

XXIII Seminarium

ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW W NAUCE I TECHNICIE' 2013

Oddział Gdański PTETiS

Referat nr 7

**WYKORZYSTANIE SYSTEMU KOMPUTEROWEGO ALEP-PL W PLANOWANIU ROZWOJU LOKALNYCH SYSTEMÓW ENERGETYCZNYCH**

Jerzy BURIAK<sup>1</sup>

1. Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk  
tel: 58 347 20-34 fax: 58 347 18 98 e-mail: j.buriak@ely.pg.gda.pl

**Streszczenie:** Zaprezentowano autorski system komputerowy ALEP-PL, który wspomaga proces planowania rozwoju lokalnych systemów energetycznych. Narzędzie zostało przygotowane z uwzględnieniem metodyki planowania zaawansowanego. System składa się z serwisu internetowego, bazy danych i modułów logiki biznesowej. Serwis internetowy został stworzony w technologii ASP.NET z użyciem środowiska Visual Studio 2010 i serwera baz danych MS SQL Server 2008 R2. Aplikacja pozwala uprawnionym użytkownikom opisywać instalacje odbiorców i wytwórców energii i paliw. Serwis ma na celu definiowanie scenariuszy rozwoju lokalnej energetyki oraz przedstawianie strategii osiągania celów scenariuszowych. Wyniki prezentowane są w sposób tabelaryczny i graficzny. Cele w scenariuszach zostały ograniczone do określenia: zmniejszenia energochłonności, udziału odnawialnych źródeł energii (OZE), redukcji emisji CO<sub>2</sub>.

**Słowa kluczowe:** gospodarka energetyczna, planowanie, system energetyczny, serwis internetowy, baza danych.

**1. ZAAWANSOWANE PLANOWANIE ROZWOJU LOKALNYCH SYSTEMÓW ENERGETYCZNYCH**

**1.1. Definicja planowania zaawansowanego**

Planowanie jest złożonym zadaniem, w skład którego może wchodzić [1]:

- modelowanie systemu, którego planowanie ma dotyczyć,
- prognozowanie lub inne metody przyjmowania założeń dla wartości ograniczających zadanie planowania,
- symulacje i badanie wrażliwości na przyjmowane wartości parametrów.

Czasami planowanie jest związane z optymalizacją, którą zazwyczaj prowadzi się z wykorzystaniem procedury optymalizacji liniowej z przyjętymi ograniczeniami i kryterium minimum kosztów.

W planowaniu określa się cele i przyjmuje środki do realizacji tych celów. Cele rozpisane na etapy stanowią scenariusz, a środki do ich osiągnięcia tworzą strategię.

Metodyka zaawansowanego planowania rozwoju systemów energetycznych w gminie lub regionie uwzględnia zazwyczaj 7 etapów [2]:

1. określenie warunków początkowych, m.in. opis ogólnego stanu gospodarki w regionie/gminie w tym systemów zaopatrzenia w paliwa i energię,

2. wypracowanie możliwie szczegółowego opisu stanu bieżącego systemów energetycznych,
3. oszacowanie celów dla analizowanego obszaru na podstawie regionalnych, krajowych i europejskich celów zrównoważonego rozwoju,
4. zidentyfikowanie kluczowych technologii, które mogą być pomostem do przyszłej, bardziej „zrównoważonej” gospodarki energetycznej w regionie/gminie,
5. zidentyfikowanie kluczowych podmiotów lokalnego rynku energii (uwzględnienie wszystkich kluczowych aktorów jest niezbędne do opracowania realnych programów rozwoju),
6. sformułowanie i analizowanie scenariuszy mających doprowadzić do zrównoważonego systemu energetycznego,
7. przyjęcie strategii działania zawierającej harmonogram poszczególnych przedsięwzięć (tzw. „mapa drogowa”), wskazującej na podmioty gospodarcze i instytucje odpowiedzialne za poszczególne działania.

