

WSPOMAGANIE ZARZĄDZANIA EKSPLOATACJĄ I UTRZYMANIEM RUCHU W SIECIOWYCH SYSTEMACH TECHNICZNYCH

Marcin DĄBROWSKI
Politechnika Śląska

Streszczenie: Sieciowe systemy techniczne (SST) to złożone układy, na które składają się techniczne sieci przesyłowe wraz z urządzeniami oraz wspomagającymi ich pracę obiektami inżynierskimi, służące do dystrybucji mediów, takich jak woda pitna, paliwo gazowe, energia cieplna, itp. Cechą charakterystyczną SST jest duże rozproszenie terytorialne obiektów technicznych wchodzących w skład systemu, co dzięki wykorzystaniu ich funkcji przesyłowych, umożliwia dostarczanie dystrybuowanych mediów na znaczne odległości i do wielu różnorodnych grup odbiorców. Odbiorcy z reguły dzieleni są na kategorie, grupujące ich według zapotrzebowania pod względem ilości oraz parametrów jakościowych dostarczanych mediów (gospodarstwa domowe, zakłady przemysłowe, przedsiębiorstwa komunalne, zakłady usługowe i inne). Specyfika eksploatacyjna SST wymaga zastosowania specjalnego podejścia do realizacji prac obsługowych i naprawczych, uwzględniającego duże rozproszenie terytorialne ich elementów składowych oraz utrudniony dostęp do infrastruktury technicznej. Przywołane powyżej cechy SST stanowią o ich odmienności względem typowych przemysłowych obiektów technicznych, na których realizowane są procesy eksploatacyjne w zakładach produkcyjnych. Ta odmienność wymaga również zastosowania specyficznych narzędzi wspomagających zarządzanie eksploatacją i utrzymaniem ruchu. W artykule omówiono przykładowe narzędzia tej klasy.

Słowa kluczowe: utrzymanie ruchu, system GIS, zarządzanie eksploatacją, system CMMs, system SCADA, sieciowe systemy techniczne

WPROWADZENIE

Bezpieczne i niezawodne funkcjonowanie infrastruktury sieciowych systemów technicznych, niezależnie od ich typu, to jedno z podstawowych zadań stawianych przedsiębiorstwom, które nimi zarządzają. Stale zwiększające się wymagania odbiorców w stosunku do standardu świadczonych usług w powiązaniu z coraz większym stopniem złożoności tych systemów, stawiają poważne wyzwania w zakresie sprawniejszego usuwania uszkodzeń oraz wykonywania prac modernizacyjnych na sieciach. Stan techniczny sieci ma kluczowe znaczenie nie tylko dla efektywnego i niezawodnego dostarczania dystrybuowanych mediów do odbiorców końcowych. W wielu wypadkach awarie i uszkodzenia przewodów oraz uzbrojenia sieciowego mają bezpośrednie przełożenie na zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzkiego.

Niezawodność funkcjonowania sieciowych systemów technicznych, oznaczająca spełnienie przez nie wymaganych funkcji użytkowych w zakładanym czasie eksploatacji, zależy od szeregu czynników, takich jak: ich prawidłowe zaprojektowanie pod względem konstrukcyjnym i doboru materiałów, budowa sieci zgodna z zakładanym projektem oraz właściwa ich eksploatacja. Nie bez znaczenia jest też wpływ czynników zewnętrznych, oddziałujących na elementy składowe systemów sieciowych. Z niezawodnością systemów

sieciowych wiążą się bezpośrednio parametry doprowadzanych mediów zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym.

Wymienione powyżej wymagania dotyczące sieciowych systemów technicznych mogą zostać spełnione przez ich efektywną eksploatację, do której niezbędny jest odpowiednio pełny zasób posiadanej informacji. Dotyczy ona przede wszystkim stanu technicznego systemów sieciowych, zdarzeń eksploatacyjnych w nich występujących oraz procesów obsługowych i naprawczych względem nich realizowanych.

