dr inż. Monika Stankiewicz, adiunkt ZPSB,
mgr inż. Bartłomiej Stankiewicz

Zachodniopomorska Szkoła Biznesu w Szczecinie

Narzędzia informatyczne w technologii oczyszczania ścieków na przykładzie oczyszczalni ścieków w gminie Kaczory

Streszczenie

W niniejszym artykule omówiono rolę i możliwości narzędzi informatycznych w technologii oczyszczania ścieków. Celem jest przedstawienie funkcjonalności systemów komputerowych i diagnostycznych w pracy tak zaawansowanych technologicznie obiektów jakim są oczyszczalnie ścieków i korzyści jakie przynosi ich stosowanie, również w odniesieniu do środowiska naturalnego. Na przykładzie oczyszczalni ścieków w gminie Kaczory (powiat pilski) zaprezentowano autorskie rozwiązanie typu SCADA (zaprojektowane specjalnie na potrzeby tego obiektu), jego możliwości i przykładowe wyniki pracy: wizualizacje z systemu monitorowania i sterowania oczyszczalnią ścieków oraz raporty z pracy.

Słowa kluczowe

system sterowania oczyszczalnią ścieków, system monitorowania oczyszczalni ścieków, narzędzia informatyczne w technologii oczyszczania ścieków, system SCADA

Wprowadzenie

Zużycie wody, a co za tym idzie ilość ścieków[1] wytwarzanych przez obiekty infrastruktury i gospodarstwa domowe rośnie z roku na rok. Problem ich unieszkodliwiania jest cały czas aktualny i ważny. Ścieki zawierać mogą bowiem substancje szkodliwe zarówno dla ludzi jak i dla środowiska naturalnego. Mogą (w określonym stężeniu) przyczynić się do skażenia czy pogorszenia panujących w nim warunków biotycznych. Jednym ze sposobów redukcji zanieczyszczeń zawartych w ściekach (zanim trafią one do odbiornika) jest budowa zbiorczych oczyszczalni ścieków. Budowane w oparciu o różnorodne rozwiązania techniczne i technologiczne starają się sprostać krajowym i unijnym wymogom co do jakości oczyszczonych ścieków. Nie jest to jednak zadanie łatwe z uwagi na częstą awaryjność maszyn, urządzeń, aparatury pomiarowej w tego typu obiektach, wpływ (zmiennych) warunków atmosferycznych, wysokie kary finansowe za ewentualną złą jakość odprowadzanych ścieków (niezgodną z parametrami określonymi w pozwoleniach wodnoprawnych), konieczność prowadzenia nieprzerwanie badań w celu zapewnienia bezpieczeństwa ludziom oraz środowisku przyrodniczemu, ograniczoną możliwość porównania wybranej przez siebie technologii ze stosowaną na innym (nawet bardzo podobnym) obiekcie, różnorodność konstrukcyjną samej oczyszczalni oraz trudności w doborze i ocenie skuteczności technologii oczyszczania ścieków[2]. Aby sprostać temu zadaniu oczyszczalnie są coraz częściej przebudowywane, modernizowane, a w technologii oczyszczania ścieków znajdują zastosowanie (autorskie lub komercyjne) narzędzia informatyczne[3].

---

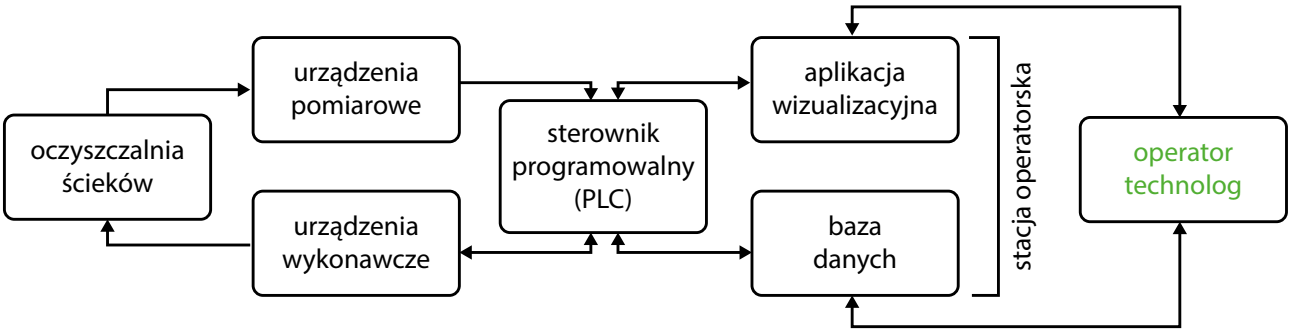
[1] Definicja ze strony https://www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/leksykon-ekologii-i-ochrony-srodowiska/scieki [dostęp: 13.09.2019]: ścieki to „wody zużywane w trakcie działalności człowieka oraz wody pochodzące z opadów i topniejącego śniegu", około 99% ich zawartości to woda, reszta to zanieczyszczenia różnego pochodzenia; ścieki dzieli się na: opadowe (pochodzące z opadów i roztopów z zanieczyszczonych powierzchni), przemysłowe (substancje toksyczne, środki chemiczne, metale ciężkie) i bytowo-gospodarcze (które dzieli się na zawiesiny zawierające często niebezpieczne wirusy i drobnoustroje, związki organiczne, związki chemiczne).

[2] D. Młyński, K. Chmielowski, A. Młyńska, W. Miernik, *Ocena skuteczności pracy oczyszczalni ścieków w Jaśle*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich nr I/1/2016, Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, s. 147–162. Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi.

[3] D. Zdebik, K. Korczak, *Optymalizacja technologii oczyszczania ścieków w aspekcie rozbudowy systemu kanalizacyjnego*. Prace Naukowe GIG Górnictwo i Środowisko. Kwartalnik 1/2010. s. 73–89.