Dodatковым założeniem dla procesu planowania zaawansowanego przedstawionego powyżej jest możliwość powrotu do wcześniejszych kroków. Cofnięcie się na wcześniejszy etap planowania jest konieczne w sytuacji, gdy zaaprobowany przez decydentów zestaw działań nie daje możliwości osiągnięcia przyjętych celów scenariuszowych.

Iteracyjność zaawansowanego procesu planowania jest widoczna także w tym, że jednostka odpowiedzialna za osiągnięcie wyznaczonych w scenariuszu celów, co kilka lat weryfikuje czy są one rzeczywiście osiąmane. W tym celu konieczne jest ponowne zaangażowanie ekspertów w dziedzinie energetyki i planowania. W przypadku istotnych rozbieżności między przyjętymi celami a rzeczywistością, cały proces planowania lub jego część należy powtórzyć urealnając cele, czyli scenariusz, lub zestawy działań do nich prowadzących, czyli strategię. Często weryfikacji i zmianom musi zostać poddany zarówno scenariusz jak i strategia jego realizacji.

**1.2. Przykłady zadań planistycznych**

Opisane w poprzednim punkcie rozbieżności między określonymi w planach celami a rzeczywistymi wynikami występują zbyt często. Wynika to z faktu, że podmioty odpowiedzialne za planowanie zlecają to zadanie zespołom eksperckim na podstawie krótkookresowych umów, w których nie ma klauzuli na temat zabezpieczenia części wynagrodzenia

na poczet weryfikacji planu w okresach pośrednich. Zamawiającym zazwyczaj zależy jedynie na wypełnieniu ciężącego na nich obowiązku posiadania takich planów. Nie są oni rozliczani z osiągnięcia zaplanowanych celów i stąd brak prób weryfikacji planów w okresie ich obowiązywania, a kolejne planowanie następuje w momencie zakończenia okresu obowiązywania poprzednich planów [3].

Proces planowania prowadzą zespoły ekspertów wykonujące analizy systemów energetycznych na zlecenie kluczowych aktorów mających wpływ na lokalny rynek energii. Oprócz przedsiębiorstw energetycznych są to samorządy i instytucje rządowe.

Zaangażowanie w proces planowania jednostek samorządowych wynika z tego, że samorządy miejskie i gminne zobowiązane są do posiadania założeń do planów zaopatrzenia w energię elektryczną, ciepło i gaz. Urzędy marszałkowskie z kolei zobowiązane są do posiadania strategii energetycznej zgodnej ze strategiami kraju i UE, ale uwzględniającej regionalne uwarunkowania. Są to np. strategię rozwoju energetyki w oparciu o odnawialne źródła energii, strategię poprawy efektywności energetycznej w sektorach przemysłu czy sektorze komunalno-bytowym. Najliczniejszą grupę autorów mających wpływ na lokalny rynek energii stanowią zazwyczaj przedsiębiorstwa energetyczne. Przedsiębiorstwa energetyczne, w szczególności dystrybutorzy energii elektrycznej, ciepła i gazu, a także wytwórcy energii opracowują roczne, 3-letnie lub 5-letnie plany rozwoju.

## 2. APLIKACJA ALEP-PL

### 2.1. Geneza pracy nad narzędziem

Opracowano autorską aplikację o nazwie ALEP-PL wdrażającą idee zaawansowanego planowania lokalnych systemów energetycznych (Advanced Local Energy Planning). Aplikacja porządkuje proces gromadzenia danych i wspomaga tworzenie scenariuszy rozwoju lokalnej energetyki.

