Prof. dr hab. inż. Andrzej J. Osiadacz
Dr hab. inż. Maciej Chaczykowski, prof. PW
Dr inż. Łukasz Kotyński
Dr inż. Małgorzata Kwestarz
Politechnika Warszawska,
Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska
Zakład Systemów Ciepłowniczych i Gazowniczych

ZASTOSOWANIE GIS W CIEPŁOWNICTWIE

1. Wstęp

GIS czyli Geographic nformation System, jest systemem do pozyskiwania, gromadzenia, przetwarzania, analizowania i udostępniania danych odniesionych przestrzennie do powierzchni Ziemi. [1]

Wychodząc z definicji systemu informacji przestrzennej, wymienić można jego pięć podstawowych funkcji:

- wprowadzanie danych,
- transformacja danych,
- przechowywanie, uzupełnianie i aktualizacja danych (zarządzanie danymi),
- analiza danych,
- uzyskiwanie produktu końcowego.

To co odróżnia GIS od innych systemów informacyjnych to narzędzia umożliwiające łączne analizowanie danych przestrzennych i opisowych. Technologia GIS pozwala łączyć typowe operacje wykonywane na danych gromadzonych w bazach danych (zapytania, analizy statystyczne) oraz operacje pozwalające wizualizować zjawiska przestrzenne oraz przeprowadzać analizy, a ich wyniki pozwala przedstawić w postaci mapy, raportów lub wykresów.

GIS udostępnia mechanizmy wprowadzania, gromadzenia i przechowywania danych przestrzennych oraz zarządzania nimi, zapewnia ich integralność i spójność oraz pozwala na ich wstępną weryfikację.

- Na podstawie zgromadzonych w systemie danych możliwe jest przeprowadzenie specyficznych analiz opierających siępm.in. na relacjach przestrzennych między obiektami.
- Wyniki analiz przestrzennych i operacji charakterystycznych dla programów bazodanowych przedstawione mogą być w postaci opisowej (tabelarycznej) lub graficznej (mapa, diagramy, wykresy, rysunki).

2. Zadania PEC

Przedsiębiorstwa Energetyki Cieplnej (PEC) prowadzą działalność w zakresie obrotu ciepłem co oznacza dystrybucję, sprzedaż oraz konserwację sieci i urządzeń odbiorczych u odbiorców jeżeli tak podpisana jest umowa na dostawę ciepła.

PEC jest zobowiązany zarządzać ruchem sieciowym i zapewniać utrzymanie sieci na zasadzie równoprawnego traktowania podmiotów korzystających lub ubiegających się o korzystanie z jego usług i sieci.

PEC odpowiada przede wszystkim za:

- bezpieczeństwo dostarczania ciepła - bezpieczeństwo funkcjonowania systemu i realizację umów z użytkownikami;
- eksploatację, konserwację i remonty sieci, instalacji i urządzeń, w sposób gwarantujący niezawodność funkcjonowania systemu ciepłowniczego;
- współpracę z innymi operatorami systemów ciepłowniczych lub przedsiębiorstwami energetycznymi w celu niezawodnego i efektywnego funkcjonowania systemów grzewczych oraz skoordynowania ich rozwoju;
- bilansowanie systemu i zarządzanie ograniczeniami w systemie grzewczym, w tym prowadzenie rozliczeń z użytkownikami tego systemu wynikające z niezbilansowania ciepła dostarczonego i pobranego z systemu;
- dostarczanie użytkownikom systemu informacji o warunkach świadczenia usług dystrybucyjnych
- realizację ograniczeń w dostarczaniu ciepła.

3. Rola systemu GIS

Rolą systemu GIS jest wspomaganie procesów biznesowych PEC, a w szczególności tych spośród nich, które dotyczą zarządzania majątkiem sieciowym. Oczekuje się od systemu GIS, że swoją funkcjonalnością zintegruje istniejące dotychczas źródła informacji oraz uzupełni je w taki sposób, aby składowe procesu zarządzania majątkiem uległy uproszczeniu i optymalizacji, dostęp do informacji był prostszy, a udostępnione przez system metody analiz pozwoliły minimalizować koszty funkcjonowania PEC.

Kluczowe założenia merytoryczne dla systemu GIS:

- Standaryzacja modelu inwentaryzacyjnego,
- Ujednolicenie modelu aktualizacji i weryfikacji danych.
- Standaryzacja systemowa w obszarach:
  - Aplikacji i narzędzi systemowych,
  - Formatu oraz obszarów zbieranych i przetwarzanych danych.
- Bezpieczeństwo systemu oraz danych.

