



Ryszard Frydrychowski*, Krzysztof Lipko*

WSPOMAGANIE ZARZĄDZANIA MAJĄTKIEM SIECIOWYM PSE S.A. Z WYKORZYSTANIEM CYFROWEJ MAPY POLSKI

Streszczenie: Przedstawiono zarys koncepcji wykorzystania cyfrowej mapy Polski do prac wspomagających proces eksploatacji i planowania rozwoju systemu przesyłowego. W oparciu o pakiet informatyczny ARC VIEW firmy ESRI i cyfrową mapę Polski, zrealizowano część graficzną wniosku Ministra Gospodarki o uznanie budowy układu przesyłowego Polska–Litwa jako zadania rządowego. Jest to przykład automatyzacji prac przygotowawczych do budowy nowych linii. W referacie omówiono także kilka innych aplikacji systemu informacji przestrzennej ARC VIEW, możliwych do uzyskania po założeniu zintegrowanej bazy danych geograficznych i elektrycznych majątku sieciowego firmy.

Słowa kluczowe: sieć przesyłowa, eksploatacja i planowanie rozwoju, informatyka, GIS — system geograficznej informacji przestrzennej

1. Wstęp

Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. (PSE S.A.) jako koncesjonowany operator systemu przesyłowego są odpowiedzialne z mocy Prawa energetycznego za bezpieczeństwo elektroenergetyczne państwa. Bezpieczeństwo elektroenergetyczne państwa osiąga się poprzez właściwą eksploatację i rozwój Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, a w szczególności poprzez sprawne zarządzanie majątkiem sieciowym.

W PSE S.A. zadania te realizują dyrekcje i spółki zależne zgrupowane w tzw. obszarze sieciowym obejmującym następujące jednostki organizacyjne zarządzania:

- Majątek Sieciowy (MS),
- System Przesyłowy (SP),
- Usługi Sieciowe (US),

* Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A., Biuro Rozwoju, ul. Mysia 2, 00-496 Warszawa

- Przedsięwzięcia Inwestycyjne (PI),
- Spółki z o.o.: PSE — Centrum, Północ, Zachód, Południe, Wschód;

oraz Biuro Rozwoju odpowiedzialne za przygotowywanie programów i koncepcji rozwoju Krajowego Systemu Elektroenergetycznego.

PSE S.A. zgodnie z koncesją prezesa URE zajmują się przesyłaniem energii elektrycznej na obszarze całego kraju, współpracując w tym zakresie z użytkownikami systemu przesyłowego którymi są: elektrownie systemowe, spółki dystrybucyjne, wielcy odbiorcy przemysłowi oraz systemy elektroenergetyczne krajów sąsiednich. Sieć przesyłowa łączy w sposób fizyczny i geograficzny wszystkich swoich klientów. Graf sieci przesyłowej może być wpisany jako jedna z warstw na cyfrowej mapie Polski.

W zależności od precyzji odwzorowania tej warstwy i opisu jej geograficznego otoczenia, cyfrowa mapa Polski odgrywać będzie coraz większą rolę w pracach planistycznych i eksploatacyjnych zarządzania majątkiem sieciowym PSE S.A..

2. Obszary działalności PSE S.A., w których uzasadnione jest wykorzystanie map cyfrowych

Od początku zastosowań techniki cyfrowej (informatyki) w energetyce, tj. od lat 60-tych, wykorzystuje się tzw. cyfrowe modele sieci przesyłowej, pozwalające jednoznacznie opisać topologię sieci oraz przyporządkować zbiorom łuków i węzłów atrybuty elektryczne niezbędne do wyznaczenia elektrycznych stanów pracy sieci.