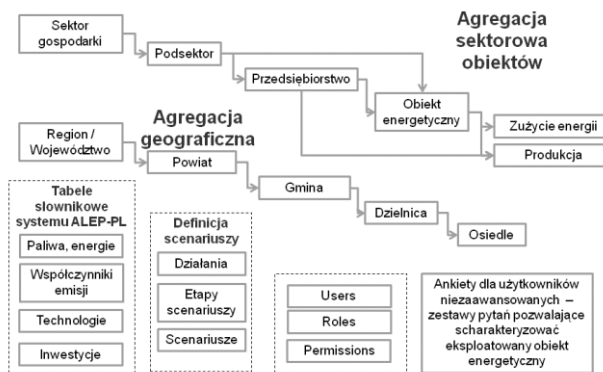
Aplikacja ALEP-PL powstała i jest rozwijana w ramach projektu Platforma Informatyczna TEWI – Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka, Priorytet 2 – Działanie 2.3 – Poddziałanie 2.3.1 „Projekty w zakresie rozwoju infrastruktury informatycznej nauki” oraz Poddziałanie 2.3.3 „Projekty w zakresie rozwoju zaawansowanych aplikacji i usług teleinformatycznych”; umowa o dofinansowanie nr POIG.02.03.00-00-028/09-05.

### 2.2. Baza danych aplikacji

System ALEP-PL składa się z serwisu internetowego, bazy danych i modułów logiki biznesowej. Baza danych serwisu ALEP-PL została zrealizowana z użyciem MS SQL Server 2008 R2. Jest to relacyjna baza danych składająca się kilkudziesięciu tabel i tzw. widoków, czyli wirtualnych tabel prezentujących wybrane pola z jednej lub kilku tabel. Ze względu na dużą liczbę tabel nie zaprezentowano pełnego diagramu relacji encji bazy ALEP-PL, a jedynie schemat agregacji danych (rys. 1) oraz diagramy najważniejszych grup tabel.

Poszczególne tabele pozwalają przechowywać uprawnienia użytkowników systemu, informacje o regionach i gminach oraz o obiektach energetycznych w

nich występujących, jak również o etapach i celach scenariuszy rozwoju energetyki (rys. 2).

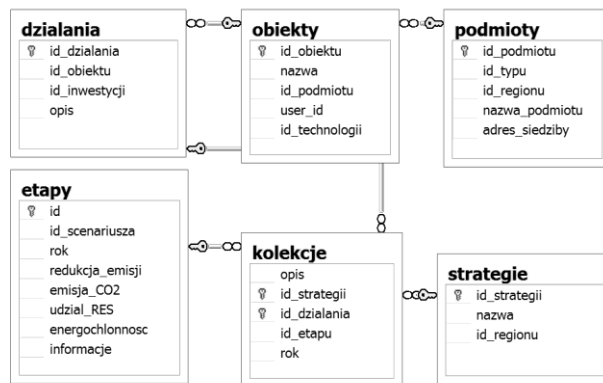


Rys. 1. Agregacja danych w bazie ALEP-PL (opracowanie własne)



Rys. 2. Diagram relacji encji opisujących scenariusze energetyczne (opracowanie własne)

Scenariusze opracowywane są dla poszczególnych regionów, którymi mogą być gminy, województwa lub ich subregiony. W scenariuszu występują etapy, które odzwierciedlają podział horyzontu planowania na podokresy. W bazie zawarto także zestaw technologii modernizacyjnych oraz szablonów realizacji inwestycji korzystających z tych technologii. Inwestycje te zawierają wartości jednostkowe kosztów i mogą być one przypisywane do obiektów w procesie doboru strategii realizacji scenariusza (rys. 3).



Rys. 3. Diagram relacji encji opisujących strategię działań (opracowanie własne)

Podmiot gospodarczy może posiadać kilka obiektów użytkowania paliw lub energii, do których mogą być przypisane pewne działania inwestycyjne. Zbiór, czyli

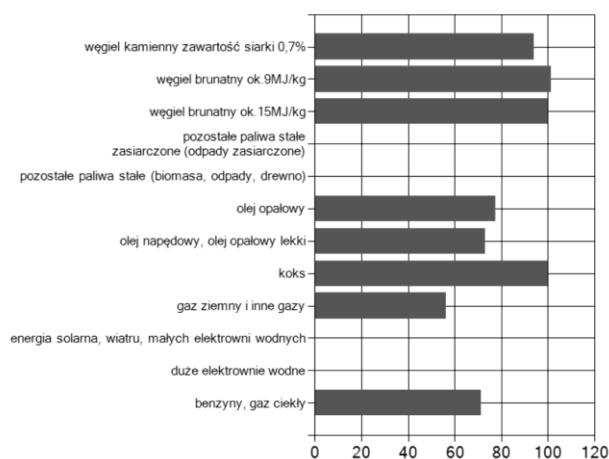
kolekcja działań inwestycyjnych zaplanowana dla pewnej grupy obiektów, tworzy etap strategii.