Procesy biznesowe objęte systemem GIS:

- Proces informowania kierownictwa i raportowania,
- Proces planowania i realizacji inwestycji,
- Proces zarządzania wartością majątku technicznego (środki trwałe, podatki, amortyzacja),
- Proces zarządzania majątkiem technicznym,
- Proces eksploatacji i utrzymania majątku technicznego,
- Proces planowania i zarządzania zleceniami i pracami,
- Proces przyłączenia i obsługi klientów,
- Proces prowadzenia ruchu (dyspozycja),
- Proces obsługi i usuwania awarii.

Szczegółowe cele biznesowe uzasadniające wdrożenie systemu GIS:

- Redukcja kosztów działalności,
  Zwiększenie rentowności prowadzonej przez PEC działalności,
- Wzrost poszczególnych wskaźników produktywności
- Optymalizacja zasobów i potencjału PEC
- Spełnienie wymogów szybko zmieniającego się prawodawstwa w ujęciu krajowym oraz Unii Europejskiej,
- Zwiększenie efektywności inwestowania w infrastrukturę sieciową na obszarze eksploatacji,
- Poprawa wskaźników efektywności sieci w obszarach:
  - awaryjności kotłowni,
  - awaryjności sieci,
  - ilość nie dostarczonej energii cieplnej.

Kluczowe założenia technologiczne systemu GIS

Dla sprawnego administrowania systemem GIS niezbędne jest przyjęcie scentralizowanego modelu przetwarzania. W modelu tym warstwa bazy danych oraz warstwa aplikacji prowadzone są na centralnym serwerze (grupie serwerów) i zarządzane przez administratora. Użytkownicy systemu uzyskują dostęp do aplikacji i bazy danych za pomocą oprogramowania realizującego procedury zdalnego dostępu. Zdalny dostęp oznacza pracę stacji roboczej użytkownika w trybie terminala. Terminale uzyskują profilowany przez administratora dostęp do składników warstwy aplikacji. Komunikacja pomiędzy terminalami a centralnym systemem dostępowym odbywa się w oparciu o specjalizowany protokół, którego zadaniem jest wiarygodne przesłanie danych oraz zminimalizowanie obciążenia ruchowego systemu sieciowego.

Narzędzia wspomagające zarządzanie majątkiem sieciowym Klienta.

- Systemy finansowe i księgowe klasy ERP,
- System elektronicznego obiegu dokumentów,
- System klasy SCADA,
- Systemy inżynierskie.

4. Potrzeby realizowane przez system GIS w zakresie zarządzania majątkiem sieciowym

System GIS swoją funkcjonalnością uzupełnia i integruje inne systemy, wdrożone lub planowane do wdrożenia. Rolą systemu jest wspomaganie zachodzących w PEC procesów biznesowych, związanych z zarządzaniem majątkiem sieciowym. W związku z tym charakteryzując potrzeby należy odnieść się do poszczególnych procesów i na ich tle przedstawić oczekiwania użytkowników wobec systemu. Poza statutowymi potrzebami, których realizację stawia się przed systemem GIS należy wymienić niektóre pozostałe ale również kluczowe obszary funkcjonowania przedsiębiorstwa:

- utrzymywanie rejestru majątku sieciowego,
- rejestracja zdarzeń,
- planowanie przedsięwzięć eksploatacyjnych i inwestycyjnych
- zarządzanie dokumentacją
- zarządzanie pracami
- badania symulacyjne sieci
- zarządzanie ryzykiem.

Utrzymywanie rejestru majątku sieciowego

Uzupełnienie rejestru majątku sieciowego o dane nie ujęte w pozostałych systemach, w tym np.:

- współrzędne terenowe obiektów sieciowych,
- model i topologia sieci,
- lokalne plany zagospodarowania przestrzennego,
- infrastruktura sieci wewnątrz stacji,
- granice jednostek terytorialnych, przez które przechodzi sieć,
- granice działek ewidencyjnych wg stanu na gruncie wraz z numerami i danymi
- o właścicielach wzdłuż osi sieci i na obszarze stacji, z uwzględnieniem stanu uregulowania służebności gruntowej i szerokości pasa terenu ujętego w akcie notarialnym,
- granice budynków i innych zabudowań wzdłuż osi sieci i na obszarze stacji, obiektów technologicznych,
- obiekty terenowe, w tym elementy uzbrojenia pod-, na- i nadziemnego, obszary zabudowane i in. w pasie wzdłuż osi sieci,

- uzupełnienie o elementy paszportyzacji sieci, w tym:
  - profile,
  - odległości między elementami sieci i terenu,
  - kolizje i zbliżenia elementów sieci z obiektami terenowymi.

