary z systemów monitoringu, wyznaczone wcześniej modele obiektów oraz opracowane algorytmy optymalizacji. Jest to wobec tego jedno z podstawowych zadań projektu, które wykorzystuje wyniki poprzednich zadań i decyduje o sukcesie całego projektu. Podstawowym celem projektu jest opracowanie narzędzia optymalizującego ze względu na koszty i jakość zarządzanie przedsiębiorstwem wodociagowym a zadecyduje o tym jakość wyznaczonych algorytmów sterowania.

Nie stosuje się obecnie w praktyce wodociagowej sterowania operacyjnego z wykorzystaniem modeli matematycznych a jedyne stosowane sterowanie polega na użyciu układów regulacji automatycznej z ustalonymi nastawami regulato-

rów. Dotyczą one na przykład poziomów wody w zbiornikach wyrównawczych sieci wodociągowej, ciśnienia pompowania w hydroforniach, stężenia tlenu rozpuszczonego w ściekach komór napowietrzanych czy stopnia recyrkulacji osadu czynnego w oczyszczalniach ścieków itp. Rozwiązanie proponowane w projekcie polega na zastosowaniu do zarządzania obiektami przedsiębiorstwa wodociągowego sterowania zmieniającego nastawy regulatorów, to znaczy sterowania realizowanego na dwóch poziomach: na poziomie pierwszym wyznacza się w zależności od warunków zewnętrznych nastawy regulatorów w układach regulacji automatycznej a na poziomie drugim jest już realizowane sterowanie stabilizujące poprzez układy regulacji z ustalonymi nastawami regulatorów.

7. Integracja opracowanych programów do postaci jednolitego kompleksowego systemu informatycznego. Te programy, to branżowa baza danych, mapa numeryczna, system monitoringu, modele matematyczne różnych obiektów realizujące różne zadania: symulacji, prognozowania i sterowania, oraz algorytmy optymalizacji. Jednolity system informatyczny integruje działanie różnych programów, ma budowę modułową a poszczególne moduły współpracują ze sobą za pośrednictwem plików danych importowanych dla celów obliczeniowych i eksportowanych po wykonaniu obliczeń do branżowej bazy danych. Stworzony system informatyczny będzie funkcjonował w sieci wewnętrznej przedsiębiorstwa w konfiguracji wielostanowiskowej z różnymi zadaniami przydzielonymi do różnych stanowisk (wizualizacja, podgląd, wydruk raportów, projektowanie, sterowanie itp.) i ze zróżnicowaną listą priorytetów dostępu.

Takie systemy obecnie w przedsiębiorstwach wodociągowych nie funkcjonują, chociaż są już możliwości techniczne i technologiczne, aby je tworzyć i wdrażać.

8. Testowanie opracowanych programów, zintegrowanego systemu informatycznego oraz wykonywanie niezbędnych eksperymentów pomiarowych (na przykład do kalibracji względnie identyfikacji modeli hydraulicznych sieci wodociągowej i sieci kanalizacyjnej czy modelu fizykalnego oczyszczalni ścieków) w rzeczywistych warunkach pracy przedsiębiorstwa wodociągowego. Wspomniane eksperymenty pomiarowe będą mieć charakter eksperymentów biernych, gdy warunki pracy badanego obiektu nie są zakłócane, oraz eksperymentów czynnych, gdy poprzez zaplanowane działania wpływa się stan pracy obiektu.

Jako obiekty badawcze do testowania opracowanych programów i systemu informatycznego oraz stanowiące źródła danych pomiarowych do obliczeń komputerowych uwzględnia się w projekcie miejskie przedsiębiorstwa wodociągowe w Rzeszowie i w Lublinie.

4. Uwagi końcowe

Realizowane badania dotyczące opracowania i przetestowania kompleksowego systemu informatycznego do wspomagania zarządzania złożonym miejskim systemem wodno-ściekowym mają charakter innowacyjny i w tym zakresie są pionierskie w skali kraju i również w skali międzynarodowej. Opracowane produkty

informatyczne zaadoptowane do potrzeb dwóch dużych przedsiębiorstw wodociągowych mogą stać się podstawą do standaryzacji tych technologii w krajowych przedsiębiorstwach wodociągowych. Rezultatem końcowym proponowanego projektu będzie kompleksowy system informatyczny do zarządzania wszystkimi elementami składowymi miejskiego przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego. Przedsięwzięcia podobnego typu nie były dotychczas realizowane w kraju ani zagranicą. Proponowany system informatyczny będzie pierwszym kompleksowym i wielofunkcyjnym narzędziem znacznie ułatwiającym kierowanie całą infrastrukturą wodno-kanalizacyjną i usprawniającym jej działanie.