Na takich modelach opierają się systemy obliczeniowe: przepływów mocy w liniach, poziomów napięć węzłowych, prądów i mocy zwarciovych, równowagi statycznej i dynamicznej, oceny pewności zasilania, kosztów przesyłu i inne. Modele topologiczne okazały się być bardzo przydatne do obliczeń fizyki przesyłu mocy w sieci lecz nie są one wystarczające np. do rozwiązywania zagadnień zarządzania majątkiem sieciowym. W tym obszarze działalności PSE S.A. niezbędne jest odwzorowanie geometryczne przebiegu linii i stacji na podkładach mapowych o odpowiedniej skali, dobranej w zależności od postawionego zadania.

Na przykład dla prezentacji trasy nowej linii wystarczy zastosować skalę 1:50 000, natomiast do analizy zwisów przewodów w linii niewystarczająca jest nawet skala 1:1000. Drugim czynnikiem decydującym o możliwości wykorzystania mapy w programach komputerowych jest jej zdigitalizowany charakter, dzięki czemu dane geograficzne zawarte w nośniku mapowym mogą być bezpośrednio pobierane i przetwarzane w użytkowych systemach informatycznych.

Mapa cyfrowa stosowana w konkretnym zadaniu powinna być wyposażona w warstwy tematyczne, dobrane odpowiednio do wymagań tej właśnie aplikacji.

Spośród wielu możliwych zastosowań map cyfrowych w PSE S.A., w chwili obecnej najważniejszymi wydają się być:

- wspomaganie procesu eksploatacji, tj. przeglądów, konserwacji, przebudowy majątku sieciowego z wykorzystaniem podkładów mapowych 2 i 3 wymiarowych,
- studia tras nowych linii i stacji z uwzględnieniem obejścia przeszkód fizycznych i prawnych,

- wyznaczanie przebiegów tras nowych linii na podkładach map cyfrowych do ujęcia w mpzp gmin,
- opracowanie części graficznej wniosków o uznanie budowy linii energetycznych za zadanie rządowe służące realizacji ponadlokalnych celów publicznych,
- wspomaganie procesu projektowania nowej linii i budowy (rozbudowy) stacji,
- studia zbliżenia tras linii z innymi obiektami przebiegającymi we wspólnych korytarzach infrastrukturalnych,
- wspomaganie negocjacji z właścicielami gruntów do wydania warunków zabudowy (kataster),
- nadzór procesu inwestycyjnego,
- wspomaganie wydawania warunków technicznych przyłączenia nowych podmiotów do systemu przesyłowego,
- analizy niezawodności przesyłu,
- taryfikacja opłat za przyłączenie nowych użytkowników systemu przesyłowego
- integracja informacji geograficznych i zarządzania w ramach systemu MIS firmy.

3. Organizacja systemu wykorzystania map cyfrowych w PSE S.A.

System umożliwiający wykorzystanie map cyfrowych w PSE S.A. powinien być zaprojektowany zgodnie ze standardem GIS (System Informacji Geograficznej) wypracowanym przez czołowe firmy światowe specjalizujące się w produkcji tego typu oprogramowania (np. ESRI, BENTLEY, INTERGRAPH i inne).

System GIS dla PSE (GIS-PSE) powinien składać się z trzech głównych modułów:

1. bazy danych przestrzennych i opisowych,
2. systemu wprowadzania i aktualizacji danych w bazie, umożliwiającego współpracę różnych źródeł danych, akceptację różnych form danych, nośników danych, zapewniającego spójność i odpowiednią jakość danych w bazie,
3. systemu przetwarzania, analizowania, dostarczania i prezentacji danych na rozmaitych nośnikach i na podkładach mapowych.

System GIS- PSE powinien zapewniać realizację następujących funkcji:

1. wprowadzanie danych wektorowych i związanych z nimi danych opisowych o sieci PSE (linie, stacje, wyposażenie, ich relacje i atrybuty opisowe),
2. weryfikację danych poprzez kontrolę relacji geometrycznych i wartości/ relacji danych opisowych,
3. analizy i zestawienia danych geometrycznych i opisowych dla rozmaitych warstw tematycznych i branżowych,
4. integrację danych liczbowych z danymi wektorowymi,
5. możliwość rejestracji zdarzeń eksploatacyjnych (jak np. awarie, remonty planowe, załączenia) wraz w ich historią,
6. możliwość akwizycji danych ruchowych (SCADA, raporty ruchowe),

7. możliwość komunikacji z systemami zarządzania PSE.

