

Jakub Badowski
Instytut Nafty i Gazu, Kraków

Wizualizacja ryzyka eksploatacyjnego gazociągów w wybranym systemie informacji geograficznej (GIS)

Wprowadzenie

System SOREG[®] został opracowany w ramach projektu badawczo-rozwojowego – przedsięwzięcia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego Inicjatywa Technologiczna 1 (nr projektu 13 322) w latach 2007-2009 [1]. Od tego czasu jest stale rozwijany i adaptowany do potrzeb potencjalnych odbiorców. W lutym 2010 r. podpisano umowę z firmą EuRoPol GAZ S.A. obejmującą dwuetapowe wdrożenie systemu SOREG[®]. Operatorzy z ww. firmy przez 12 miesięcy testowali tę aplikację, znajdującą się fizycznie na serwerze Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie. W tym czasie mieli oni możliwość wnoszenia uwag (zarówno funkcjonalnych, jak i odnoszących się do modelu punktowego), które były na bieżąco rozpatrywane przez twórców aplikacji i wprowadzane do systemu. Po tym okresie system wraz z bazą danych został przeniesiony na serwer firmy EuRoPol GAZ S.A. i oddany pod opiekę tamtejszego administratora systemów informatycznych. W czerwcu 2010 r. Urząd Patentowy RP udzielił na rzecz Instytutu Nafty i Gazu prawa ochronnego Nr 228815 na znak towarowy „SOREG”.

System komputerowy SOREG[®] został opracowany jako aplikacja internetowa w języku PHP, wykorzystując skrypty języka JavaScript, kaskadowe arkusze stylów CSS, język XHTML oraz bazę danych MySQL [7]. Zakłada się, że powinien on być instalowany na serwerze z systemem operacyjnym GNU/Linux, zawierającym serwery Apache i MySQL. Z punktu widzenia funkcjonalności istnieją dwa rodzaje użytkowników systemu: administrator i operator. Do administratora systemu należy zarządzanie kontami operatorów (m.in. dodawanie, usuwanie i nadawanie uprawnień) oraz zarządzanie mo-

delem punktowym. Operatorów może być wielu, przy czym ich głównym zadaniem jest dokonywanie ocen odcinków gazociągów. W wyniku szacowania ryzyka eksploatacyjnego gazociągu, każdemu jego odcinkowi zostaje przypisana jedna liczba określająca Całkowity Indeks Ryzyka (CIR). W zależności od wartości CIR, system kwalifikuje oceniany odcinek do jednej z pięciu kategorii ryzyka i „doradza” operatorowi, jakie działania w stosunku do niego powinien podjąć [2].

Szczegółowe informacje na temat systemu oraz wersja demo są dostępne na oficjalnej stronie wspomaganiana i rozwoju projektu SOREG[®]: <http://soreg.inig.pl>.

Systemy Informacji Geograficznej

System GIS (*Geographic Information System* – nazwa zamienna: System Informacji Przestrzennej) to narzędzie informatyczne służące do gromadzenia, analizy i prezentacji danych dotyczących rozległych obiektów, w aspekcie ich lokalizacji geograficznej – w szczególności na powierzchni Ziemi. Aplikacja GIS łączy znane i sprawdzone technologie baz danych (rozwinęte standardy gromadzenia, wyszukiwania i analizy danych) ze znacznymi korzyściami, jakie daje wizualizacja i łatwość analizy informacji przedstawionych na mapach. Realizacja GIS za pomocą współczesnych technologii informatycznych umożliwia bardzo elastyczne posługiwanie się takim narzędziem. Cyfrowe mapy oferują m.in.: dobór warstw aktualnie wyświetlanych na mapie, szybkie wyszukiwanie informacji o obiektach, swobodną nawigację (czyli przesuwanie widocznego obszaru), skalowanie mapy oraz wiele innych. Ponieważ wszystkie informacje zapisane są w bazie da-

nych, zatem istnieje łatwa możliwość ich aktualizacji. Do implementacji GIS przyjmuje się najczęściej architekturę klient/serwer. Oznacza to scentralizowane przechowywanie danych, co zapewnia ich spójność, natomiast dostęp do danych (odczyt) – najczęściej w postaci map cyfrowych – może być rozproszony i nieograniczony (np. przez sieć Internet). W zależności od wymagań, stosuje się różne sposoby ograniczenia dostępu do danych osobom nieupoważnionym (np. uwierzytelnianie, hasła dostępu itp.).