Rejestracja zdarzeń

Wizualizacja stanu pracy sieci na podstawie rejestru stanu zdarzeń z systemów klasy SCADA.

Planowanie przedsięwzięć eksploatacyjnych i inwestycyjnych

Wizualizacja danych o terenie, takich jak:

- granice jednostek terytorialnych, przez które przechodzi sieć,
- granice działek ewidencyjnych wg stanu na gruncie wraz z numerami i danymi o właścicielach wzdłuż osi sieci i na obszarze stacji,
- granice budynków i innych zabudowań wzdłuż osi sieci i na obszarze stacji,
- obiekty terenowe, w tym elementy uzbrojenia pod-, na- i nadziemnego, obszary zabudowane i in. w pasie wzdłuż osi sieci,
- Wizualizacja elementów paszportyzacji sieci, w tym:
  - profile,
  - odległości między elementami sieci i terenu,
  - kolizje i zbliżenia elementów sieci z obiektami terenowymi.

Zarządzanie dokumentacją

Uzupełnienie zasobu o dokumenty właściwe dla systemu GIS, takie jak:

- mapy,
- profile,
- wizualizacje 3D.

Wspomaganie procesu decyzyjnego przy opiniowaniu planów zabudowy w obszarze sieci.

Zarządzanie pracami

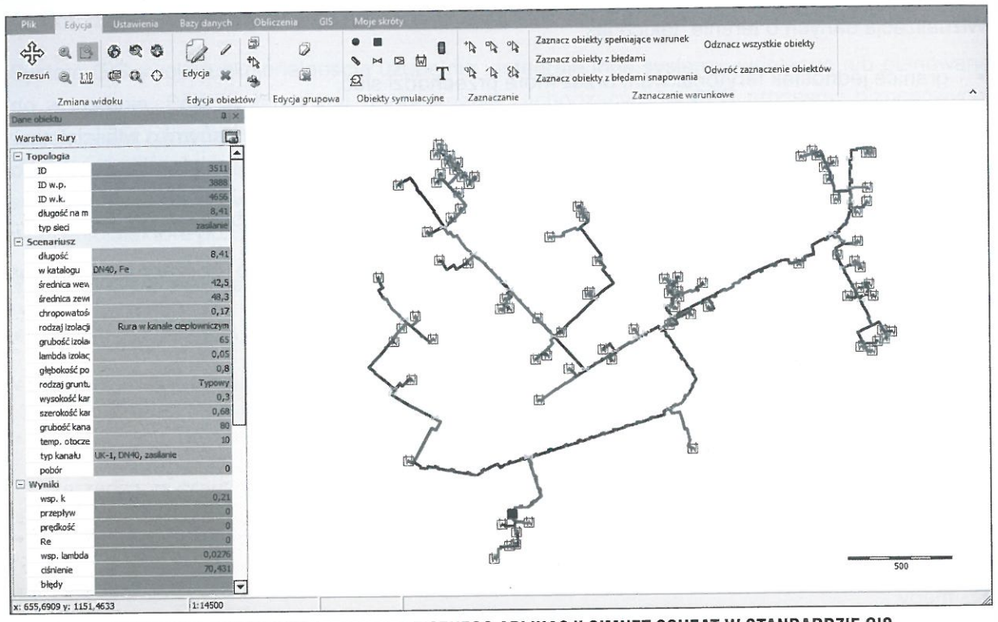
Wspomaganie planowania wyłączeń w zakresie:

- obrazowania stref wyłączeń,
- koordynacji wyłączeń,
- wizualizacji wyłączeń.

Wspomaganie likwidacji awarii w zakresie udostępniania danych i dokumentów, zgromadzonych w systemach GIS, SCADA