Komputerowe systemy sterowania i monitorowania w oczyszczalniach ścieków

Wielu autorów (m.in.: Dyrcz, Pawlak, Urbaniak) wskazuje, iż z roku na rok w stosunku do automatycznych systemów sterowania maszyn oraz urządzeń przemysłowych stawia się coraz to wyższe wymagania. Powinny one nie tylko spełniać funkcje sterujące (czyli zapewnić prawidłowy przebieg procesu technologicznego), ale również wspomagać obsługę i kontrolę techniczną urządzeń. Stąd, do większych instalacji – takich jak te projektowane w oczyszczalniach ścieków, wybiera się komputerowe systemy sterowania typu SCADA (ang. *Supervisory Control and Data Acquisition*), które umożliwiają nadzór (zbierają dane z maszyn i urządzeń pomiarowych w czasie rzeczywistym, a następnie je archiwizują) i sterowanie procesem technologicznym (poprzez zadawanie parametrów z panelu, reagowanie na wykryte alarmy), wizualizację aktualnych i historycznych danych, jak i zautomatyzowaną analizę jego działania. Systemy te (schemat na rys. 1) powinny charakteryzować się dużą niezawodnością, dzięki czemu możliwe będzie szybkie reagowanie na wszelkie błędy i nieprawidłowości, a to w rezultacie przełoży się na skrócenie czasu postojów w sytuacji awarii poszczególnych podzespołów [4] [5] [6].



Rys. 1. Schemat SCADA

Źródło: https://www.astor.com.pl/poradnikautomatyka/co-to-jest-scada/ [dostęp: 10.09.2019].

Dzięki instalacji systemu SCADA, obiekt, jakim jest oczyszczalnia ścieków może korzystać z szeregu funkcjonalności, tj. (na przykładzie MPGK Krosno)[7]:

1) prosta obsługa obiektów oczyszczalni ścieków z poziomu komputera,
2) monitorowanie stanów alarmowych i możliwość szybkiej reakcji na ich wystąpienie, a także wykrywanie przyczyn awarii (możliwość przeglądania i analizowania wprowadzonych ustawień w zdarzeniach historycznych),
3) możliwość analizy procesów technologicznych i doboru optymalnych ustawień regulatorów, urządzeń wykonawczych itp. (poprzez dostęp do danych historycznych),
4) możliwość wprowadzania zmian w konfiguracji aplikacji (dodawanie nowych zmiennych i obiektów, modyfikowanie aplikacji w trakcie pracy),
5) możliwość generowania dowolnych raportów i przebiegów,
6) ciągły dostęp do aplikacji dla kierownictwa oczyszczalni (dzięki zastosowaniu architektury klient-serwer).

[4] K. P. Dyrcz, M. Pawlak, *Automatyczny system sterowania i monitorowania oczyszczalni ścieków*. Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej nr 66. Studia i Materiały nr 32, 2012, s. 346–353.

[5] https://www.astor.com.pl/poradnikautomatyka/co-to-jest-scada/ [dostęp: 10.09.2019]

[6] A. Urbaniak, *Sterowanie procesami w wodociągach i kanalizacji*.„Wodociągi-Kanalizacja" 12/2012, s. 38–40.

[7] Case study z wdrożenia systemu sterowania i monitorowania oczyszczalni ścieków w MPGK Krosno (wdrożono podsystemy: GE iFIX PLUS SCADA Pack Unlimited I/O, GE iFIX iClient Read Only oraz GE Historian Standard Edition 2500 Pts), http://www.industrial-monitor.pl/studia-przypadkow/482-funkcjonalnosci-systemow-informatycznych-w-procesach-przemyslowych [dostęp: 11.09.2019]

Równolegle z systemami SCADA pracować powinny również systemy diagnostyczne, które odpowiedzialne są za bieżącą ocenę stanu technicznego maszyn i urządzeń poprzez ciągły pomiar ich parametrów. Oba pełnią istotną rolę biorąc pod uwagę, iż znajdujące się w zakładach gospodarki wodno-ściekowej napędy elektryczne (cały czas narażone na szkodliwy wpływ czynników czy to atmosferycznych czy chemicznych) ulegają częstym uszkodzeniom. W związku z tym muszą być wysoce niezawodne i już na etapie projektowania wymagają, jak wskazuje A.Urbaniak,„interdyscyplinarnego podejścia, łączącego wiedzę z zakresu inżynierii środowiska oraz automatyki i informatyki”[8] [9] [10] [11].

Wiele firm zajmujących się projektowaniem i wykonawstwem kompleksowej automatyki oferuje możliwość zakupu gotowego oprogramowania typu SCADA lub na zamówienie. W niniejszym artykule przedstawione zostanie narzędzie zaprojektowane specjalnie dla oczyszczalni ścieków w Kaczorach. Zaprezentowane zostaną wdrożone tam rozwiązania wraz z omówieniem ich funkcjonalności i podsumowaniem efektów pracy po dwóch latach od wdrożenia.

Charakterystyka obiektu – oczyszczalnia ścieków w gminie Kaczory

Modernizację działającej od 1994 roku oczyszczalni ścieków w gminie Kaczory (województwo wielkopolskie) prowadzono od 2015 do 2017 roku (na czas wykonywanych prac obiekt nie był wyłączony z funkcjonowania). Przygotowania do inwestycji trwały kilka lat[12]. Ta jedna z pierwszych w powiecie oczyszczalnia (budowana zgodnie ze wszystkimi ówczesnymi wymogami i standardami), wraz z upływem czasu zaczęła być w kwestii rozwiązań technologicznych przestarzała. Codziennością była tam ręczna obsługa technologicznych obiektów i stała ich kontrola przez pracowników (generująca koszty, zajmująca czas pracy) w celu wykrycia ewentualnych awarii. Nie gromadzono również żadnych danych na temat stanu maszyn, urządzeń czy bezpieczeństwa obiektów. Z czasem koniecznością stało się zwiększenie ilości odbieranych przez nią ścieków oraz dostosowanie do obowiązujących (podwyższonych w stosunku do lat ubiegłych) norm ochrony środowiska i wymogów, które stawiał Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska. W ramach realizowanej przebudowy i modernizacji zaplanowano również wdrożenie informatycznego systemu sterowania i monitorowania procesów technologicznych, który odpowiedziałby na wszystkie potrzeby tego obiektu. Inwestycję ukończono z powodzeniem w 2017 roku i pochłonęła ona blisko 8,5 milionów złotych[13].