INFORMACJA EKSPLOATACYJNA POWIĄZANA Z OBIEKTEM TECHNICZNYM

Realizacja sprawnego i skutecznego zarządzania eksploatacją każdego obiektu technicznego wymaga zbudowania odpowiedniego systemu dla potrzeb gromadzenia i przetwarzania informacji. Potrzeba szczegółowej informacji eksploatacyjnej jest szczególnie wyraźna w zadaniach eksploatacji układów złożonych – takich, jak omawiane w niniejszym artykule sieciowe systemy techniczne, w których informacja, stanowiąca podstawę decyzji eksploatacyjnych, dotyczy bardzo szerokiego i różnorodnego obszaru zagadnień. Obszar ten wymaga podejmowania w krótkich przedziałach czasu, na podstawie danych aktualnych i historycznych oraz z uwzględnieniem prognoz, decyzji dotyczących zadań technicznych, gospodarki materiałami i narzędziami, zasobów ludzkich, transportu, a także aspektu ekonomiczno-organizacyjnego realizowanych działań. Podejmowanie trafnych decyzji w wyżej wymienionym obszarze jest możliwe jedynie wówczas, gdy decydent jest w stanie uwzględnić możliwie wiele aspektów tej różnorodności. Podstawą podejmowania wspomnianych decyzji jest informacja eksploatacyjna [5].

W trakcie prowadzenia eksploatacji sieciowych systemów technicznych pozyskiwanie i generowanie niezbędnej informacji jest zadaniem przede wszystkim realizatorów procesu eksploatacyjnego (służby utrzymania ruchu), których stanowią: brygady pogotowia technicznego, interwencyjne zespoły monterskie, brygady do nadzorowania, obsługiwanie i odnawiania elementów obiektów technicznych. Ważną rolę w procesie pozyskiwania informacji o eksploatowanym systemie pełnią ponadto dyspozytorzy, realizujący monitoring sieci oraz głównych urządzeń systemu i odbierający wszelkie zgłoszenia na temat nieprawidłowości w działaniu systemu. Dysponentami pozyskanej informacji są przede wszystkim kierownicy eksploatacji, podejmujący decyzje na temat działań obsługowych i naprawczych.

Informacja eksploatacyjna obejmuje szeroki zbiór danych dotyczących zjawisk i procesów zachodzących w obszarze użytkowania i obsługiwanie sieciowych systemów technicznych. Jest ona wykorzystywana we wszystkich fazach ich cyklu życia, w szczególności [5]:

- na etapie rozpoznawania potrzeby, kiedy to stanowi punkt wyjścia do określenia kierunków przyszłego rozwoju sieci,
- w procesach projektowo – konstrukcyjnych, gdy na jej podstawie dokonywane jest ulepszanie konstrukcji sieciowych obiektów technicznych w celu poprawiania ich cech użytkowych,

- w procesach wytwórczych, w których wykorzystywana jest do doskonalenia technologii tych procesów oraz opracowywania nowych rozwiązań technicznych zarówno dla armatury sieciowej, jak i samych przewodów,
- w zarządzaniu eksploatacją, gdzie wykorzystywana jest przede wszystkim do planowania i organizacji prac związanych z utrzymaniem ruchu sieci oraz wspomagających jej pracę obiektów technicznych.

W przytoczonym procesie zaspokajania potrzeb informacja eksploatacyjna jest elementem niezbędnym dla fazy zarządzania eksploatacją, natomiast w pozostałych fazach tego procesu stanowi czynnik pozwalający na weryfikację bieżącego sposobu realizacji tych etapów oraz ich doskonalenie.

Gromadzenie i przetwarzanie informacji eksploatacyjnej odbywa się w dedykowanych do tego celu narzędziach wspomagających. W kolejnym punkcie artykułu krótko scharakteryzowane zostaną wybrane klasy tego typu narzędzi.

TYPY NARZĘDZI WSPOMAGAJĄCYCH ZARZĄDZANIE EKSPLOATACJĄ I UTRZYMANIEM RUCHU

W obszarze zarządzania eksploatacją sieciowych systemów technicznych dostępnych jest obecnie wiele różnych narzędzi wspomagających, spośród których można wyróżnić cztery główne grupy:

- narzędzia służące do ewidencji obiektów technicznych sieci oraz rejestracji prowadzonych prac obsługowych i naprawczych. Narzędzia tego typu umożliwiają ponadto prowadzenie analiz i ocen technicznych, ekonomicznych i organizacyjnych sieci, zarządzanie zasobami sieciowymi oraz techniczną obsługę odbiorców wody. W tym zakresie, najczęściej stosowane są systemy klasy ERP (ang. Enterprise Resource Planning) lub CMMs (ang. Computerised Maintenance Management System) / EAM (ang. Enterprise Asset Management) [3];
- narzędzia wykorzystywane do monitorowania stanu technicznego oraz analizy pracy sieci, umożliwiające prowadzenie pełnego nadzoru diagnostycznego nad funkcjonowaniem systemów sieciowych. Do grupy tej należą Systemy Nadzoru, Kontroli i Akwizycji Danych (SCADA). Niektóre z narzędzi tej grupy, oprócz gromadzenia, przetwarzania i wizualizacji danych o parametrach pracy obiektów zabudowanych na sieci, pozwalają również na zdalne sterowanie wskazanymi obiektami sieciowymi poprzez modyfikację ich wybranych parametrów pracy dzięki zdalnemu oddziaływaniu na sterowniki umieszczone w tych urządzeniach [6]. Funkcja ta jest szczególnie istotna w przypadku systemów sieciowych, w których występuje duża odległość pomiędzy monitorowanym obiektem, a miejscem podejmowania decyzji.

Do tej grupy narzędzi wspomagających należy ponadto zaliczyć systemy umożliwiające prowadzenie detekcji i lokalizację uszkodzeń występujących na sieci [9, 11, 12]:

- narzędzia służące do identyfikacji i lokalizacji przestrzennej obiektów technicznych wchodzących w skład sieci. Narzędzia tej klasy oparte są o technologię GIS (ang. Geographic Information System), która oprócz typowej inwentaryzacji i identyfikacji na mapach elementów infrastruktury sieciowej, umożliwia również wspomaganie procesu podejmowania decyzji w obszarze eksploatacji [1, 2, 4],

- narzędzia umożliwiające prowadzenie analiz eksploatacyjnych dotyczących obiektów technicznych wchodzących w skład sieci [7, 8].

W kolejnym punkcie niniejszego artykułu przedstawione zostaną przykładowe procedury wspomaganie realizacji prac eksploatacyjnych z wykorzystaniem wybranych narzędzi wspomagających.

PRZYKŁADOWE PROCEDURY WSPOMAGANIA REALIZACJI PRAC EKSPLOATACYJNYCH

Do przedstawienia przykładowych procedur wspomaganie realizacji prac eksploatacyjnych wykorzystano przykładowy sieciowy system techniczny w postaci systemu zaopatrzenia w wodę.

Wspomaganie realizacji zleceń obsługowych oraz naprawczych

W przedsiębiorstwach posiadających wdrożone narzędzia klasy CMMs procedury obsługi zdarzeń eksploatacyjnych mają swoje odzwierciedlenie w systemie informatycznym, służącym do wspomaganie zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu. Na rys. 1 przedstawiono ogólny schemat realizacji zlecenia w narzędziu klasy CMMs – module ROT (Remonty i Obsługa Techniczna) oprogramowania ERP Egeria.



Rys. 1 Ogólny schemat realizacji zleceń obsługowych w module ROT

Wspomaganie procesu obsługi zdarzeń eksploatacyjnych niezamierzonych (usuwanie awarii) oraz zamierzonych (planowane prace obsługowe i naprawcze) w module ROT przebiega w sposób niemal identyczny (rys. 1). Różnica polega na tym, że w przypadku zdarzenia niezamierzonego – zlecenie generowane jest na podstawie zgłoszenia dyspozytorskiego (krok 1.1), natomiast tworzenie zlecenia dla zdarzenia zamierzonego odbywa się w oparciu o opracowany harmonogram prac obsługowych lub naprawczych (krok 1.2). Pozostałe kroki realizacji zleceń obsługowych (kroki 2-7), przebiegają według podobnego porządku. Dlatego biorąc pod uwagę zidentyfikowaną prawidłowość, w niniejszym punkcie artykułu przedstawiono tylko jeden przykład procedury wspomaganie procesów eksploatacyjnych w module ROT systemu Egeria.

W przykładzie przedstawiono zdarzenie polegające na uszkodzeniu zasowy wodociągowej, które objawiło się wyciekami wody na prywatnej posesji. W ramach procedury obsługi tego typu awarii dyspozytorzy dokonują rejestracji zaistniałego zdarzenia

eksploatacyjnego na podstawie otrzymanego zgłoszenia (Krok 1.1.). Formularz rejestracji zdarzenia w module ROT przedstawiono na rys. 2.