System GIS-PSE swym zasięgiem powinien obejmować wszystkie dyrekcje obszaru sieciowego, Biuro Rozwoju oraz spółki eksploatacyjne: PSE-Centrum itd., przy czym aktualizacja danych geometrycznych i opisowych byłaby realizowana w spółkach eksploatacyjnych stosownie do przynależności obszarowej obiektów.

Na wyjściu z systemu GIS-PSE powinny być dostępne w realizacji następujące funkcje:

1. prezentacja danych geometrycznych i opisowych dla rozmaitych warstw o typie elementów: punkt, multilinia (zbiór linii łamanych) multiwielobok (zbiór wieloboków) ze zdefiniowanymi atrybutami opisowymi obejmującymi:
 - powiększanie, pomniejszanie, panoramowanie obszaru mapy,
 - dobór symboli elementów wg potrzeb użytkownika (na podstawie dostępnych w systemie czcionek),
 - pokazywanie/ukrywanie warstw i rastrów wg potrzeb użytkownika oraz ustalanie kolejności ich rysowania,
 - skalowanie symboli oraz automatyczne pokazywanie/ukrywanie warstw,
 - ustawianie żądanej skali mapy,
 - opisywanie elementów na mapie z zawartością wybranego pola danych warstwy,
 - wydruk bieżącej zawartości okna mapy,
 - zapisywanie i odczytywanie bieżącej konfiguracji aplikacji (definicja projektu) do pliku tekstowego;
2. przeglądanie podkładów rastrowych,
3. dołączanie warstw i rastrów do aplikacji, pochodzących z różnych źródeł (przekazywanie danych z systemów wojewódzkich lub z innych branż),
4. analiza wyżej wymienionych typów warstw obejmująca:
 - identyfikację elementów,
 - podświetlanie (selekcja) elementów bieżącej warstwy wyszukiwanych wg różnych kryteriów, oraz operacje na zbiorach selekcji: powiększanie/pomniejszanie zbioru selekcji o wybrane elementy, tworzenie podzbiorów selekcji,
 - selekcja graficzna elementów bieżącej warstwy tj. przez wskazanie elementów, zaznaczenie obszaru, wytyczenie linii łamanej przecinającej selekcyjonowane elementy itp.
 - selekcja elementów bieżącej warstwy na podstawie wyselekcjonowanych elementów innej warstwy oraz kryteriów geograficznych typu: przycinanie się, zawieranie się, wzajemna odległość, zwis,
 - selekcja elementów bieżącej warstwy na podstawie wyrażen logicznych,