Z chwilą zakończenia inwestycji obsługa oczyszczalni uzyskała dostęp do systemu sterowania poprzez stację operatorską (umieszczoną w budynku socjalnym) i oprogramowanie typu SCADA. Sieć Ethernet wykonana za pomocą kabli światłowodowych zapewniła komunikację pomiędzy poszczególnymi jednostkami sterownika a stacją operatorską. Dzięki temu obsługa uzyskała całkowitą kontrolę nad procesami oczyszczania ścieków i może je w dowolny sposób kształtować. W uzasadnionych przypadkach istnieje możliwość zdalnej obsługi systemu (czyli bez konieczności obecności operatora na obiekcie)[14].

Ogólna charakterystyka komputerowego systemu sterowania oczyszczalni ścieków w gminie Kaczory

System sterowania oczyszczalni ścieków w gminie Kaczory w pełni nadzoruje pracę urządzeń technologicznych. Kontrolowane są napędy elektryczne (tj. pompy, dmuchawy, mieszadła, zasuwy i przelewy) pracu-

[8] K. P. Dyrcz, M. Pawlak, op. cit., s. 346–353.

[9] https://www.astor.com.pl/poradnikautomatyka/co-to-jest-scada/ [dostęp: 10.09.2019].

[10] A. Urbaniak, *Sterowanie…*, op. cit., s. 38–40.

[11] A. Urbaniak, *Informatyczne narzędzia monitorowania i sterowania procesami oczyszczania ścieków*. Konferencja Naukowo-techniczna, EKO-TECH, Poznań, luty 2005.

[12] https://www.asta24.pl/2015/09/15/kaczory-inwestuja-w-oczyszczalnie/ [dostęp: 9.10.2017 r.].

[13] https://kaczory.pl/2017/07/21/zmodernizowana-oczyszczalnia-sciekow-w-kaczorach/ [dostęp: 9.10.2017].

[14] B. Stankiewicz, *Nowoczesny system sterowania i monitoringu na przykładzie oczyszczalni ścieków w gminie Kaczory*, Szczecin, 2018, praca dyplomowa, s. 83–92.

jące w trybie sterowania lokalnego lub zdalnego (wyboru trybu pracy napędu można dokonać za pomocą odpowiedniego przełącznika umieszczonego na elewacji konkretnej szafy sterowniczej automatyki).

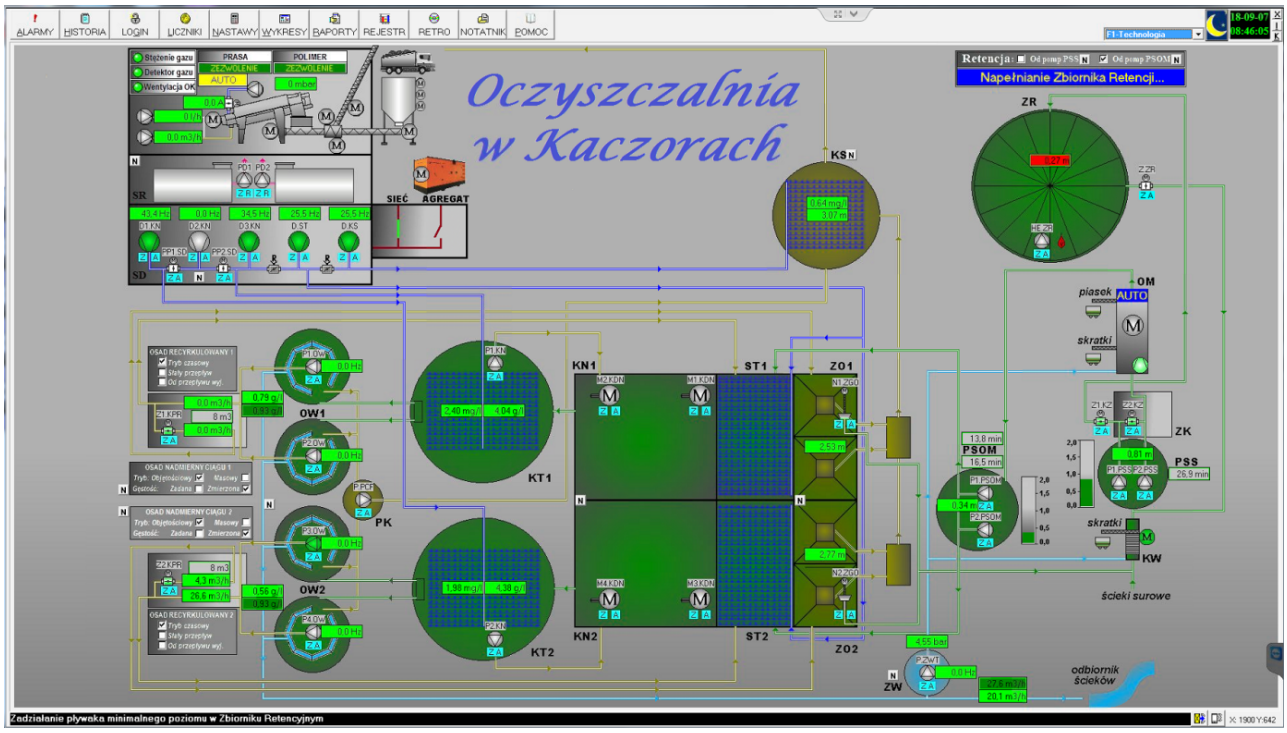
System sterowania składa się z dwóch podsystemów:

1) głównego - odpowiadającego za proces oczyszczania ścieków, składającego się ze swobodnie programowalnego sterownika PLC typu Siemens ET200S znajdującego się w szafie RG (rozdzielnica główna oczyszczalni) wraz z dwoma modułami wejść/wyjść rozproszonych (umieszczonymi w dwóch rozdzielnicach obiektowych). Poszczególne elementy sieci spięte są ze sobą siecią światłowodową (jednomodową).