Zgłoszenia / Czynności	Zlecenie	Dokumenty/koszty	Materiały eksploatacyjne	Polecenia licznikowe	Harmonogram planów
Nr ewidencyjny L-15-2013-000235	Nr fabryczny C12SA112518	Rodzaj czynności Przegląd	Status Zaplanowana	Plan. data rozpocz. 21-02-2013 00:00	Data realizacji
WOD-S4-U0010113-ZAS-Z16A		Naprawa	Zgłoszona	15-04-2013 00:00	
L-15-2013-000234	C12SA112519	Przegląd	Zaplanowana	21-02-2013 00:00	
L-15-2013-000226	C12SA112623	Przegląd	Zaplanowana	21-02-2013 00:00	
L-15-2013-000225	C12SA112628	Przegląd	Zaplanowana	21-02-2013 00:00	
STAR-MAN 1 SR 22858		Przegląd	Zrealizowana	21-02-2013 00:00	21-02-2013 14:00
KAN-NIED-ZPNB2-JABLONIOW		Przegląd	Zrealizowana	28-01-2013 00:00	02-02-2013 09:12

Opis czynności

Nazwa czynności: Wyciek wody na posesji - uszkodzona zasuwa

Rodzaj/Typ obiektu: Inny ZASUWA

Opis danych obiektu: ZASUWA Z16A, WODOCIĄG, STREFA4, ... Ob. z BC

Pracownik odp.: 180 Chmielewski Wojciech

Jednostka zlecająca: FWIK-DN-DT-TWK-TESW Oddział Eksploatacji Sieci Wodociągowej

Stan. kosztów: 501-12-0710000-309-10111 ZAKUP WODY-DLA GM.RYBNIK/CENTRUM

Usługa: Czas 4 Godzina Wprowadzone 13-04-2013 23:32

Priorytet: Wysoki Wymag. zakoń. 16-04-2013 00:00

Nr Zlec. NAW133467

Koszty planowane / rzeczywiste

Ilość godzin	0,00 / 0,00
Robocizna	0,00 / 0,00
Materiały	0,00 / 0,00
Usługi	0,00 / 0,00
Pozostały	0,00 / 0,00

Rys. 2 Formularz rejestracji zgłoszenia w module ROT

Zarejestrowane zgłoszenie przekazywane jest następnie do odpowiedniego działu eksploatacyjnego, gdzie tworzone są zlecenia czynności obsługowej (Krok 2) – w omawianym przypadku jest to Oddział Eksploatacji Sieci Wodociągowej. W dalszej kolejności następuje generowanie szczegółowych czynności obsługowych (Krok 3), jakie będą wykonywane w celu pełnej realizacji zlecenia (rys. 3).

Modyfikuj czynność

Obiekt techniczny | Czynność obsługowa

Nazwa: Wyciek wody na posesji - uszkodzona zasuwa

Rodzaj: Naprawa

Priorytet: Wysoki

Jedn. zlec. FWIK-DN-DT-TWK-TESW Oddział Eksploatacji Sieci Wodociągowej

Stan. koszt. 501-12-0710000-309-10111 ZAKUP WODY-DLA GM.RYBNIK/CENTRUM

Planowane koszty

Posiada kalkulację Przepisz =>

Ilość godzin	0,00
Robocizna	0,00
Materiały	0,00
Usługi	0,00
Pozostały	0,00

Data / Czas

Data wprowadzenia: 13-04-2013 23:32

Planowana data rozpoczęcia: 15-04-2013 00:00

Wymagana data zakończenia: 16-04-2013 00:00

Planowany czas trwania: 4 Godzina

Pracownik odpowiedzialny

Numer: 180

Nazwisko: Chmielewski

Imię: Wojciech

Wybór zgłoszenia

Data: []

Rodzaj zgłoszenia: []

Przyczyna zgłoszenia: []

Opis: []

Wstrzymaj zlecenie | Zakończ zlecenie | Zakończ czynności | Planuj | Zapisz

Zatwierdź zlecenie | Zakończ czynności | Data realiz. [] | Brak zgłoszenia | Zamknij

Rys. 3 Formularz generowania nowej czynności obsługowej module ROT

W ramach zlecenia, dotyczącego usunięcia awarii zasuwy wodociągowej, tworzone są następujące czynności obsługowe: zastawienie wody, prace wykopowe, instalacja nowej zasuwy, płukanie sieci, prace wykończeniowe.

Kolejnym etapem, po utworzeniu szczegółowych czynności obsługowych, jest ich zaplanowanie (Krok 4), w wyniku którego wszystkie wygenerowane czynności przyporządkowywane są do zlecenia dotyczącego wymiany uszkodzonej zasuwy (rys. 4).