- automatyczne ustawianie obszaru mapy do wyselekcjonowanych elementów, co umożliwi szybką ich lokalizację,
 - obliczenia statystyczne dotyczące wyselekcjonowanych elementów dla wskazanych pól opisowych warstwy lub bazy obejmujące: dla pól numerycznych (ilość wartości, sumę, minimalną i maksymalną wartość, odchylenia standardowe), dla pól numerycznych i tekstowych (ilość wartości oraz unikalne wartości występujące w polu wraz z liczbą ich wystąpienia),
 - selekcja elementów liniowych połączonych ze sobą (topologia połączeń — weryfikacja poprawności wektoryzacji),
 - weryfikacja spójności i poprawności danych warstwy;
5. wprowadzanie i edycja danych geometrycznych i opisowych dla warstw tematycznych:
- edycja danych opisowych dla wyselekcjonowanych elementów bieżącej warstwy w dynamicznie tworzonych formularzach umożliwiających wprowadzanie danych z klawiatury lub z list wyboru (słowników katalogów),
 - poruszanie się po rekordach bazy danych wyselekcjonowanych elementów z podświetlaniem geometrii bieżącego elementu, plus ewentualne panoramowanie (automatyczne centrowanie elementu w oknie mapy),
 - edycja danych opisowych wyselekcjonowanych elementów w tzw. trybie kalkulatora, tzn. wpisywanie tej samej wartości do pól dla wszystkich wyselekcjonowanych elementów, co umożliwi szybkie wprowadzanie powtarzających się danych,
 - przeglądanie podświetlanie edycja punktów załamania,
 - reprezentacji geometrycznej wyselekcjonowanych elementów z podglądem automatycznie wyliczanej długości elementu (linie), oraz obwodu i powierzchni (wieloboki),
 - buforowanie zmian edycyjnych odnośnie geometrii i danych opisowych,
 - usuwanie wyselekcjonowanych elementów,
 - dodawanie nowych elementów (wektoryzacja w oknie mapy z możliwościami dociągania elementów do elementów zadanej warstwy, korekty elementów wybranych warstw),
 - kopiowanie wyselekcjonowanych elementów bieżącej warstwy do innej warstwy o tym samym typie elementów z możliwością przepisania danych opisowych dla identycznych pól opisowych,
 - automatyczne budowanie wieloboków w zadanej warstwie z wyselekcjonowanych elementów liniowych bieżącej warstwy,
 - grupowe wprowadzanie współrzędnych i danych opisowych punktów (operatów geodezyjnych) z klawiatury z funkcjami wspomagającymi jak np.: stopniowe odsłanianie współrzędnej poprzednio wprowadzonego punktu przez naciskanie klawisza spacji,

- import współrzędnych oraz danych opisowych punktów (operatów geodezyjnych z pliku tekstowego o typowym formacie przekazywanym przez wykonawców pomiarów geodezyjnych;
6. przeglądanie, edycja, wyszukiwanie informacji w dołączonej bazie danych,
 7. możliwość tworzenia projektów dla wykonawców geodezyjnych na podstawie uprzednio przygotowanych szablonów warstw i słowników danych,
 8. funkcje specjalne dotyczące aplikacji np.:
 - wydruki map,
 - dołączanie raportów wg wymogów użytkownika, opracowanych w języku problemowym np. AVENUE.

System o zbliżonym zakresie funkcji i wykorzystania został opracowany przez firmę HANSLIK LABORATORIUM OPROGRAMOWANIA dla Górnośląskiego Zakładu Energetycznego S.A. w Gliwicach [1] oraz w Stołecznym Zakładzie Energetycznym S.A. STOEN [2].

4. Wstępna realizacja funkcji GIS-PSE w zakresie lokalizacji linii i stacji

Realizując wstępne prace nad wykorzystaniem map cyfrowych w PSE S.A. uzyskano następujące wyniki:

1. Skompletowano stację graficzną o następującej konfiguracji: Jednostka centralna: Intergraph TD300 Pentium PRO 200, zegar 200 MHz, pamięć 64 RAM, monitor Intergraph 21 sd107, karta graficzna Matrox. karta sieciowa 3SCOM, złącze SCSI, napęd CD-ROM, dysk twardy, napęd dyskietek; w skład stacji graficznej wchodzi również: ploter HP DesignJet 650C, drukarka Epson Stylus Color 3000, napęd magnetoptyczny (CD-RECORDER FUJITSU M2513), digitizer SUMMAGRID IV;
2. przeprowadzono serię seminariów z firmami zajmującymi się produkcją i wdrażaniem oprogramowania map cyfrowych w Polsce,
3. nawiązano współpracę z firmą doradcą NEOKART GIS/ESRI POLSKA,
4. uruchomiono licencjonowane oprogramowanie firmy ESRI ARC VIEW oraz mapę cyfrową Polski firmy NEOKART'GIS,
5. przy pomocy tych narzędzi wyplotowano mapy cyfrowe w skali 1:300 tys. województwa podlaskiego i warmińsko-mazurskiego, zawierające następujące warstwy tematyczne:
 - granice gmin, powiatów, województw,
 - zbiorniki wodne, rzeki, jeziora,
 - lasy, parki narodowe i krajobrazowe,
 - drogi główne i wojewódzkie,
 - linie kolejowe,

- miejscowości — siedziby gmin, powiatów, województw,
- trasę projektowanych linii 400 kV tworzących Układ Przesyłowy Polska–Litwa.