5. Badania symulacyjne sieci

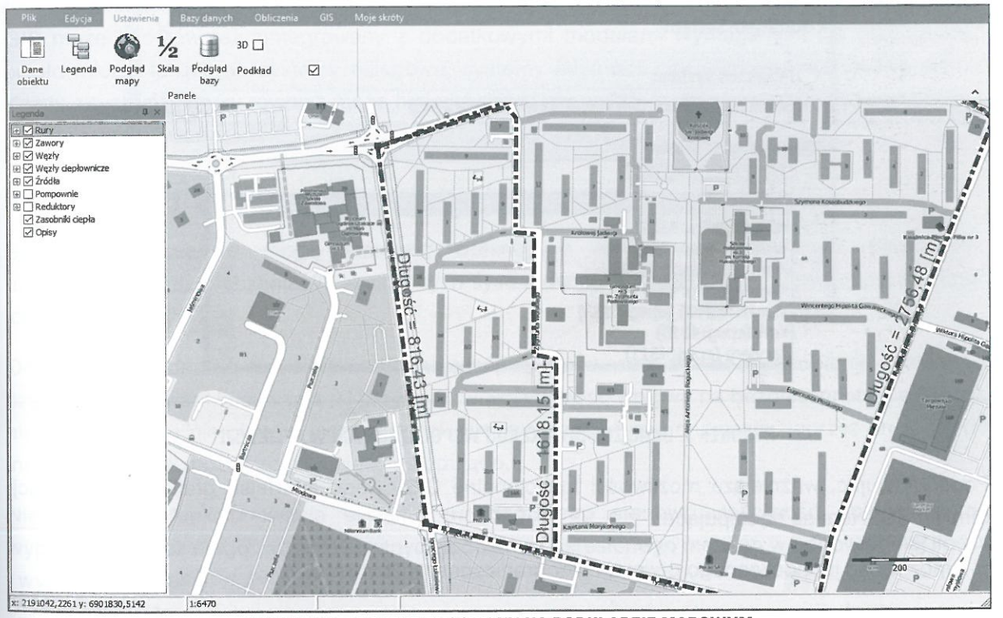
W celu zwiększenia możliwości wykorzystania systemu GIS w przedsiębiorstwach ciepłowniczych powinien być on zintegrowany z odpowiednim modułem obliczeniowym służącym do wykonywania analiz hydraulicznych oraz cieplnych. Współpraca GIS-u z takim modułem daje pełną informację o stanie sieci w przeszłości, obecnie a także pozwala na przeprowadzenie symulacji przyszłych stanów. Przykładem takiego modułu obliczeniowego jest aplikacja SimNet SSHeat [2], [5], która dzięki współpracy z GIS-em pozwala na uzyskanie dodatkowych informacji o sieci potrzebnych z punktu widzenia operatora systemu ciepłowniczego.



RYSUNEK 1. WIDOK INTERFEJSU GRAFICZNEGO APLIKACJI SIMNET SSHEAT W STANDARDZIE GIS

Aplikacja SimNet SSHeat jest symulatorem sieci ciepłowniczej pozwalającym na prowadzenie obliczeń sieci o dowolnej strukturze topologicznej. W celu wykonania symulacji w pierwszej kolejności należy zbudować w programie odpowiedni model sieci, który będzie odzwierciedleniem jego rzeczywistej topologii. Model sieci może być wprowadzany zarówno ręcznie jak i automatycznie poprzez import odpowiednich plików wektorowych zawierających informację o strukturze sieci. Większość potrzebnych danych może zostać pozyskana właśnie z systemu GIS. Każda struktura sieci składa się z warstw zawierających poszczególne elementy sieci ciepłowniczej takie jak: rury, węzły sieciowe (miejsca połączenia rur), źródła ciepła, węzły ciepłownicze, zawory odcinające, zawory redukcyjne, opisy oraz inne zdefiniowane przez użytkownika. Aplikacja daje możliwość modyfikacji oraz rozbudowy istniejących pól warstw w celu dostosowania programu do potrzeb użytkownika. Można dzięki temu dodać do bazy dodatkowe dane takie jak informacje o awariach w sieci, dane kontaktowe odbiorców ciepła czy wartości rzeczywistych pomiarów wybranych parametrów. Wprowadzanie danych do programu również może zostać przeprowadzone automatycznie poprzez import wartości w dowolnej bazy danych. Takie rozwiązanie pozwala w prosty i szybki sposób przygotować projekt sieci do pracy. Kolejnym etapem jest uruchomienie symulacji i kalibracja modelu. Etap ten polega na dopasowaniu zmiennych modelu w taki sposób aby wartości poszczególnych parametrów były porównywalne z wartościami tych samych parametrów odczytanymi z pomiarów.

Efektem końcowym tego etapu jest pełna informacja o parametrach hydraulicznych oraz cieplnych sieci. Może zostać ona wykorzystana na kilka sposobów a najczęstsze to weryfikacja inwentaryzacji obiektów i ich parametrów (średnice rur, zamknięcia zaworów itp.) oraz uzyskanie informacji o parametrach sieci w miejscach gdzie nie jest ona opomiarowana. Podczas pracy dla rzeczywistych sieci aplikacja wielokrotnie pozwoliła na weryfikację wprowadzonych informacji i wykrycie zamkniętych zaworów lub błędnie wprowadzonych wartości średnic rurociągów. Uzyskane w taki sposób wyniki dotyczą przeszłych oraz obecnych stanów pracy sieci. Program pozwala również na przebadanie pracy sieci w przyszłości dla prognozowanych wartości parametrów. Analiza taka pozwala zawczasu zareagować w przypadku przyszłych problemów z ciśnieniem w sieci lub sprawdzić parametry sieci w przypadku podłączenia do niej nowych odbiorców, jeszcze przed wszelkimi pracami przyłączeniowymi. Na podstawie uzyskanych wyników można również określić przeciążone lub niedociążone odcinki sieci. Taka informacja jest szczególnie przydatna podczas prac remontowych lub planowania podłączenia kolejnych odbiorców do sieci. Operator systemu bazując na otrzymanych informacjach jest w stanie zminimalizować koszty remontu dobierając średnice rur zgodnie z zapotrzebowaniem sieci bez potrzeby zbędnego ich przewymiarowania.