Rys. 4 Formularz planowania czynności obsługowych w module ROT

Zaplanowane czynności są następnie przydzielane ekipie, która została wyznaczona do wykonania danego zlecenia (Krok 5). Formalnie przydzielenie czynności polega na potwierdzeniu przyjęcia zlecenia przez osobę odpowiedzialną za jego realizację. W przypadku wystąpienia kilku czynności obsługowych w ramach jednego zlecenia, mogą one zostać przydzielone różnym osobom do wykonania.

Następnym krokiem jest realizacja opracowanego zlecenia przez służby wykonawcze, które odpowiedzialne są za etap realizacji zlecenia (Krok 6). Formularz realizacji zlecenia w module ROT przedstawiono na rys. 5. W formularzu uzupełniane są m.in. dane na temat dat rozpoczęcia i zakończenia prowadzonych prac oraz odnotowywane są postępy w realizacji zaplanowanych czynności obsługowych. W zakładce 'Koszty' wprowadzane są całkowite koszty realizacji zlecenia, uwzględniające zarówno koszt wykorzystanych materiałów, jak i robociznę.

Ostatnią fazą opisywanego procesu jest zamknięcie zlecenia (Krok 7), które zostaje odnotowane w module ROT po zakończeniu wszelkich prac przydzielonych do danego zlecenia.

Działania wymienione w krokach 2–5 wymagają specjalistycznej wiedzy na temat zakresu oraz specyfiki wykonywanych prac, dlatego najczęściej wszelkie dane na etapie tworzenia zlecenia wprowadzone są do modułu ROT przez mistrzów danego działu

eksploatacyjnego. Dane dotyczące realizacji kroków 6 i 7 uzupełniane są natomiast przez pracowników realizujących dane zlecenie. Z przeprowadzonych badań wynika ponadto, iż jakość gromadzonej informacji eksploatacyjnej w znacznym stopniu zależy od funkcjonalności i intuicyjności obsługi oprogramowania wspomagającego [10].

Rys. 5. Formularz realizacji zlecenia w module ROT

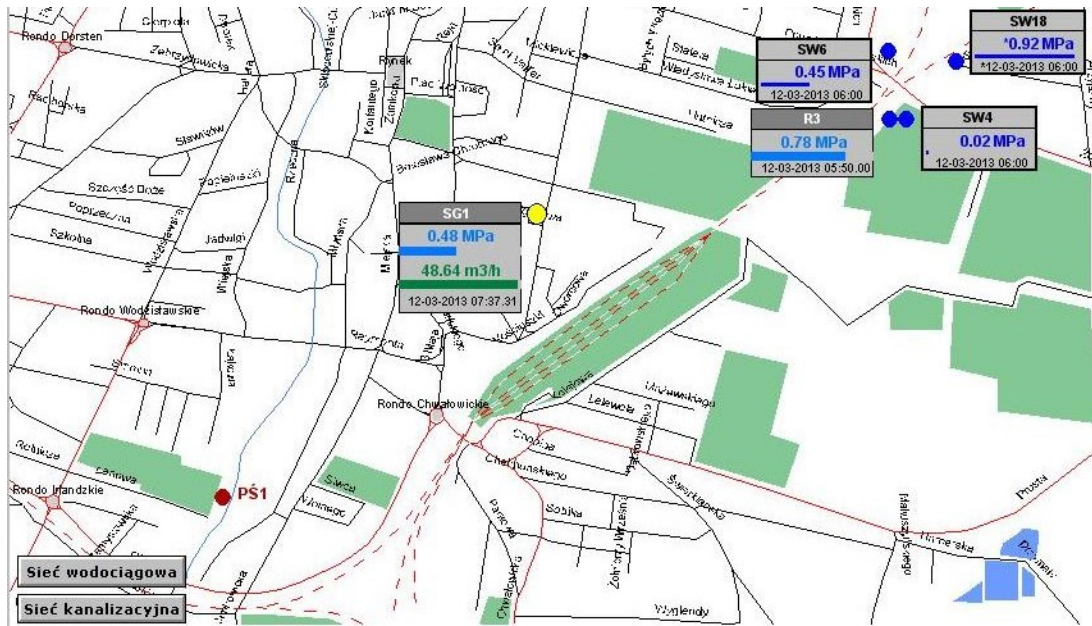
Monitoring parametrów pracy sieci wodociągowej

Zarządzanie rozległą i złożoną infrastrukturą należącą do systemu zaopatrzenia w wodę wymaga monitorowania parametrów pracy jego kluczowych obiektów oraz newralgicznych punktów. Przykładem takich obiektów są przepompownie oraz hydroformie, dla których prowadzone są regularne pomiary parametrów ich pracy i na tej podstawie dokonywane są ingerencje sterujące. Najbardziej typowym działaniem jest monitorowanie oraz regulacja ciśnienia przesyłanej wody. Wymienione zadania realizowane są przez służby utrzymania ruchu z wykorzystaniem systemu telemetrycznego SCADA.