2) pomocniczego – odpowiadającego za cykl odwadniania i odprowadzania osadu; sterowanego programowalnym sterownikiem PLC typu Siemens S7–1200. Sterownik ten wraz z panelem operatorskim produkcji firmy Weintek został umieszczony w autonomicznej szafie automatyki na stacji odwadniania.

Komunikacja pomiędzy sterownikiem głównym, umieszczonym w szafie RG, a sterownikiem stacji odwadniania odbywa się po sieci MODBUS RTU, do której dodatkowo wpięty jest analizator sieci energetycznej firmy LUMEL typu ND 10. Do drugiej sieci MODBUS RTU przyłączone są przekształtniki częstotliwości dmuchaw oraz pomp.

Interfejs komunikacyjny pomiędzy systemem AKPiA, a operatorem oczyszczalni stanowi stacja operatorska, która jest zlokalizowana w pomieszczeniu dyspozytorni oczyszczalni. Jej podstawowym zadaniem jest umożliwienie operatorowi komunikacji z pracującymi na oczyszczalni sterownikami. Na rysunku 2 przedstawiono zrzut ekranu głównego zainstalowanego systemu SCADA, na którym widoczne są przyciski funkcyjne oraz ogólny schemat monitorowanej instalacji.



Rys. 2. Ekran główny

Źródło: System SCADA oczyszczalni ścieków w Kaczorach.

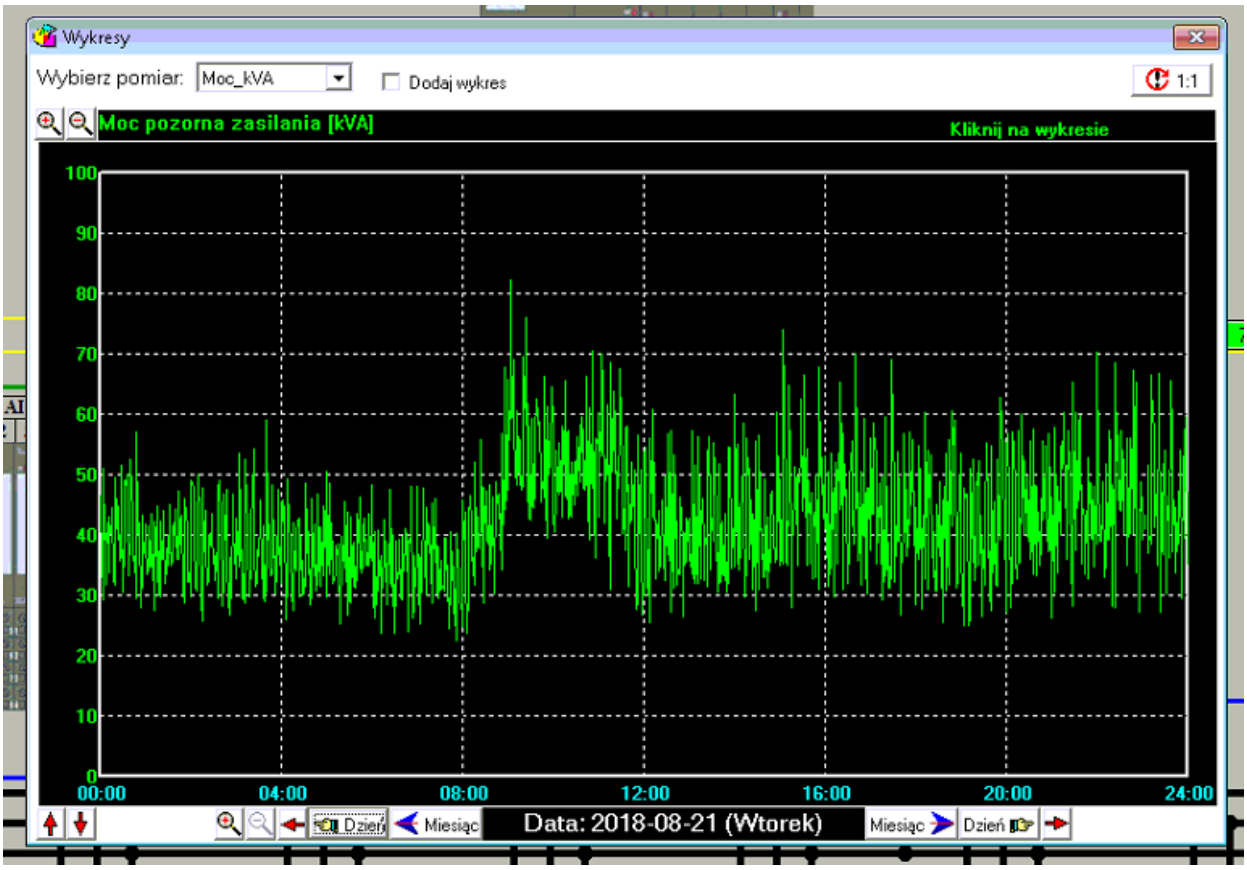
Wdrożony system SCADA pozwala na bieżący podgląd stanu i parametrów kontrolowanej instalacji oraz poszczególnych urządzeń. Na ekranie głównym wyświetlane są aktualne stany urządzeń takich jak: pompy, mieszadła, dmuchawy zakodowane odpowiednimi ikonami graficznymi oraz kolorami: zielony – praca, czerwony – awaria, szary – postój. Operator ma również możliwość obserwacji stanów (praca/awaria) urządzeń pomiarowych i aktualnych wartości mierzonych parametrów w postaci liczbowej tj. zawartość tlenu i poziom napełnienia w komorze stabilizacji, zawartość tlenu i gęstość osadu w komorach