Systemy Informacji Przestrzennej wykorzystywane są od wielu lat we wszystkich dziedzinach, w których analizuje się informacje nieodłącznie związane z lokalizacją obiektów na Ziemi, zatem sieć gazowa – jako obiekt rozległej infrastruktury – bardzo dobrze nadaje się do prezentacji w GIS.

Cele

Celem niniejszej publikacji jest analiza możliwości wykorzystania Systemu Informacji Przestrzennej (GIS) do zarządzania ryzykiem eksploatacyjnym gazociągów. Zakres pracy obejmuje przygotowanie odpowiedniego środowiska informatycznego dla tego zadania, opracowanie

sposobu reprezentacji graficznej obiektów sieci gazowej oraz przedstawienie wyników oceny ryzyka eksploatacyjnego dla odcinków gazociągów. Dane pochodzące z analizy ryzyka są prezentowane na istniejących mapach cyfrowych sieci gazowych (wizualizacja ryzyka). Punktem wyjściowym jest opracowana niezależnie metoda oceny ryzyka eksploatacyjnego gazociągów zaszyta w aplikacji SOREG® [1] oraz uproszczona mapa cyfrowa wybranego gazociągu. Ponieważ branża gazownicza używa różnych systemów informacji przestrzennej, praca zakłada łatwość adaptacji dla konkretnego użytkownika systemu GIS w gazownictwie.

Zakres pracy obejmuje:

- opracowanie sposobu reprezentacji graficznej obiektów sieci gazowej w sposób najbardziej praktyczny z punktu widzenia analizy ryzyka,
- przedstawienie wyników oceny ryzyka dla odcinków gazociągów w wybranym programie typu GIS – stworzenie map ryzyka,
- przystosowanie aplikacji *System Oceny Ryzyka Eksploatacyjnego Gazociągów* do pracy z wybranym systemem GIS (Quantum GIS jako klient aplikacji SOREG®).

Wolne oprogramowanie w geoinformatyce

Termin *Open Source* (ang. otwarte źródło) ostatnio zyskał dużą popularność. W dzisiejszych czasach niemal każdy użytkownik domowego komputera korzysta z tzw. „wolnego oprogramowania” (WO), niejednokrotnie nawet o tym nie wiedząc. W większości przypadków konsumentami WO są jednak ludzie w pełni świadomi korzyści płynących z rozbudowanej funkcjonalności otwartych projektów oraz doceniający ich darmowość. Obok wspomnianego terminu *Open Source* funkcjonuje również mniej popularne pojęcie – *free software* (ang. darmowe oprogramowanie). Niektórzy autorzy stosują te terminy zamiennie dla określenia tej samej grupy darmowego i wolnego oprogramowania, a inni dokonują między nimi rozgraniczenia. Oficjalnie oba te nurty istnieją pod wspólną nazwą FLOSS (ang. *Free Libre/Open Source Software*) [5]. Mimo że takie oprogramowanie charakteryzuje się swobodnymi zasadami użytkowania i modyfikacji, jest ono objęte zapisami licencyjnymi. Chcąc korzystać

z wolnego oprogramowania w sposób całkowicie zgodny z prawem należy koniecznie zapoznać się z treścią takiej licencji, zaakceptować jej postanowienia oraz bezwzględnie ich przestrzegać. Istnieje kilkadziesiąt rodzajów licencji nakładanych na oprogramowanie *Open Source*. Najpopularniejsze z nich to:

- GNU General Public License,
- GNU Lesser General Public License,
- X11 (MIT),
- BSD (Berkeley Software Distribution License).

Na przestrzeni ostatnich lat powstało wiele projektów *Open Source* realizujących zagadnienia związane z geoinformatyką – na szczególną uwagę wśród nich zasługują:

- GDAL,
- SharpMap,
- PostgreSQL z dodatkiem PostGIS,
- MapWinGIS,
- Npgsql.