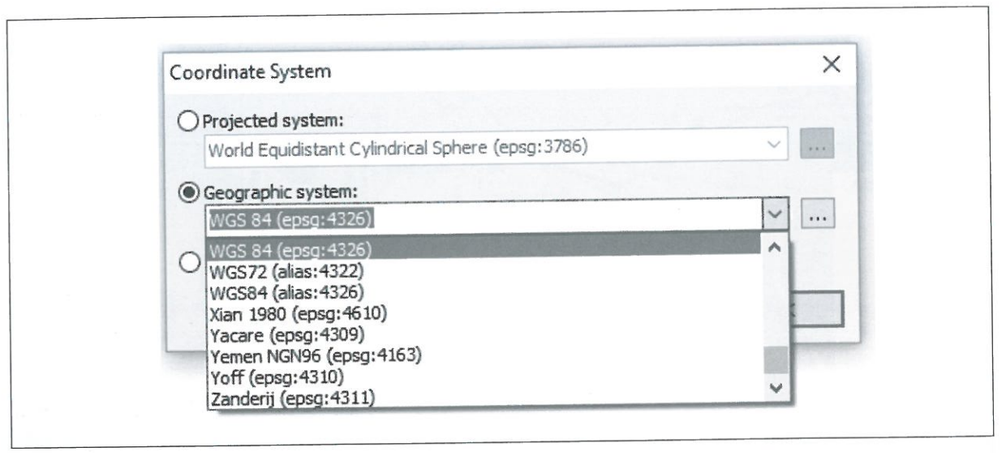


RYSUNEK 2. PROJEKT RYSOWANY NA PODKŁADZIE MAPOWYM

Praca w aplikacji SimNet SSSHeat jest bardzo intuicyjna i nie wymaga dłuższego przygotowania lub szkolenia. Użytkownik ma do wyboru wiele możliwości modyfikacji sieci od dodawania i usuwania pojedynczych lub grupowych obiektów, przez modyfikację ich parametrów a na zmianie położenia kończąc. Każdy wprowadzany do programu element sieci posiada swoje współrzędne, które podobnie jak w aplikacji GIS-owej pozwala na jednoznaczne określenie jego położenia w przestrzeni. Zastosowanie geograficznego układu współrzędnych pozwala na zgranie różnych warstw i podkładów geodezyjnych z mapą projektu. Aplikacja posiada własny zestaw map miejskich dzięki czemu użytkownik może wrysowywać sieć bez potrzeby dysponowania własnymi podkładami geodezyjnymi. Użycie map w projekcie pozwala na zorientowanie się w terenie podczas pracy z aplikacją. Informacje takie mogą być użyte na przykład podczas awarii ciepłociągu, gdzie operator programu może przekazać odpowiednim służbom miejsce awarii sieci odczytane z programu

albo za pomocą współrzędnych geograficznych albo za pomocą charakterystycznych punktów w terenie. Poza własnymi mapami w programie znajdują się również edytowalne katalogi rur, kanałów ciepłowniczych oraz pomp. Raz zdefiniowane obiekty mogą być później wykorzystywane w projektach przyspieszając uzupełnianie danych o sieci.

Informacje o obiektach mogą być wyświetlane w pojedynczym oknie dla danego obiektu lub w bazie danych dla wszystkich obiektów podzielonych na warstwy. Pozostałe okna które występują w aplikacji to: skala, podgląd mapy (aktualne miejsce widoku mapy na całościowym planie projektu) oraz legenda. Okno legendy zawiera wyszczególnione wszystkie warstwy w aplikacji i pozwala na ich obszerną edycję. Edycja dotyczy wyświetlania obiektów w zależności od przyjętych kryteriów, zmiany ich wielkości i symbolu, wyświetlania etykiet z parametrami oraz ustawienia renderów, czyli graficznej reprezentacji określonych wartości. W legendzie można również zmienić układ współrzędnych poszczególnych warstw. Daje to użytkownikowi możliwość ustawienia właściwego układu współrzędnych dla różnych warstw łącząc je tym samym w jeden spójny graf.