natleniania czy ciśnienie wody na rurociągu wody technologicznej. System przedstawia również na bieżąco wartość gęstości osadu w osadnikach wtórnych oraz poziomy ścieków w przepompowniach i zbiorniku retencyjnym oraz chwilowe wartości przepływu osadu odprowadzanego z osadników wtórnych, a także ścieków oczyszczonych odprowadzanych do odbiornika (w przypadku oczyszczalni w Kaczorach jest to rów melioracyjny). Poziom ścieków w przepompowniach przedstawiony jest również w formie graficznej w postaci bargrafów.

Poprzez zakładkę „Nastawy" istnieje możliwość zmiany parametrów procesu jak np. żądane stężenie tlenu w komorach natleniania lub algorytmów zaimplementowanych w sterowniku głównym oczyszczalni takich jak algorytm odprowadzania osadu z osadników wtórnych (praca pomp w osadnikach wtórnych i zasuw w komorach pomiarowych). Operator w tym przypadku ma do wyboru trzy algorytmy pracy „czasowy", „stałego przepływu osadu" oraz „proporcjonalnie do odprowadzanych ścieków oczyszczonych". W każdym algorytmie istnieje możliwość zmiany odpowiednich nastaw i parametrów. Operator nie ma możliwości zmiany nastaw i algorytmów (z poziomu stacji operatorskiej) układów autonomicznych takich jak stacja odwadniania osadu, sitopiaskownik czy krata wstępna.

W zakładce otwieranej poprzez naciśnięcie przycisku „Liczniki" wyświetlane są aktualne liczby przepracowanych godzin dla każdego napędu, co pozwala na szczegółowe planowanie przeglądów i napraw oraz kontrolę stanu maszyn. W zakładce tej można sprawdzić również sumaryczne przepływy osadów oraz ścieków oczyszczonych dla danego dnia, dnia poprzedniego oraz przepływy globalne.

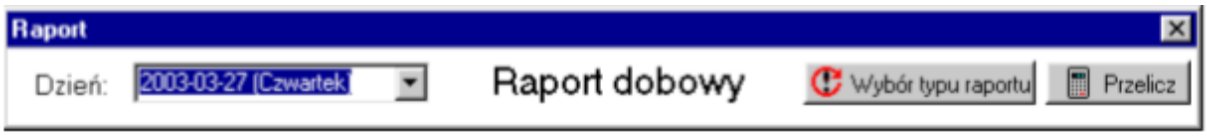
Dokładniejszą analizę pracy oczyszczalni oraz jej poszczególnych urządzeń zapewniają zakładki „Wykresy" (rys. 3), „Rejestrator" i „Retro", gdzie operator ma możliwość sprawdzenia np.: przebiegu pracy napędów i urządzeń w czasie, poziomów mierzonych parametrów czy zużycia energii w czasie. Wykresy pracy poszczególnych urządzeń czy mierzonych wartości można wywołać również z poziomu ekranu głównego klikając na odpowiednie urządzenie czy interesującą mierzoną wartość.



Rys. 3. Wykres chwilowego poboru mocy pozornej – kontrola wartości (program wizualizacyjny Multi Wizual)

Źródło: System SCADA oczyszczalni ścieków w Kaczorach.

Jedną z podstawowych funkcjonalności systemu jest możliwość generowania raportów z pracy oczyszczalni (rys. 4). Do funkcji tej uzyskuje się dostęp poprzez wybór przycisku «Raporty».



Rys. 4. Okno wyboru raportu

Źródło: System SCADA oczyszczalni ścieków w Kaczorach.

Funkcja ta umożliwia generowanie i dostęp do raportów dobowych oraz miesięcznych, zawierających zestawienia parametrów pracy systemu za dany okres (rys. 5) takich jak przepływy osadu, przepływ ścieków oczyszczonych, zawartość tlenu oraz gęstość osadu w poszczególnych komorach.

RAPORT DOBOWY

Raport

Dzień: 2016-08-10 (Środa) Raport dobowy Wybór typu Wykonaj

Godz	FIQ1	FIQ2	FIQ3	FIQ4	FIQ5	T1.KN	G1.KN	T2.KN	G2.KN	G1.OW	G2.OW	T.KS
00:00	0,0	0,0	0,0	0,0	31,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01:00	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02:00	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03:00	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04:00	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
05:00	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06:00	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07:00	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
08:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10:00	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11:00	0,0	0,0	0,0	0,0	31,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12:00	0,0	0,0	0,0	0,0	27,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13:00	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14:00	0,0	0,0	0,0	0,0	33,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15:00	0,0	0,0	0,0	0,0	31,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16:00	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17:00	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18:00	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19:00	0,0	0,0	0,0	0,0	27,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20:00	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21:00	0,0	0,0	0,0	0,0	33,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22:00	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23:00	0,0	0,0	0,0	0,0	34,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Min.	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max.	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Śred.	0,0	0,0	0,0	0,0	22,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