Quantum GIS – opis produktu

Zarys historyczny

Quantum GIS (QGIS) powstał w 2002 roku jako przeglądarka GIS dla platformy Linux. Początkowo był rozwi-

jany przez Garego Shermana, ale już w 2004 roku został włączony do inkubatora Open Source Geospatial Foundation. Wydanie pierwszej stabilnej wersji (1.0) przypada

na styczeń 2009 roku. W pierwotnym zamyśle produkt ten miał służyć wyłącznie do wizualizacji danych PostGIS, jednak szybko stał się pełnowartościowym, przyjaznym dla użytkownika, otwartym i darmowym oprogramowaniem GIS. Quantum GIS może pracować na platformach GNU/Linux, Unix, Mac OSX oraz MS Windows. Jest dostępny bezpłatnie, na licencji GNU General Public License [4].

Charakterystyka

Za pomocą programu Quantum GIS można przeglądać, wyświetlać, edytować i tworzyć dane wektorowe, rastrowe oraz bazodanowe w różnych formatach, takich jak: ESRI shapefile, MapInfo tab, przestrzenne dane PostgreSQL/PostGIS, wektorowe i rastrowe warstwy GRASS-a czy GeoTiff. Poza tym QGIS posiada możliwość wyświetlania warstw OGC: WMS i WFS, a dzięki integracji z systemem GRASS daje możliwość wykonywania zaawansowanych analiz. Przydatnym narzędziem jest mechanizm wtyczek, który pozwala łatwo rozbudowywać funkcjonalność programu, a także dostosować go do indywidualnych potrzeb użytkownika. Przy standardowej instalacji QGIS zawiera szereg wtyczek, dzięki którym można kalibrować rastry, importować dane z plików tekstowych lub przesyłać trasy z urządzeń GPS. Wtyczki pisane są w językach Python lub C++, a ich zarządzanie odbywa się przez Menadżera wtyczek.

Zaletą Quantum GIS jest bardzo dobra dokumentacja. Na przestrzeni lat 2004-2010, czyli od momentu wydania wersji 1.0 do najnowszej, stabilnej (w chwili pisania niniejszej publikacji była to wersja 1.6.0), powstawał obszerny przewodnik użytkownika [6]. Dokument ten zawiera m.in. opis interfejsu użytkownika, ćwiczenia wprowadzające do programowania QGIS, uwagi odnośnie kompilacji i wiele więcej. Dzięki dużej ilości zrzutów ekranowych mogą z niego korzystać nawet początkujący użytkownicy. Przewodnik ten jest dostępny w wersji anglojęzycznej na

głównej stronie internetowej projektu Quantum GIS [3]. QGIS cieszy się dużą popularnością w wielu regionach świata. Używają go zarówno profesjonaliści, jednostki rządowe i samorządowe oraz uniwersytety, jak również studenci, amatorzy i hobbisci. Jest szeroko stosowany do różnych zadań; począwszy od prostego wyświetlania danych rastrowych oraz wektorowych, a kończąc na kompleksowych i wyspecjalizowanych analizach. Dzięki Quantum GIS możliwe jest całkowite zastąpienie funkcjonalności programów płatnych lub ich częściowe zintegrowanie. Korzystają z tego małe i duże firmy oraz administracja publiczna. W ostatnim czasie przeprowadzonych zostało kilka migracji z oprogramowania płatnego do QGIS – niektóre są także w trakcie realizacji [4]. Ponieważ funkcjonalność programu QGIS jest zbliżona do popularnych, komercyjnych projektów GIS, a interfejs użytkownika jest bardzo intuicyjny, panuje powszechne przekonanie, że migracja jest stosunkowo łatwa i bezbolesna.

Quantum GIS jest udostępniany bezpłatnie na licencji *Open Source*, dzięki czemu jego popularność wzrasta – szczególnie w krajach rozwijających się. Jest on świetną alternatywą dla użytkowników, którzy nie mogą sobie pozwolić na często kosztowne oprogramowanie komercyjne. Taki stan rzeczy przyczynia się do zacierania różnic w tempie rozwoju społeczeństwa informacyjnego na świecie.