### 2.3. Formularze wprowadzania danych i prezentacji wyników

Serwis internetowy został stworzony w technologii ASP.NET z użyciem środowiska Visual Studio 2010 [4]. Jako repozytorium danych o użytkownikach serwisu, podobnie jak dla danych energetycznych, użyto serwera baz danych MS SQL Server 2008 R2 [5].

Podstawowym przeznaczeniem serwisu jest definiowanie scenariuszy rozwoju lokalnej energetyki oraz przedstawianie strategii osiągania celów scenariuszowych. Cele w scenariuszach zostały ograniczone do określenia: redukcji energochłonności, udziału odnawialnych źródeł energii (OZE), redukcji emisji CO<sub>2</sub>. Jest to uzasadnione stosowaniem tych samych kryteriów w scenariuszach krajowych i dla UE. Ponadto są one usankcjonowane Polityką Energetyczną Polski i dyrektywami UE.

Jednostkowe emisje dwutlenku węgla [kg CO<sub>2</sub>/GJ]



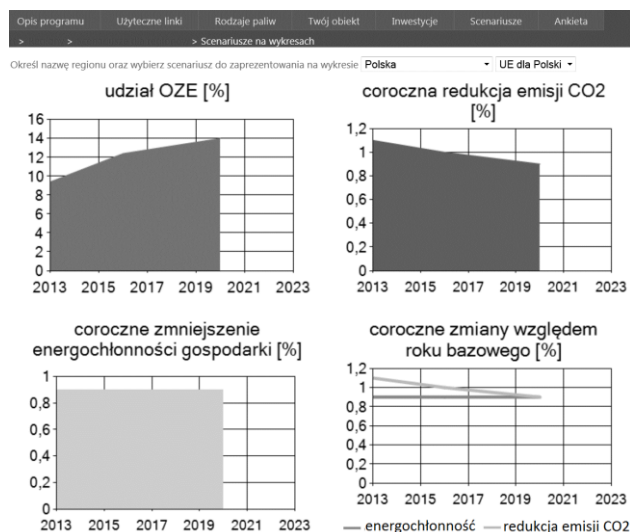
Rys. 4. Przykład graficznej prezentacji danych systemu ALEP-PL – prezentacja charakterystyk paliw (opracowanie własne)

Dane wprowadzane są za pomocą formularzy tabelarycznych lub w formie listy pól. Wyniki prezentowane są w sposób tabelaryczny i graficzny. Rysunek 4. przedstawia emisje jednostkowe ze spalania paliw CO<sub>2</sub> i jest jednym z przykładów graficznej prezentacji informacji w serwisie ALEP-PL.

Graficzna prezentacja danych scenariuszowych ogranicza ilość błędów w procesie komunikacji z ekspertem, który za nie odpowiada. Przedstawiane jak na rysunku 5. cele scenariusza energetycznego pozwalają na wstępną weryfikację wprowadzonych danych.

Dodatkowo przejrzystość i komunikatywność interfejsów zapewnia:

- stronicowanie przy przeglądaniu danych,
- listy rozwijane dla wprowadzania wartości klucza obcego,
- zagnieżdżanie tabel (GridView in GridView),
- filtrowanie,
- sortowanie po wszystkich atrybutach.