System SCADA odgrywa istotną rolę w wykrywaniu i sygnalizowaniu wszelkich nieprawidłowości pojawiających się w pracy sieci, które mogą świadczyć o powstaniu wycieku.

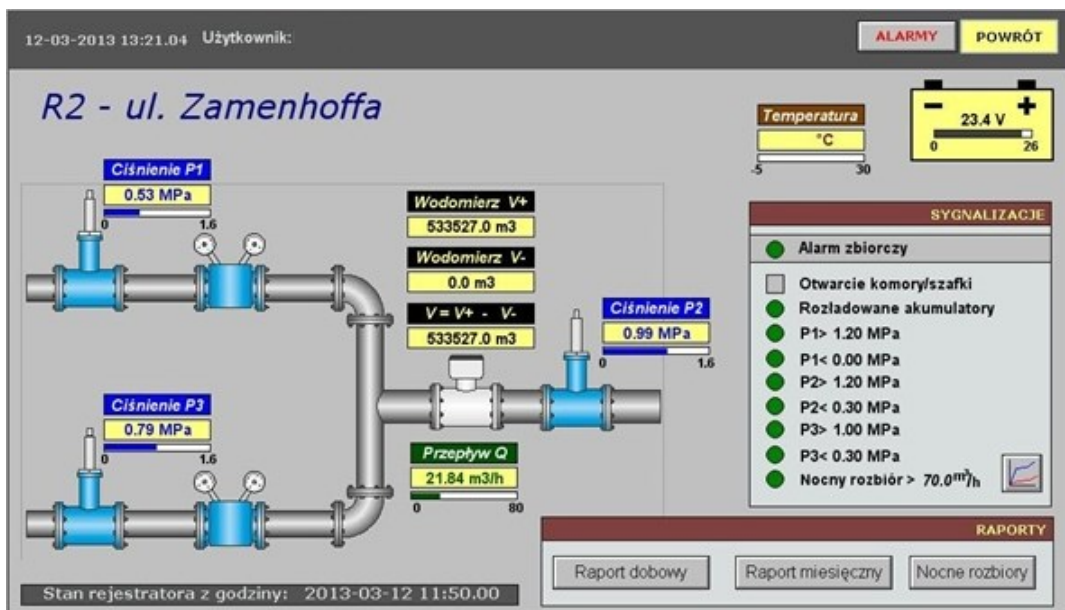
W przypadku pojawienia się nieprawidłowości w funkcjonowaniu systemu zaopatrzenia w wodę – wskazywana jest ona na ekranie głównym przez podświetlenie kolorem czerwonym dzielnic, w której doszło do zdarzenia. Dodatkowo zdarzenie to sygnalizowane jest również alarmem dźwiękowym. Po potwierdzeniu danego zdarzenia, odpowiadający mu obszar dzielnic na mapie wyświetlany jest w kolorze pomarańczowym. W celu sprawdzenia dokładnej lokalizacji zdarzenia istnieje możliwość zawężania wyświetlanych obszarów w ramach wskazanych dzielnic.

Podczas przyjmowania zgłoszenia awarii, odbywającego się na podstawie alarmu zarejestrowanego przez system SCADA, dyspozytor wybiera z ekranu głównego dzielnicę, w której pojawił się alarm, a następnie przegląda zawężony obszar tej dzielnicy (rys. 6).



Rys. 6 Zawężony obszar poszukiwania miejsca zdarzenia na podstawie alarmu w systemie SCADA

W ramach zawężonego obszaru wyświetlone zostają wszystkie znajdujące się na nim obiekty techniczne, których praca jest monitorowana. Istnieje możliwość filtrowania obiektów technicznych wyświetlanych na mapie według ich przynależności do sieci wodociągowej lub kanalizacyjnej. Po wybraniu obiektu wyświetlane są szczegółowe parametry charakteryzujące jego pracę (rys. 7).