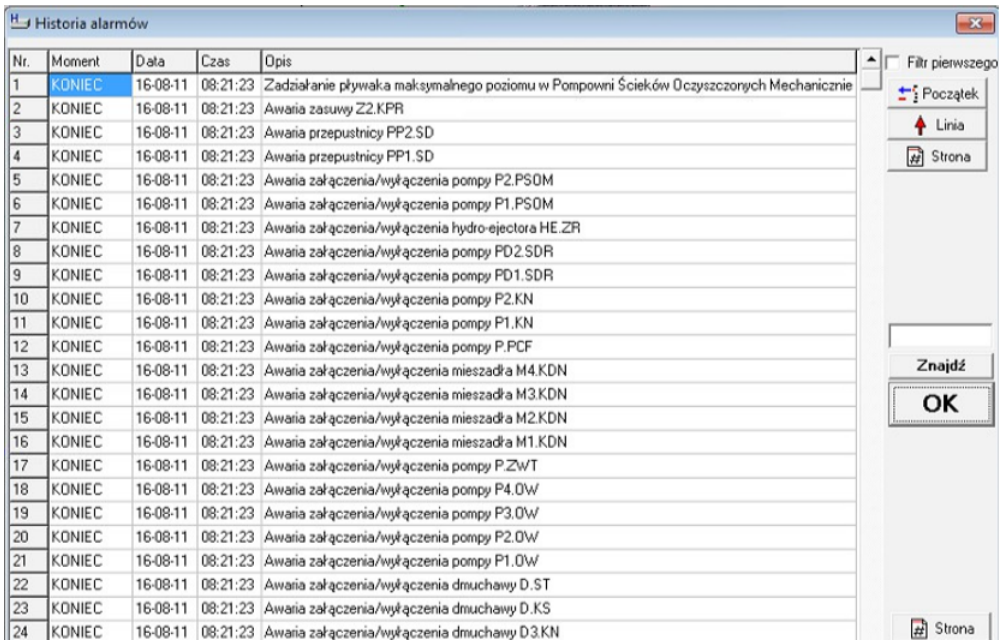
Dobowe liczniki przepływu

	FIQ1	FIQ2	FIQ3	FIQ4	FIQ5
WARTOŚĆ:	0,0	0,0	0,0	0,0	542,0

Rys. 5. Raport dobowy

Źródło: System SCADA oczyszczalni ścieków w Kaczorach.

W raportach wartości przedstawiane są sumarycznie dla każdej godziny (dla raportów dobowych) oraz każdego dnia (dla raportów miesięcznych). Raport przedstawia również minimalne, maksymalne i średnie wartości podawanych parametrów oraz sumaryczne dla danego dnia (w przypadku raportu dobowego) lub miesiąca (w przypadku raportu miesięcznego) wartości poszczególnych przepływów.



Historia alarmów

Nr.	Moment	Data	Czas	Opis
1	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Zadziałanie pływaka maksymalnego poziomu w Pompowni Ścieków Oczyszczonych Mechanicznie
2	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria zasuwy Z2.KPR
3	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria przepustnicy PP2.SD
4	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria przepustnicy PP1.SD
5	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia pompy P2.PSOM
6	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia pompy P1.PSOM
7	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia hydro-ejectora HE.ZR
8	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia pompy PD2.SDR
9	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia pompy PD1.SDR
10	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia pompy P2.KN
11	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia pompy P1.KN
12	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia pompy P.PCF
13	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia mieszadła M4.KDN
14	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia mieszadła M3.KDN
15	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia mieszadła M2.KDN
16	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia mieszadła M1.KDN
17	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia pompy P.ZWT
18	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia pompy P4.OW
19	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia pompy P3.OW
20	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia pompy P2.OW
21	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia pompy P1.OW
22	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia dmuchawy D.ST
23	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia dmuchawy D.KS
24	KONIEC	16-08-11	08:21:23	Awaria załączenia/wyłączenia dmuchawy D3.KN

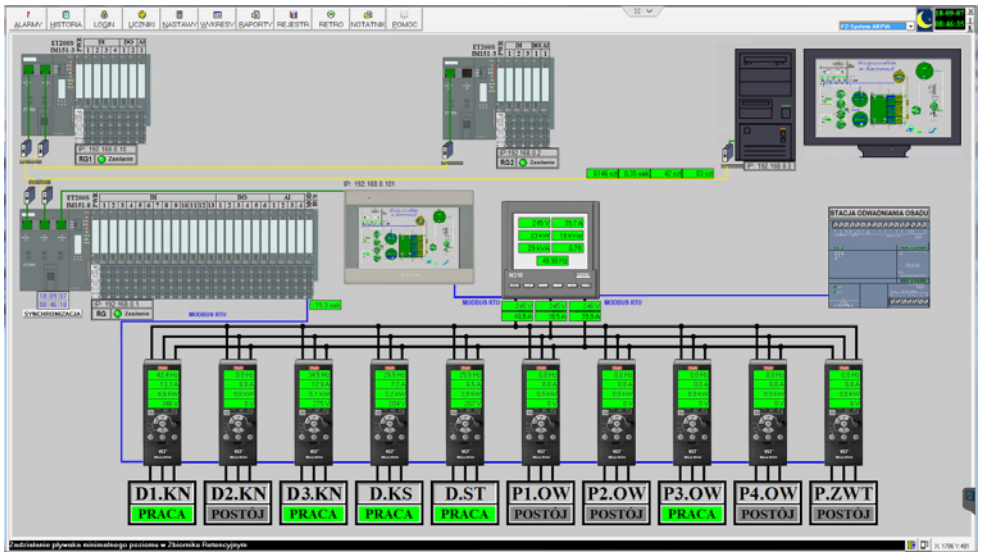
Filtr pierwszego
Początek
Linia
Strona
Znajdź
OK
Strona

Rys. 6. Historia alarmów (program wizualizacyjny Multi Wizual)

Źródło: System SCADA oczyszczalni ścieków w Kaczorach.

System zbiera również informacje i powiadamia operatora o zaistniałych sytuacjach niepożądanych. W zakładce „Alarmy" przedstawiane są informacje o aktualnie występujących alarmach wygenerowanych przez system, a w zakładce „Historia" (rys. 6) znajduje się tabela z listą wszystkich zgłoszeń zarówno tych aktualnych jak i historycznych. W tabeli tej podawane są informacje o momencie wystąpienia zdarzenia oznaczone jako „POCZĄTEK" oraz zakończeniu jego występowania oznaczone hasłem „KONIEC".