QGIS jest często wykorzystywany przez programistów jako baza do tworzenia całkiem nowych aplikacji GIS-owych. Autorzy oprogramowania piszą również własne wtyczki, które są później gromadzone i udostępniane w specjalnie przygotowanych repozytoriach. Profesjonalne wsparcie programu QGIS zapewniają firmy z wielu krajów Europy (ich pełna lista jest dostępna na stronie internetowej projektu) [3]. Pomoc dla Quantum GIS można otrzymać na oficjalnym, polskim forum projektu oraz poprzez listy mailingowe w języku angielskim.

Komputerowa realizacja przedsięwzięcia

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom i sugestiom osób obecnych na warsztatach na temat aplikacji SOREG® [8], powstała koncepcja wizualizacji wyników funkcjonowania tego programu na mapie GIS. W tym celu przygotowano plan działania, obejmujący następujące etapy:

- wybór, instalację i konfigurację systemu informacji geograficznej, a także przygotowanie warstw wektorowych prezentujących przykładowy gazociąg oraz elementy środowiska i infrastruktury na niego wpływające (m.in. granice państw, podział administracyjny kraju, miasta, rzeki, linie kolejowe, itp.),

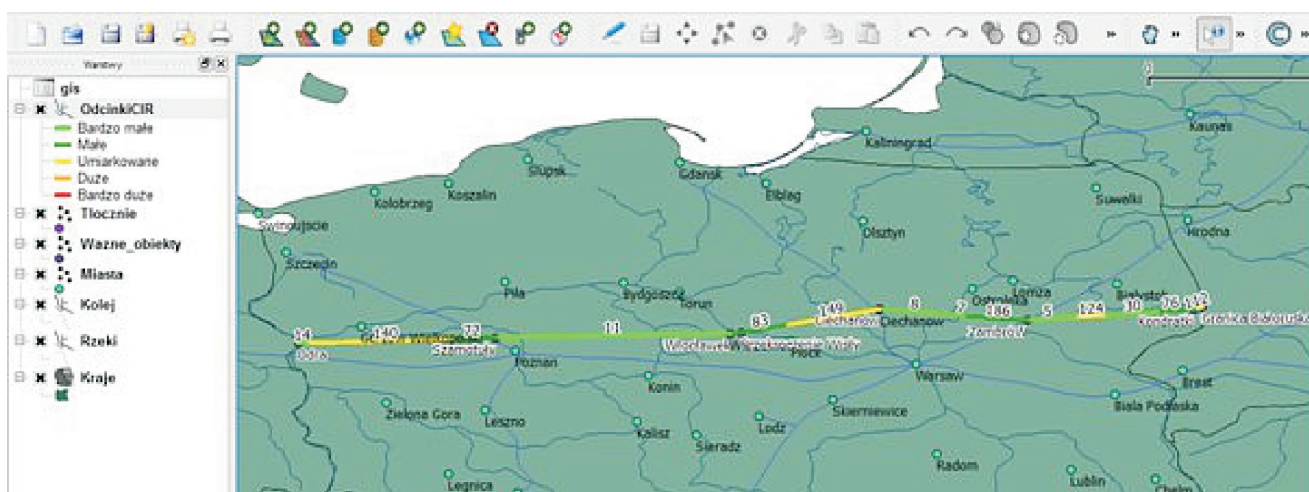
- przystosowanie aplikacji SOREG® do pracy z mapą w programie Quantum GIS oraz konfigurację połączenia QGIS z bazą danych MySQL,
- przetestowanie systemu pod względem funkcjonalności, wykonanie hipotetycznych ocen poszczególnych odcinków gazociągu oraz zaprezentowanie wyników działania systemu.