Rys. 7 Ekran obrazujący parametry pracy wybranego punktu na sieci

Przedstawiony na rys. 7 ekran pokazuje parametry pracy urządzeń pomiarowych, rejestrujące przepływy oraz ciśnienia w tzw. zakupowej studni reduktorowej, stanowiącej punkt w którym sieć przedsiębiorstwa wodociągowego łączy się z siecią głównego dostawcy wody dla miasta.

W studni zamontowany jest jeden zbiorczy wodomierz zakupowy, rejestrujący ilości wody pobierane przez przedsiębiorstwo wodociągowe, jeden przepływomierz rejestrujący prędkości przepływu wody oraz dwa reduktory ciśnienia, obniżające ciśnienie pobieranej wody oraz rozdzielające ją do dwóch dzielnic występujących w strefie zasilania. Reduktory ciśnienia posiadają możliwość zdalnej regulacji oraz czasowego obniżania ciśnienia, w zależności od zadanych parametrów sterujących. Przekroczenie minimalnych oraz maksymalnych progów dla poszczególnych manometrów skutkuje pojawieniem się alarmu rejestrowanego w centralnej dyspozytorni. Ponadto dyspozytor ma możliwość przeanalizowania raportów dla nocnych rozbiorów wody oraz dobowych i miesięcznych raportów prezentujących zestawienia wszystkich zarejestrowanych parametrów. Na podstawie analizy zarejestrowanych pomiarów możliwe jest zaobserwowanie nieprawidłowości w pracy sieci i przekazanie odpowiedniej informacji do działów eksploatacyjnych, które w dalszej kolejności przeprowadzają działania mające na celu wyjaśnienie przyczyn tych nieprawidłowości.

PODSUMOWANIE

Planowanie obsługi zdarzeń eksploatacyjnych zamierzonych uwarunkowane jest dwoma głównymi aspektami decyzyjnymi. Pierwszy z aspektów, wpływających na ustalanie cykli obsługowych lub naprawczych obiektów technicznych i urządzeń wchodzących w skład sieciowych systemów technicznych, związany jest z ich stanem technicznym oraz określonymi przez producentów normatywami dotyczącymi zalecanych częstotliwości przeglądów lub napraw. Drugi aspekt, wpływający na ustalanie cykli obsługowych, to uwarunkowania wynikające z zapisów rozporządzeń określających wymagane przepisami częstości przeglądów (np. przeglądy zewnętrznych hydrantów przeciwpożarowych, przeglądy urządzeń elektrycznych w pompowniach, itp.).

Na uwagę zasługuje fakt, że w przypadku systemów sieciowych uwarunkowania decyzyjne związane z planowaniem odnowy sieci mogą mieć charakter nie tylko techniczny lub ekonomiczny, związany z prowadzoną w przedsiębiorstwie analizą dotyczącą posiadanych zasobów. Bardzo często decyzje uwarunkowane są również kwestiami politycznymi, w związku z faktem, że podejmowane są one przez zarządców silnie powiązanych z administracją samorządową lub rządową poprzez różne relacje natury kontrolno-właścicielskiej. Sytuacja taka ma miejsce w szczególności w przypadku przedsiębiorstw zarządzających sieciami wodociągowymi oraz kanalizacyjnymi, ponieważ są one zazwyczaj pod kontrolą właścicielską władz jednostek samorządu terytorialnego (przedsiębiorstwa wodociągowe przyjmują często formę zakładów budżetowych gminy lub spółek prawa handlowego, będących pod kontrolą gminy).

W planowaniu remontów sieci technicznych pod uwagę brany jest szereg kryteriów, do których zaliczyć należy przede wszystkim: ilość awarii na kilometr sieci, fakt czy dany odcinek sieci uległ już pełnej amortyzacji księgowej, wiek przewodów sieci i materiał z którego są one wykonane oraz średnica przewodu. Często remonty sieci wykonywane są

niejako przy okazji prowadzenia w ich pobliżu innych prac, takich jak np. budowa obwodnicy miasta, wymiana nawierzchni jezdni lub wymiana innych podziemnych instalacji sieciowych, realizowana przez któreś z przedsiębiorstw sieciowych zarządzających tymi instalacjami. W takich sytuacjach remonty sieci wykonuje się przed zaistnieniem ich technicznie uzasadnionej potrzeby.