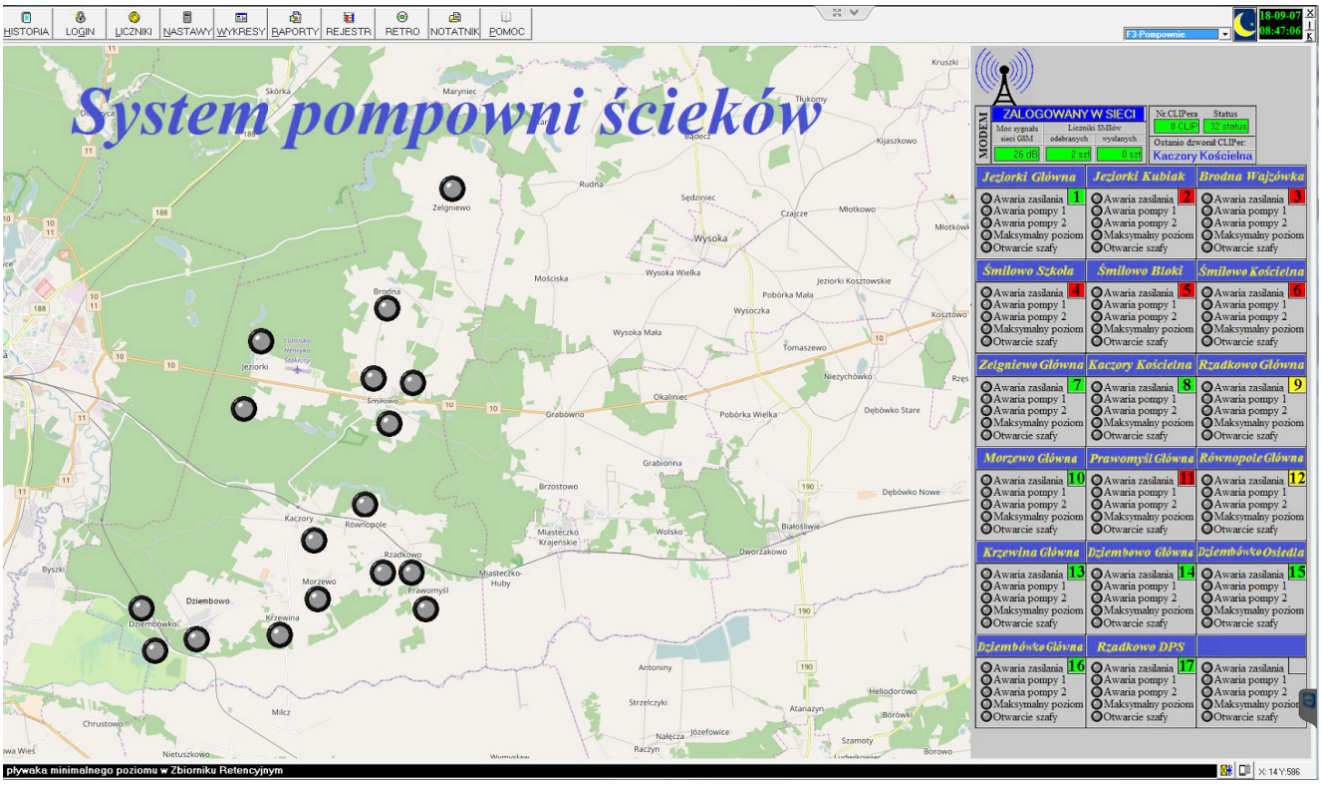
W systemie zaprojektowanym dla oczyszczalni ścieków Kaczory istnieje także możliwość diagnostyki połączeń komunikacyjnych i stanu sieci poprzez ekran struktury i diagnostyki systemu AKPiA (rys. 7). Podyktowane to jest złożonością systemu i występowaniem wielu połączeń komunikacyjnych jak sieć Ethernet pomiędzy sterownikiem głównym a modułami wejść/wyjść rozproszonych oraz stacja operatorską, jak również sieci MODBUS pomiędzy sterownikiem głównym a przetwornicami częstotliwości oraz sterownikiem głównym, a panelem operatorskim, analizatorem sieci i sterownikiem stacji odwadniania osadu.



Rys. 7. Ekran diagnostyki. Struktura systemu AKPiA (komunikacja/połączenia)

Źródło: System SCADA oczyszczalni ścieków w gminie Kaczory.

Ponadto wdrożony system monitoringu i sterowania dla oczyszczalni ścieków w gminie Kaczory został rozszerzony o dodatkową funkcjonalność, która jest wciąż rozwijana z uwagi na prowadzone przez gminę inwestycje i naprawy, tj. monitoring sieci przepompowni ścieków na terenie gminy Kaczory (rys. 8). W oparciu o sieć GSM system SCADA oczyszczalni monitoruje stan poszczególnych przepompowni i informuje operatora o takich sytuacjach jak: awaria zasilania przepompowni, awarie pomp, osiągnięcie maksymalnego poziomu ścieków w przepompowni czy otwarcie rozdzielnicy. Z uwagi na ograniczone zasoby finansowe gminy do tej pory z 17 istniejących przepompowni monitorowanych jest jedynie 11 – najważniejszych z punktu widzenia gospodarki wodno-ściekowej przepompowni ścieków.



Rys. 8. Monitoring przepompowni

Źródło: System SCADA oczyszczalni ścieków w gminie Kaczory.