Mapy powyższe stanowią tzw. część graficzną wniosku o uznanie budowy układu przesyłowego 400 kV Polska–Litwa jako zadania rządowego służącego realizacji ponadlokalnych celów publicznych [3].

5. Podsumowanie

Zaprezentowana w niniejszym materiale wizja wykorzystania map cyfrowych w PSE S.A. oraz postawione wymagania przed dostawcą oprogramowania GIS-PSE nie wyczerpują wszystkich potrzeb firmy. Będą one definiowane wspólnie, we współpracy projektantów i użytkowników w fazie projektowania i wstępnej eksploatacji systemu.

Już obecnie, na podstawie próbnej eksploatacji pakietu ArcView można stwierdzić, że łączy on tradycyjne narzędzia analizy danych (takie jak arkusze kalkulacyjne i grafikę biznesową) z prezentacją kartograficzną tworząc zintegrowany system analizy danych.

Modułowa architektura ArcView pozwala na włączanie sukcesywnie, w miarę wzrostu wymagań użytkowników, szeregu dowolnie zestawianych rozszerzeń wzbogacających możliwości funkcjonalne systemu. Biorąc pod uwagę specyfikę firmy PSE S.A., w pierwszej kolejności do ArcView powinny być dodane dostępne na rynku moduły:

Network Analyst — analizy sieci liniowych,

3D Analyst — tworzenie, analizowanie, i prezentacja modeli trójwymiarowych,

Spatial Analyst — tworzenie, analizowanie, modelowanie i prezentacja danych opartych na rastrze oraz zintegrowane analizy danych wektorowych i rastrowych,

Business Analyst — wszechstronna analiza danych biznesowych.

Potrzeby eksploatacji linii i stacji oraz poszukiwania możliwości przeprowadzenia linii przy spełnieniu trudnych ograniczeń środowiskowych mogą postawić przed GIS-PSE dodatkowe wymagania odnośnie do sposobu odwzorowania map, w tym potrzebę włączenia do bazy danych zdjęć lotniczych, obrazów laserowych oraz opartych o technikę lotniczą ortofotomap.

Literatura

- [1] **Konzal A.:** *Zastosowanie systemu informacji przestrzennej (SIP) w GZE S.A.*. Konferencja Naukowo-Techniczna „Wykorzystanie usług lotniczych w eksploatacji sieci elektroenergetycznych”, Świerklaniec 13–14 maja 1999 r.
- [2] **Kujaszczyk M., Bożentowicz:** *System geograficznej informacji (GIS) w STOEN*, Konferencja OPE'99, Jachranka k/Warszawy 7–8 października 1999 r.

- [3] PSE S.A. – Biuro Rozwoju – Program Zadania Rządowego Budowy Układu Przesyłowego 400 kV Polska–Litwa służącego realizacji ponadlokalnych celów publicznych Warszawa, 1999 rok

COMPUTER AIDED PPGS'S ASSET MANAGEMENT WITH THE USE OF THE DIGITAL MAP OF POLAND

The outline of the conception of using Poland's digital map in works supporting transmission system maintenance and development planning processes has been presented. The graphical part of the Ministry of Economy's proposal to recognise the construction of Poland–Lithuania transmission line as a government task was prepared based on the ESRI's software package ARC VIEW and digital map of Poland. That is the example of automation as far as preliminary preparatory works before construction of new lines are concerned. Several other functions of the spatial information system ARC VIEW, which can be used after establishing of integrated database, consisting of geographical data and PPGC's asset management one, are also discussed in the paper.