

## A HIGH-PERFORMANCE COMPUTING (HPC) BASED INTEGRATED MULTITHREADED MODEL PREDICTIVE CONTROL (MPC) FOR WATER SUPPLY NETWORKS

Krzysztof GASKA<sup>a</sup>, Agnieszka GENEROWICZ<sup>b</sup>, Izabela ZIMOCH<sup>c</sup>, Józef CIUŁA<sup>d</sup>, Zsuzsanna IWANICKA<sup>e</sup>

<sup>a</sup> DSc, PhD Eng.; Institute of Water and Wastewater Engineering, Silesian University of Technology, Konarskiego 18, 44-100 Gliwice, Poland

E-mail address: [krzysztof.gaska@polsl.pl](mailto:krzysztof.gaska@polsl.pl)

<sup>b</sup> DSc, PhD Eng.; Institute of Water Supply and Environmental Protection, Cracow University of Technology, Warszawska 24, 31-155 Cracow, Poland

E-mail address: [agenerowicz@pk.edu.pl](mailto:agenerowicz@pk.edu.pl)

<sup>c</sup> DSc, PhD Eng.; Institute of Water and Wastewater Engineering, Silesian University of Technology, Konarskiego 18, 44-100 Gliwice, Poland

E-mail address: [izabela.zimoch@polsl.pl](mailto:izabela.zimoch@polsl.pl)

<sup>d</sup> PhD Eng.; Nowy Sącz Water Networks Company, 22 Wincentego Pola Street, 33-300 Nowy Sącz

E-mail address: [jozef.ciula@swns.pl](mailto:jozef.ciula@swns.pl)

<sup>e</sup> PhD Eng.; BOŚ S.A. Centrum Korporacyjne w Krakowie, ul. Kalwaryjska 63, 30-504 Kraków

E-mail address: [zsuzsanna.iwanicka@bosbank.pl](mailto:zsuzsanna.iwanicka@bosbank.pl)

Received: 6.07.2017; Revised: 21.09.2017; Accepted: 21.09.2017

### Abstract

The article presents the concept of an intelligent system of multithreaded, hierarchical predictive control of water supply and sewage networks using a parallel computational architecture. The predominant element of the proposed control system over other hitherto functioning systems is the element of predicting future events (MPC model). This feature, combined with the self-learning intelligent control system, not only allows you to react to changes in sensor state, but also anticipate these changes and adjust the system in advance to prepare for predicted situation, which is particularly important in systems with high inertia as extensive water supply and sewage networks. The technologically advanced solutions proposed by the authors, ie the HPC (High Performance Computing) ICT system, including the requesting module allows (by analyzing the space of states and events in real time) to predict future behaviors of individual elements of the system and effectively react to unknown cases, supporting the making of strategic decisions.

### Streszczenie

W artykule przedstawiono koncepcję inteligentnego systemu wielowątkowego, hierarchicznego sterowania predykcyjnego sieciami wodociagowymi i kanalizacyjnymi z wykorzystaniem równoległej architektury obliczeniowej. Zdecydowaną przewagą proponowanego systemu sterowania nad innymi dotychczas funkcjonującymi, jest element przewidywania przyszłych zdarzeń (model MPC). Cecha ta w połączeniu z samouczącym się inteligentnym systemem sterowania pozwala nie tylko reagować bieżąco na zmiany stanu sensorów, ale również przewidywać te zmiany i z odpowiednim wyprzedzeniem korygować działanie systemu przygotowując go na przewidywany rozwój sytuacji, co ma szczególnie duże znaczenie w systemach o dużej bezwładności jak rozległe sieci wodociagowe i kanalizacyjne. Proponowane przez autorów zaawansowane technologicznie rozwiązania, tj. system ICT klasy HPC (High Performance Computing), obejmujący m.in. moduł wnioskujący, pozwala (poprzez analizę przestrzeni stanów i zdarzeń w czasie rzeczywistym) na przewidywanie przyszłych zachowań poszczególnych elementów systemu i skutecznie reagować na nieznane przypadki, wspomagając podejmowanie strategicznych decyzji.

**Keywords:** SMART City; Water distribution systems; Sewerage systems; Predictive models (MPC); Artificial intelligence; GIS; Parallel computing architecture (HPC).