RYSUNEK 3. OKNO ZMIANY UKŁADU WSPÓŁRZĘDNYCH W APLIKACJI

Podsumowując, ważniejsze możliwości funkcjonalne GIS-owego interfejsu graficznego aplikacji SimNet SSSHeat są następujące:

- możliwość jednoczesnego otwarcia nieograniczonej liczby warstw,
- wyświetlanie dowolnych warstw użytkownika:
  - pliki wektorowe GIS: SHP, TAB, MID/MIF, DXF, DNG oraz warstwy wektorowe OPENGIS z bazą danych SQL,
  - pliki do rejestracji obrazów rastrowych: GeoTIFF, Word File, TAB,
  - pliki graficzne: GIF, TIFF, JPEG, PNG, BMP,
- możliwość modyfikacji struktury sieci (dodawanie, usuwanie obiektów) oraz edycja wartości atrybutów pojedynczych obiektów i grup obiektów,
- gradientowanie kolorem i rozmiarem etykiet i obrazów, zmiany wyglądu (kolor, styl, wypełnienie, obramowanie, symbole, przezroczystość, itp.),
- import danych alfanumerycznych z zewnętrznych baz danych,
- raporty,

- eksport mapy (warstw GIS)
- projektowanie i modyfikacja bazy danych z poziomu aplikacji
- wydruk i plotowanie mapy.

Wykorzystanie GIS-u w ciepłownictwie w obecnej epoce cyfryzacji jest rzeczą wymaganą. Elektroniczny obieg dokumentów przyspiesza prace i pozwala na szybką weryfikację wprowadzanych danych. Zwykłe informacje zawarte w bazie danych są znacznie ograniczone w stosunku do możliwości jakie daje GIS. GIS pozwala na wykonywanie zaawansowanych zapytań do aplikacji powiązanych z informacją przestrzenną. W przypadku awarii sieci można szybko zlokalizować miejsce awarii na mapie wprowadzając współrzędne geograficzne lub podając najbliższy adres. Następnie można wyświetlić obszar, który może być dotknięty skutkami awarii na przykład zalany wodą w określonym promieniu od miejsca awarii lub odcięty od dostaw ciepła w obrębie najbliższych zasuw. Zapytania oraz ich graficzna prezentacja na mapie pozwala także zobrazować wielkość odbiorów ciepła w danym obszarze, nanieść na mapę plany rozbudowy poszczególnych terenów miasta i zawczasu zaplanować rozbudowę sieci dopasowaną do jej przyszłego obciążenia. GIS może być również zintegrowany z dodatkowymi modułami wymaganymi do obsługi sieci ciepłowniczej takimi jak systemy bilingowe, systemy telemetrii czy zdalnego sterowania siecią. Każdy z tych systemów również może być wykorzystany w GIS-ie do wykonania różnego rodzaju analiz czy zestawień.

6. Zarządzanie ryzykiem

Systemy rurociągowe mogą stanowić potencjalne niebezpieczeństwo dla środowiska, użytkowników oraz otoczenia. W analizie tych systemów należy uwzględnić ocenę niezawodności ich funkcjonowania.

Ocena niezawodności funkcjonowania najczęściej sprowadza się do zagadnienia określania częstotliwości awarii i usuwania jej przyczyn. Niezawodność wpływa na bezpieczeństwo systemu, ale bezpośrednio nie określa jego wartości. Niezawodność funkcjonowania poprzez analogię do innych systemów można zdefiniować następująco.

Niezawodność funkcjonowania systemu rurociągowego stanowi właściwość polegającą na wypełnianiu przez niego zadań związanych z dostawą określonego medium w odpowiedniej ilości, i wymaganej jakości.

Z bezpieczeństwem związane są bezpośrednio:

- zdarzenia niepożądane,
- zagrożenia,
- straty.

Zdarzenia niepożądane utożsamiane są ze stanem zawodności bezpieczeństwa systemu, wywołujących zagrożenia dla chronionych dóbr.

Jako miarę charakteryzującą poziom bezpieczeństwa wykorzystuje się ryzyko które określa prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia i związanych z nim strat.

Awarii w systemach rurociągowych nie można całkowicie wyeliminować. Są to systemy rozległe, składające się z wielu oddzielnych podsystemów pracujących w różnych zmieniających się warunkach. Ryzyko wystąpienia awarii jest zjawiskiem powszechnym jednak znajomość tego ryzyka i zarządzanie nim pozwala w znacznym stopniu zmniejszyć częstotliwość wystąpienia zdarzeń niepożądanych i ograniczyć niepożądane skutki ich wystąpienia.