Obsługa niezamierzonych zdarzeń eksploatacyjnych realizowana jest w oparciu o odebrane zgłoszenia dotyczące zaistniałych awarii lub przerw w ciągłości dostarczania wody do odbiorców końcowych.

Realizowane procesy obsługowe oraz naprawcze znajdują swe odzwierciedlenie w narzędziach informatycznych, które wspomagają zadania cząstkowe związane z prowadzonymi pracami. W tym zakresie wyróżnić należy przede wszystkim System Nadzoru, Kontroli i Akwizycji Danych (SCADA), wykorzystywany do monitoringu obiektów technicznych kluczowych dla prawidłowego funkcjonowania sieci oraz do bieżącej diagnostyki ich stanu. Informacja diagnostyczna dotycząca wystąpienia zdarzeń eksploatacyjnych niezamierzonych, stanowi (wraz ze zgłoszeniami dotyczącymi zaobserwowanych nieprawidłowości w pracy systemu zaopatrzenia w wodę) pierwszy krok do podjęcia interwencji zmierzającej do usuwania awarii na sieci.

Drugim głównym narzędziem informatycznym wykorzystywanym w omawianym obszarze, jest moduł remontowy wchodzący w skład systemu ERP lub dedykowane narzędzie CMMs. W ramach tego oprogramowania rejestrowane są zdarzenia eksploatacyjne dotyczące obiektów technicznych wchodzących w skład systemu sieciowego. Pozyskane dane tworzą zapis ich historii eksploatacji, przez co umożliwiają prowadzenie przekrojowych analiz dotyczących efektywności ich eksploatacji.

Informacja gromadzona w przywołanych powyżej dwóch głównych typach narzędzi wspomagających, nie wyczerpuje zakresu informacji przydatnej do podejmowania decyzji w ramach zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu sieciowych systemów technicznych. Biorąc pod uwagę specyfikę eksploatacyjną tych systemów oraz ilość zmiennych wpływających na prawidłową eksploatację sieci, zdaniem autora niniejszej pracy wskazany powyżej zakres informacji eksploatacyjnej powinien zostać uzupełniony o szeroki zakres informacji dotyczącej otoczenia systemu sieciowego.

LITERATURA

- [1] Dąbrowski M.: Innowacyjny sposób wykorzystania modeli GIS dla potrzeb zarządzania eksploatacją systemu zaopatrzenia w wodę, *Mechanik* nr 5-6 (2014), str. 149-158.
- [2] Dąbrowski M., Kaźmierczak J., Loska A.: Use of geospatial information for supporting maintenance management in a technical network system, *Proceedings of the 21st International Congress on Maintenance and Asset Management. Euromaintenance, Belgrad 2012*, str. 287-297.
- [3] Dąbrowski M., Loska A.: The way of computer aided handling maintenance events and processes in a network technical system, *Proceedings of International Conference Maintenance 2011 (Udrzba 2011), Rijna 2011*, str. 177-181.
- [4] Dąbrowski M.: Wykorzystanie informacji geograficznej w zarządzaniu zdarzeniami eksploatacyjnymi w sieciowym systemie technicznym, *Mechanik* nr 7 (2011), str. 197-204.

- [5] Kaźmierczak J.: Eksploatacja systemów technicznych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.
- [6] Kwietniewski M., Gębski W., Wronowski N.: Monitorowanie sieci wodociągowych i kanalizacyjnych, Wydawnictwa ZGPZiITS, Warszawa 2005.
- [7] Loska A.: Exploitation assessment of selected technical objects using taxonomic methods. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability* 2013; 15 (1): 1-8.
- [8] Loska A.: Sposób wspomaganie eksploatacyjnego procesu decyzyjnego w sieciowym systemie technicznym, *Mechanik* nr 7 (2013), str. 355-364.
- [9] Przystałka P., Wyczółkowski R.: Detekcja małych wycieków w sieciach wodociągowych z zastosowaniem metody modelowania niepewności, *Pomiary Autom. Kontr.* 2011 vol. 57 nr 11, s. 1307-1310.
- [10] Szulc T. i in., Badanie świadomości użytkownika narzędzia klasy CMMs na przykładzie wybranego przedsiębiorstwa, *Mechanik* nr 7 (2011), str. 869-876.
- [11] Wyczółkowski R.: Intelligent monitoring of local water supply system, *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability* 2008; 1: 33-36.
- [12] Wyczółkowski R., Matysiak G.: The development of an intelligent monitoring system of a local water supply network, *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability* 2009; 2: 71-75.