Rys. 5. Przykład prezentacji celów scenariusza dla wybranego regionu (opracowanie własne)

## 3. UŻYTKOWNICY SERWISU I ICH UWARUNKOWANIA

### 3.1. Użytkownicy ALEP-PL

Pierwsza grupa użytkowników aplikacji ALEP-PL to reprezentanci kluczowych podmiotów na lokalnym rynku energii, w tym: przedstawiciele przedsiębiorstw wytwarzania i dystrybucji energii, urzędnicy wyspecjalizowani w zagadnieniach energetyki, znaczący odbiorcy przemysłowi i usługowi posiadający służby energetyczne.

Grupę drugą tworzą indywidualni konsumenci paliw i energii, spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe, pozostali odbiorcy przemysłowi i usługowi, a także prosumenci, czyli konsumenci posiadający urządzenia mikrogeneracji.

Opis obiektu energetycznego w systemie ALEP-PL wymaga użycia jednostek: energii, mocy, masy, objętości i ich relacji. Nieprzygotowanie do operowania wartościami wyrażanymi w tych jednostkach jest właściwe dla grupy II. To nieprzygotowanie występuje również w grupie I, ale tu założono konieczność indywidualnej korekty wartości, gdyż dane ilościowe z podmiotów kluczowych są niezbędne dla przeprowadzenia bilansu lokalnego rynku energii w systemie ALEP-PL.

### 3.2. Zakłócenia wymiany informacji

Zakłócenia procesu komunikacji na drodze: serwis ALEP-PL – użytkownik serwisu mogą wynikać z braku podstawowej wiedzy użytkownika z zakresu energetyki, jak również z racji niedoskonałości interfejsu aplikacji.

Zakłócenia te mają trojaki charakter: redundancji, entropii i szumu psychologicznego. Redundancja, oprócz nadmiaru informacji, który rodzi dezinformację, wiąże się także z przekroczeniem możliwości percepcji odbiorcy i uwarunkowań kanału informacyjnego. Z entropią mamy do czynienia wówczas, gdy informacja dociera w stanie zredukowanym lub następuje tzw. „rozpad” informacji. Z kolei szum psychologiczny wynika z nastawienia lub uwarunkowań odbiorcy [6].

Redundacja i entropia mają miejsce głównie w komunikacji z użytkownikami grupy II: nie rozumieją oni pojęć technicznych i w efekcie informacje trafiające od nich do bazy serwisu są zredukowane.

Niska jakość danych pozyskiwanych od użytkowników grupy II nie decyduje o użyteczności serwisu ALEP-PL. Dane

od użytkowników grupy II mają jedynie charakter uzupełniający: są one tłem dla danych z przedsiębiorstw energetycznych oraz weryfikacją strategii rozwoju tych przedsiębiorstw.

Także szum psychologiczny w mniejszym zakresie dotyczy użytkowników zaawansowanych niż zwykłych odbiorców energii. Wynika to z faktu, że przedstawiciele przedsiębiorstw i delegowani urzędnicy mają do realizacji zadania planistyczne (pkt. 1.2), natomiast indywidualny odbiorca energii zainteresowany jest planowaniem energetycznym tylko w wyjątkowych sytuacjach. Czynnikiem mobilizującym indywidualnego odbiorcę energii do wyrażenia opinii na temat planowania energetycznego jest np. zmiana założeń do planów zaopatrzenia w ciepło, gaz i energię elektryczną, czego efektem jest planowanie budowy uciążliwej instalacji np. biogazowni, farmy wiatrowej, dużej elektrowni itp., czy też budowa sieci energetycznej wysokich napięć lub gazowej wysokiego ciśnienia.

Aby zwiększyć zainteresowanie aplikacją ALEP-PL i uzyskać pozytywne nastawienie indywidualnych konsumentów paliw i energii – w ramach serwisu zaprezentowano informacje na temat konkurencyjności paliw i nowoczesnych technologii. Dane te pozwalają użytkownikowi na pewne symulacje sytuacji zastosowania innego nośnika energii czy innej technologii niż obecnie przez niego używana. Na rysunku 6. przedstawiono na przykład dane dotyczące nakładów na technologie ogrzewania.