Zarządzanie ryzykiem rozumie się jako podejmowanie działań mających na celu;

- rozpoznanie,
- ocenę
- sterowanie ryzykiem
- kontrolę podjętych działań.

Celem zarządzania jest ograniczanie ryzyka oraz zabezpieczanie się przed jego skutkami. Celem rozpoznania – identyfikacji jest określenie rodzajów ryzyka, które wiążą się z rozważaną inwestycją. Ich prawidłowe rozpoznanie jest o tyle istotne, że umożliwia inwestorowi podjęcie działań mających na celu zabezpieczenie się przed nimi lub ich redukcję.

Oceny ryzyka dokonuje się stosując różne mierniki. Ich wybór zależy od rodzaju ryzyka jakie podlega ocenie. Dzięki kwantyfikacji możliwe jest wskazanie tych czynników ryzyka, na które należy zwrócić szczególną uwagę.

Sterowanie ryzykiem rozumie się jako podejmowanie działań mających na celu ograniczenie ryzyka do dopuszczalnych rozmiarów. W sterowaniu ryzykiem wyróżnić można dwa zasadnicze podejścia:

- aktywne polegające na oddziaływaniu na przyczyny ryzyka oraz
- pasywne, koncentrujące się na zabezpieczaniu przed ewentualnymi stratami.

Analiza ryzyka może być przeprowadzona bądź za pomocą metody ilościowej bądź za pomocą metody jakościowej. Metody ilościowe pozwalają na bardziej racjonalną ocenę, porównanie i działanie na rzecz bezpieczeństwa niż metody jakościowe. Są jednak znacznie trudniejsze w stosowaniu i wymagają znacznie większej liczby informacji wejściowych. Do prowadzenia ilościowej analizy ryzyka konieczne jest posiadanie odpowiedniego modelu - probabilistycznego modelu ryzyka, który powinien się składać z:

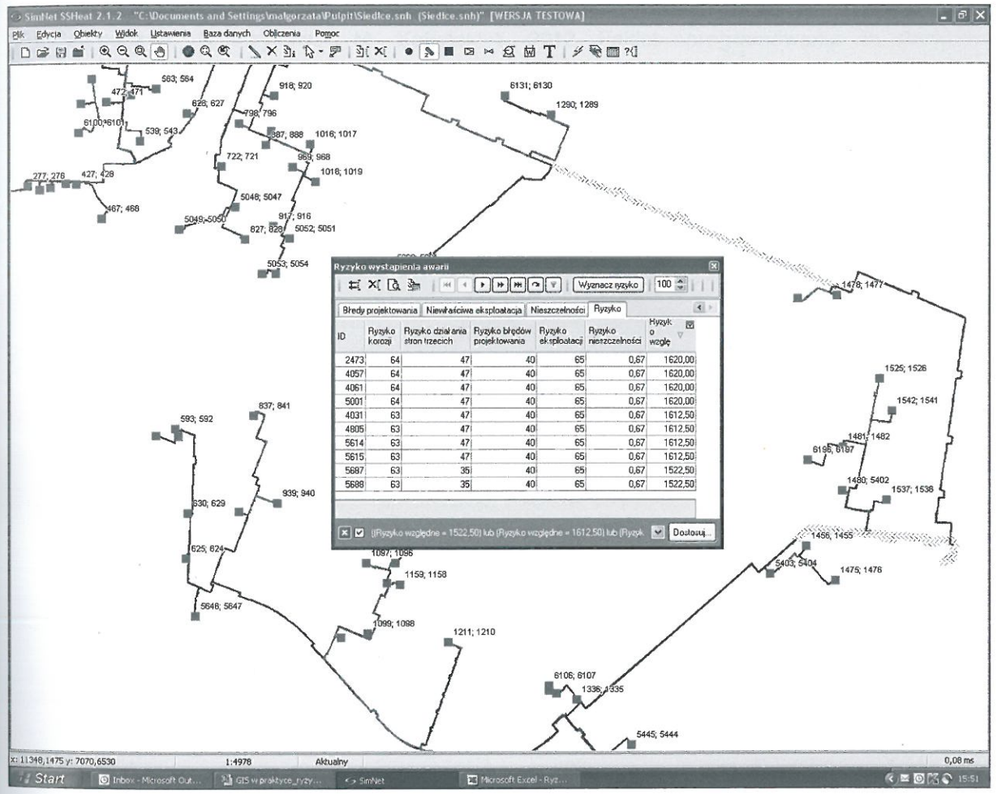
- modelu zagrożeń, umożliwiającego wyznaczenie miar zagrożeń,
- modelu niezawodności, umożliwiającego wyznaczenie odpowiedniego prawdopodobieństwa zdarzeń niepożądanych,
- relacji między tymi modelami.