Analizując wszystkie aspekty uznano, że dla tego przedsięwzięcia najlepszym darmowym klientem GIS jest wspomniany już program Quantum GIS w wersji 1.6.0. – użytkownikom komputerów jego instalacja i konfiguracja

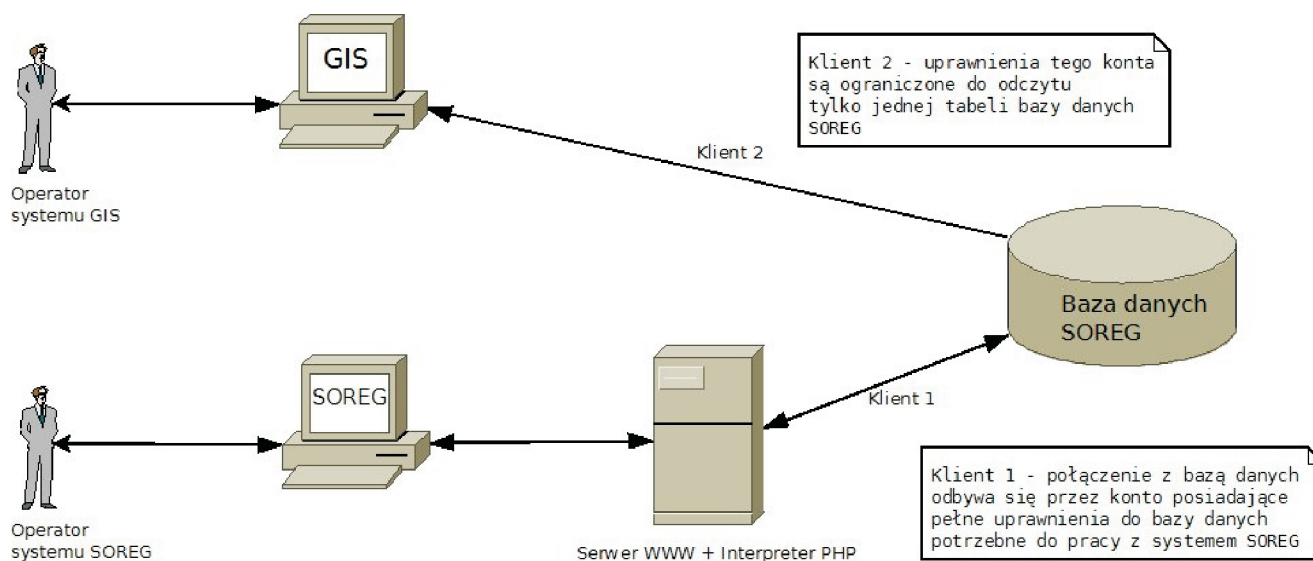
nie powinna sprawiać większych trudności. Zainstalowany program nie posiada żadnych map. Potrzebne warstwy należy wczytać z przygotowanego przez autora katalogu projektu. Spośród nich najważniejsza jest warstwa „Odcinki CIR”, odpowiedzialna za wyświetlanie w odpowiednich kolorach poszczególnych odcinków gazociągu, w zależności od ryzyka eksploatacyjnego jakie posiada dany odcinek. W celu osiągnięcia zamierzonego efektu niezbędne było nawiązanie połączenia programu QGIS z serwerem bazy danych MySQL, na którym znajdują się dane określające ryzyko związane z poszczególnymi odcinkami gazociągu. Dane te są kluczowe dla prawidłowego wyświetlania informacji o odcinkach, ponadto równie istotne dla projektu było pobieranie danych dynamicznie,

aby program mógł uwzględniać wszystkie zmiany w bazie danych MySQL. Na rysunku 1 przedstawiono wizualizację ryzyka dla poszczególnych odcinków wybranego gazociągu. Prezentowane przedziały wartości CIR są hipotetyczne i nie odzwierciedlają danych rzeczywistych.

Dzięki modularnej architekturze projektu nie ma znaczenia fizyczne umiejscowienie obydwu systemów – operator systemu GIS może pracować na komputerze w danej jednostce korzystając z warstwy „Odcinki CIR”, podczas gdy aplikacja SOREG® będzie działać na serwerze zewnętrznym, z którym operatorzy oceniający odcinki będą się łączyć za pomocą przeglądarki internetowej. Schemat komunikacji systemu GIS z aplikacją SOREG® przedstawia rysunek 2.



Rys. 1. Wizualizacja ryzyka eksploatacyjnego w programie Quantum GIS dla przykładowego gazociągu



Rys. 2. Schemat komunikacji systemu GIS z aplikacją SOREG®

Podsumowanie

Sieć gazowa, jako obiekt rozległej infrastruktury, bardzo dobrze nadaje się do prezentacji w systemach informacji przestrzennej, a przedstawiciele branży gazowniczej chętnie z takich systemów korzystają. Są to w przeważającej mierze pakiety komercyjne, m.in. ArcGIS czy Intergraph.