Istotnym problemem w rozwoju kraju jest obecna słaba współpraca jednostek badawczych z gospodarką. Nie ma mechanizmów zachęcających sektor prywatny do wspierania prac badawczo-rozwojowych. Niskie nakłady budżetowe oraz brak jasnych priorytetów badawczych skoordynowanych z potrzebami i możliwościami gospodarki doprowadziły do osłabienia infrastruktury badawczej, co w połączeniu z niskimi wynagrodzeniami w nauce spowodowało znaczny odpływ kadry z tego sektora. Celem strategicznym jest rozwijanie konkurencyjnej gospodarki opartej na wiedzy i przedsiębiorczości. Prezentowany projekt badawczy wychodzi naprzeciw tym celom, gdyż jego realizacja opiera się na ścisłej współpracy jednostek badawczych i jednostek gospodarczych.

Zobowiązania w sferze ochrony środowiska stanowią istotną część zapisów Traktatu o Przystąpieniu (ToP) Polski do Unii Europejskiej. Z ToP wynika konieczność realizacji szeregu programów inwestycyjnych i modernizacyjnych ukierunkowanych w szczególności na modernizację lub budowę od podstaw oczyszczalni ścieków i systemów wodociągowo-kanalizacyjnych w celu wypełniania wymogów Ramowej Dyrektywy Wodnej, w tym również redukcji ładunków azotu i fosforu wprowadzanych do wód powierzchniowych. Dodatkowe wyzwania są związane z potrzebą racjonalizacji gospodarowania zasobami wodnymi kraju, które w przeliczeniu na 1 mieszkańca są znacznie mniejsze niż przeciętne w Europie. Realizacja omawianego projektu wychodzi naprzeciw tym wymaganiom, gdyż planowany system informatyczny wspomagający zarządzanie miejskim przedsiębiorstwem wodociągowym i usprawniający funkcjonowanie sieci wodociągowych i kanalizacyjnych oraz oczyszczalni ścieków przyczyni się do lepszego wykorzystania dostępnych zasobów wodnych oraz zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska, w tym w szczególności gruntu (poprzez redukcję awaryjności sieci kanalizacyjnej) i wód powierzchniowych (poprzez zwiększenie efektywności oczyszczania ścieków w oczyszczalni).

W wyniku projektu powstanie system informatyczny do kompleksowego zarządzania wszystkimi obiektami miejskiego przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego. W przyszłości system taki mógłby stać się standardem w firmach zapatrujących mieszkańców w wodę w całym kraju. Dzięki zastosowaniu proponowanego systemu zarówno przedsiębiorstwa wodociągowe, jak i mieszkańcy jako odbiorcy świadczonych przez nie usług, mogą spodziewać się konkretnych korzyści. W przypadku przedsiębiorstw są to: usprawnienie prognozowania zużycia wody oraz procesów podejmowania decyzji, optymalizacja pracy sieci wodociągowo-

kanalizacyjnych, ujęcia wody i oczyszczalni ścieków, szybsze wykrywanie awarii i sprawniejsze ich usuwanie, jak również zapobieganie awariom, minimalizacja strat wody, zintegrowane sterowanie i łatwiejsza kontrola nad wszystkimi procesami zachodzącymi w sieciach, oczyszczalni oraz stacji ujęcia wody. Niesie to z sobą wymierne korzyści finansowe: zmniejszenie wydatków, czyli więcej środków finansowych w budżecie przedsiębiorstwa. W przypadku mieszkańców wzrośnie ich zadowolenie z jakości usług świadczonych przez przedsiębiorstwo (brak przerw w dostawie wody, eliminacja zjawiska tzw. niskiego ciśnienia, poprawa jakości wody, redukcja zanieczyszczenia środowiska: gruntów i wód powierzchniowych). Mniejsze straty przedsiębiorstwa, to także możliwość redukcji cen wody i ścieków, co ma ogromne znaczenie dla indywidualnych użytkowników sieci wodociągowej i kanalizacyjnej.

Bezpośrednimi odbiorcami wyników realizowanego projektu będą miejskie przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne. Innowacyjność planowanego przedsięwzięcia polegająca na podejściu kompleksowym, a nie cząstkowym, znacznie poprawi funkcjonowanie przedsiębiorstwa wodociągowego jako całości, przyniesie korzyści w postaci sprawniejszego zarządzania, prognozowania, planowania, optymalizacji oraz kontroli pracy wszystkich jego obiektów. Tak zarządzane przedsiębiorstwo znacznie zmniejszy koszty wynikające z dotychczasowych dużych strat wody, wysokiej awaryjności sieci wodociągowych i kanalizacyjnych, przerw w dostawach wody i poprawi jakość, przy obniżce cen, świadczonych usług.

COMPUTER AIDED DECISIONS MAKING SYSTEM FOR MANAGEMENT, CONTROL AND PLANING WATER AND WASTEWATER SYSTEMS

Abstract: In the paper a concept of a computer system to improve the management of communal waterworks is presented. The present state of computerization in Polish waterworks is wrong and the computer system planed can change this situation. It is intended for optimizing, control and planning individual under-systems exploited in the waterworks, such as water-network, wastewater-network and wastewater treatment plant, using their mathematical models, and for complex management of the whole water and wastewater system.

Keywords: Mathematical modeling, optimization, control, decisions making systems, GIS, monitoring systems, water and wastewater systems.