Metody jakościowe należą do zgrubnych metod analizy ryzyka. Jakościowe szacowanie ryzyka jest najczęściej subiektywną oceną opartą na dobrych praktykach i doświadczeniu. Wynikiem takiego szacowania są listy zagrożeń wraz z relatywnym rankingiem ryzyka. W metodach jakościowych ryzyko i potencjalne skutki jego wystąpienia są prezentowane opisowo. Przykładem jakościowej metody oceny ryzyka jest metoda Muhlbauera [4]. Może ona być z powodzeniem wykorzystywana do szacowania ryzyka w sytuacji gdy brak danych wejściowych nie pozwala na skonstruowanie dokładnego modelu probabilistycznego.

W wyniku szacowania ryzyka eksploatacyjnego sieci ciepłowniczej, każdemu jej odcinkowi zostaje przypisana jedna liczba określająca Całkowity Indeks Ryzyka (CIR). W zależności od wartości CIR, system kwalifikuje oceniany odcinek do jednej z kilku kategorii ryzyka i „doradza" operatorowi, jakie działania w stosunku do niego powinien podjąć.

Dane pochodzące z analizy ryzyka są prezentowane na istniejących mapach cyfrowych sieci gazowych (wizualizacja ryzyka-mapa ryzyka sieci w standardzie GIS). Punktem wyjściowym jest program komputerowy oceniający poziom ryzyka (w wersji punktowej) każdego elementu sieci, wykorzystujący bazę danych oraz interfejs graficzny pakietu symulacyjnego.

Na rysunku 4 przedstawiono widok ekranu z tabelą wyników oceny poziomu ryzyka sieci ciepłowniczej [3]. Zaznaczone przewody linią kropkową charakteryzują się najwyższą wartością CIR.



RYSUNEK 4. WIDOK SIECI CIEPŁOWNICZEJ Z ZAZNACZONYMI ODCINKAMI PRZEWODÓW O NAJWYŻSZEJ WARTOŚCI CIR [3]

7. Podsumowanie

Przedsiębiorstwa komunalne w tym ciepłownicze powinny sięgnąć po możliwości jakie daje im GIS. GIS jest odpowiednią platformą do zbierania i obróbki danych geograficznych, czyli związanych z majątkiem przedsiębiorstwa oraz jego klientami. Możliwość zintegrowania z innymi modułami w tym z modułem obliczeniowym symulacji sieci pozwala na kompleksowe zarządzanie przedsiębiorstwem i dostarczanie wszelkich wymaganych informacji o sieci. Testowanie przepustowości sieci, planowanie jej rozbudowy, sprawdzanie wariantów pracy sieci na wypadek awarii, symulacja zwiększonego zapotrzebowania na ciepło – to wszystko może być wykonane bezpiecznie za pomocą symulatora sieci, który bardzo dobrze współgra z GIS-em. Zastosowanie i wykorzystanie takich rozwiązań pozwala zwiększyć nowoczesność przedsiębiorstwa, niezawodność oraz atrakcyjność pod kątem oferowanych usług. Odpowiednie rozpoznanie problemów sieci lub optymalna jego rozbudowa daje możliwość zwiększenia zysków i minimalizacji strat przedsiębiorstwa.

Bibliografia

[1] Burrough P.A., McDonnell R. 1998. "Principles of Geographical Information Systems", Oxford University Press

[2] Kwestarz M. 2011. „Analiza wpływu zasobnika ciepła na parametry pracy sieci ciepłowniczej", rozprawa doktorska, Politechnika Warszawska

[3] Kwestarz M. 2016. „GIS w praktyce - analiza ryzyka w eksploatacji systemów rurowych na przykładzie sieci ciepłowniczej" – wystąpienie na konferencji Technologie energetyczne-paliwa odnawialne i konwencjonalne, Ciechanów 28.04.2016r.

[4] Muhlbauer K.W, w tłumaczeniu Andrzeja Osiadacza. 2013. „Zarządzanie ryzykiem w eksploatacji rurociągów", wydawnictwo Fluidsystems

[5] Osiadacz A., Chaczykowski M., Kotyński Ł. 2012 „Pakiet oprogramowania do statycznej symulacji sieci ciepłowniczych" Ogrzewnictwo, Ciepłownictwo, Wentylacja, 12 :526-529