Posiadanie w systemie informacji przestrzennej dodatkowej warstwy prezentującej obraz bezpieczeństwa gazociągu lub całej sieci gazowej jest niewątpliwie dużą zaletą, dzięki czemu operator gazociągu może na bieżąco kontrolować ryzyko eksploatacyjne poszczególnych odcinków w systemie (sieci gazowej), a sposób wyświetlania wyników jest przejrzysty i obrazowy.

W przypadku rozległych sieci gazowych, gdzie oceną ryzyka eksploatacyjnego zajmuje się wielu pracowników, prezentacja wszystkich wyników na jednej mapie w sposób zaproponowany przez autora pozwoli błyskawicznie zlokalizować rejony, gdzie ryzyko eksploatacyjne jest największe. W znaczący sposób usprawni to proces podejmowania decyzji odnośnie kierowania funduszy na remonty i konserwacje poszczególnych odcinków gazociągów lub fragmentów sieci.

Ważnym aspektem niniejszej pracy jest fakt wykorzystania do budowy systemu jedynie darmowego oprogramowania, co ma zarówno zalety jak i pewne mankamenty, niemniej jednak jest alternatywą dla wykorzystywanych w branży gazowniczej rozwiązań komercyjnych. Praca ta ma charakter studialny i jest prototypem demonstrującym możliwości zastosowania narzędzi informatycznych do celów wizualizacji ryzyka eksploatacyjnego gazociągów.

Opisany w tym artykule projekt można łatwo przystosować do różnych systemów typu GIS, dzięki czemu potencjalnemu odbiorcy nie narzuca się konkretnego produktu, a jedynie wskazuje pewne rozwiązanie, które może podłączyć do wykorzystywanego przez siebie systemu informacji przestrzennej. Dla konkretnego odbiorcy powstały system może równie łatwo zostać dostosowany w szczegółach lub rozbudowany, np. w zakresie:

- uwzględnienia na mapach otoczenia gazociągów, czyli obszarów związanych z powstaniem zagrożenia i konsekwencjami awarii (obiekty innych sieci infrastrukturalnych, obszary skupisk ludzkich, obszary chronione),
- wykorzystania narzędzia Map Serwer w celu publikacji wyników działania systemu w internecie.

Artykuł nadesłano do Redakcji 29.09.2011 r. Przyjęto do druku 15.11.2011 r.

Recenzent: dr inż. Andrzej Froński, prof. INiG

Literatura

- [1] Dietrich A., Badowski J.: *System komputerowy oceny stanu technicznego i analizy ryzyka dla dystrybucyjnych sieci gazowych*. Nafta-Gaz nr 11, 2009.
- [2] <http://soreg.inig.pl>
- [3] <http://www.qgis.org/>
- [4] Nowotarska M.: *Wprowadzenie do Quantum GIS*. Szczecin-Wrocław, czerwiec 2009.
- [5] Pokonieczny K.: *Wykorzystanie wolnego oprogramowania w tworzeniu systemów informacji przestrzennej czasu rzeczywistego*. Wolne oprogramowanie w geoinformatyce. Materiały konferencyjne, 12-13.05.2011.
- [6] Quantum GIS, User Guide. 2004-2010, Quantum GIS Development Team.
- [7] Trachtenberg A., Skalar D.: *PHP Receptury*. Wydawnictwo Helion, 2007.
- [8] *Warsztaty na temat systemu oceny stanu technicznego i analizy ryzyka gazociągów dystrybucyjnych*. Kraków, 14 maja 2009.
- [9] Welling L., Thomson L.: *PHP and MySQL. Tworzenie stron WWW*. Wydawnictwo Helion, 2005.



Mgr inż. Jakub BADOWSKI – asystent w Zakładzie Informatyki Instytutu Nafty i Gazu, absolwent Informatyki Stosowanej oraz studiów podyplomowych z zakresu gazownictwa na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Zajmuje się tworzeniem oprogramowania komputerowego wykorzystującego technologie oparte o Internet. Entuzjasta wolnego oprogramowania.