Wnioski

Przedstawiony w artykule system sterowania i monitorowania procesu technologicznego oczyszczania ścieków SCADA został wdrożony do eksploatacji w oczyszczalni ścieków w gminie Kaczory w 2017 roku. Do tego czasu w oczyszczalni nie stosowano podobnych rozwiązań. Modernizacja przestarzałej technologicznie oczyszczalni, obejmująca jej przebudowę (szereg prac budowlanych), jak również instalacje aparatury pomiarowej oraz automatyki umożliwiła w pełni zautomatyzowaną pracę urządzeń i oczyszczalni zgodnie z obowiązującymi krajowymi i unijnymi normami. Praca oczyszczalni jest stale monitorowana (stan dmuchaw, napędów), a wszelkie nieprawidłowości czy problemy na bieżąco zgłaszane do operatorów i zdalnie rozwiązywane przez automatyków. Dwuletni już okres eksploatacji oczyszczalni ścieków potwierdza trafność wyboru technologii oraz prawidłowe wykonanie systemu sterowania technologią oczyszczania. Dzięki wdrożeniu algorytmów sterowania obiektami udaje się utrzymać stały poziom obciążeń ładunkiem zanieczyszczeń oraz zachować prawidłową gospodarkę napływającymi

ściekami. Zastosowane rozwiązania charakteryzują się wysoką efektywnością ekologiczną – uzyskana wydajność procesu oczyszczania ścieków przekłada się na wyniki w postaci ścieków oczyszczonych (na wyjściu z oczyszczalni) o parametrach nawet lepszych niż te zakładane w projekcie przebudowy oczyszczalni[15]. Mając na uwadze utrzymanie takich rezultatów wskazana byłaby cykliczna ocena skuteczności funkcjonowania obiektu w oparciu o wybrane dla oczyszczalni wskaźniki niezawodności pracy, a w kolejnym etapie analiza wpływu rozwoju sieci kanalizacyjnej na pracę oczyszczalni. W przypadku dalszych planów rozwoju obiektu z kolei istotne byłoby [postulaty za prof. J. Studzińskim] [16]:

1) zintegrowanie eksploatowanych obiektów z innymi programami tj. jak systemy informacji przestrzennej lub modele matematyczne,
2) objęcie całego przedsiębiorstwa wodociągowego (tj. stacji ujęcia i uzdatniania wody, sieci wodociągowej i kanalizacyjnej oraz oczyszczalni ścieków) systemem monitoringu, a nie wyłącznie (jak do tej pory) instalacja jako systemu lokalnego na wybranym obiekcie – bez komunikacji z pozostałymi obiektami,
3) oparcie systemu monitoringu na jednym programie i jednym systemie transmisji danych,
4) ustalenie punktów pomiarowych dla systemów monitoringu w taki sposób aby umożliwiały również (oprócz nadzoru i kontroli obiektów) opracowanie modeli matematycznych i algorytmów sterowania i zarządzania obiektami,
5) wykorzystywanie (a nie tylko przechowywanie) danych pomiarowych do zdobywania wiedzy (o obiektach, przedsiębiorstwie, procesach) przy zastosowaniu metod eksploracji danych (data mining).

Bibliografia

- Dyrcz K.P., Pawlak M., Automatyczny system sterowania i monitorowania oczyszczalni ścieków. Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej nr 66. Studia i Materiały nr 32, 2012.
- Młyński D., Chmielowski K., Młyńska A., Miernik W., Ocena skuteczności pracy oczyszczalni ścieków w Jaśle. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich nr I/1/2016, Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie. Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi.
- Stankiewicz B., Nowoczesny system sterowania i monitoringu na przykładzie oczyszczalni ścieków w gminie Kaczory, Szczecin, 2018, praca dyplomowa.
- Studziński J., Rola i możliwości systemów monitoringu w zarządzaniu przedsiębiorstwem wodociągowym, Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Wiedzą, Studia i Materiały nr 27, 2010.
- Urbaniak A., Inteligentne systemy w wodociągach i kanalizacji, XX Jubileuszowa-Krajowa, VIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód", 15–18 czerwiec 2008.
- Urbaniak A., Informatyczne narzędzia monitorowania i sterowania procesami oczyszczania ścieków. Konferencja Naukowo-Techniczna, EKO-TECH, Poznań, luty 2005.
- Urbaniak A., Sterowanie procesami w wodociągach i kanalizacji, „Wodociągi-Kanalizacja" 12/2012.
- Zdebik D., Korczak K., Optymalizacja technologii oczyszczania ścieków w aspekcie rozbudowy systemu kanalizacyjnego. Prace Naukowe GIG Górnictwo i Środowisko. Kwartalnik 1/2010.
- https://www.asta24.pl/2015/09/15/kaczory-inwestuja-w-oczyszczalnie/
- https://kaczory.pl/2017/07/21/zmodernizowana-oczyszczalnia-sciekow-w-kaczorach/
- https://www.astor.com.pl/poradnikautomatyka/co-to-jest-scada/
- https://www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/leksykon-ekologii-i-ochrony-srodowiska/scieki

[15] B. Stankiewicz, op. cit., s. 83–92.

[16] J. Studziński, *Rola i możliwości systemów monitoringu w zarządzaniu przedsiębiorstwem wodociągowym*, Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Wiedzą, Studia i Materiały nr 27, 2010, s. 233–244.

- http://www.industrial-monitor.pl/studia-przypadkow/482-funkcjonalnosci-systemow-informatycznych-w-procesach-przemyslowych

Advanced IT tools in wastewater treatment technology based on example of sewage wastewater treatment plant in Kaczory

Summary

In this article it has been explained role and capabilities of IT tools supporting technology of wastewater treatment. The goal of article is a presentation of advanced computer and diagnostic systems functionality used by sewage treatment plant and benefits of IT tools supporting wastewater treatment process in a reference to natural environment. Based on example of sewage treatment plant Kaczory (Piła County) it has been presented unique solution type SCADA (dedicated design for this object), capabilities and example wastewater treatment process reports: visualization, monitoring and control systems for sewage wastewater treatment plant with process reports.

Keywords

wastewater treatment technology, advanced IT tools in wastewater treatment technology, SCADA