Wśród dodatkowych funkcjonalności rozwijana jest także baza odnośników do dokumentów i serwisów internetowych w kategoriach: pompy ciepła, kolektory słoneczne, małe elektrownie wiatrowe, elektrownie słoneczne oraz w kategorii „mechanizmów wsparcia dla inwestycji poprawiających efektywność energetyczną”.



Rys. 6. Przykład prezentacji danych o technologiach – zestawienie

nakładów jednostkowych na źródła ogrzewania

#### 4. PODSUMOWANIE

System ALEP-PL pełni rolę wspomagającą proces planowania pozwalając decydującym na porównanie efektów z realizacji różnych strategii działań.

Stworzona wersja oprogramowania ALEP-PL nie integruje zewnętrznych modułów zawierających np. procedury programowania liniowego pozwalające na optymalizację, czy też modułów realizujących algorytmy ewolucyjne. Kierunek rozwoju oprogramowania oprócz rozbudowy i wszechstronnej walidacji interfejsów aplikacji obejmuje integrację z zewnętrznymi modułami. Zespół badawczy Katedry Elektroenergetyki do zadań optymalizacyjnych wykorzystuje program GAMS i model MARKAL [7], które w przyszłości mogą zostać zintegrowane z serwisem ALEP-PL.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

1. Stenlund N. J., Martensson A.: Municipal energy-planning and development of local energy-systems, *Applied Energy*, Vol. 76, No. 1–3, September- November 2003, s. 179–187, ISSN 0306-2619
2. IEA-BCS Annex 33: Guidebook on Advanced Local Energy Planning, Technical Report, Klimaschutz und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, Karlsruhe, Germany 2000
3. Buriak J., Jaskólski M.: Energy roadmaps for the city of Gdańsk, *Acta Energetica*, No. 2, 2009, 4–19, ISSN 2300-3022
4. Evjen B., Hanselman S., Rader D.: Professional ASP.NET 4 in C# and VB. (tłumaczenie Moch, W. and Walczak, T., ASP.NET 4 z wykorzystaniem C# i VB), Helion 2011, ISBN 978-83-246-2846-9
5. Powers L., Snell M.: MS Visual Studio 2008 Unleashed (tłumaczenie Walczak T.: Microsoft Visual Studio 2010. Księga eksperta), Helion 2011, ISBN 978-83-246-3029-5
6. Babiy V., Bigelow B., Grewal R. S., Janicki R., Kakiashvili T., Koczkođaj W. W., Passi K., Tadeusiewicz R.: Internet Contamination as a Global Harm and a Social Problem, *Journal of Applied Computer Science*, Vol. 16, No. 2, 2008, s. 43–53, ISSN 1507-0360
7. Bućko P., Jaskólski M.: Odzworowanie mechanizmów promowania odnawialnych źródeł energii w modelowaniu rozwoju systemów energetycznych, *Rynek Energii*, Vol. 10, No. 2, 2007, s. 41–47, ISSN 1425-5960

## IMPLEMENTATION OF ALEP-PL SOFTWARE IN LOCAL ENERGY PLANNING

**Key-words:** energy economy, energy planning, energy system, internet application, database

Advanced local energy planning is presented and the role of information systems in energy planning is discussed. ALEP-PL tool is the Internet application prepared for local energy planning which implements the ASP.NET Web Application template in Visual Studio 2010 environment and MS SQL Server 2008 R2 database. The main application interfaces are presented. Attention is drawn to the important functions of the application, which will serve to the elimination of distortions in the communication process. This paper discusses also the different expectations that have advanced users and ordinary consumers of energy with respect to the ALEP-PL system and presents the application features that make the application more attractive, particularly to ordinary users. Energy planning is a complex process that requires integration of different goals i.e. improvement of energy efficiency, increase in the share of renewables in the energy balance and CO<sub>2</sub> emission reduction. Integration of the requirements and objectives may be supported by the ALEP-PL application which is tailored to collect and to process the data on energy and fuels consumption.