

**Jerzy SZKUTNIK**

Politechnika Częstochowska, Instytut Elektroenergetyki  
al. Armii Krajowej 17, 42-200 Częstochowa  
szkutnik@el.pcz.czyst.pl

## **INTEGRACJA ZAGADNIEŃ SIECIOWYCH W GOSPODARCE PAŃSTWA**

### **Streszczenie:**

Artykuł jest próbą kompleksowego spojrzenia na zagadnienia sieciowe w różnorodnych obszarach ze szczególnym uwzględnieniem transportu i energetyki. Takie podejście może przynieść znaczące korzyści gospodarce państwa poprzez analityczne badania, dające podstawę na optymalizację procesów w szerokim otoczeniu. W artykule przedstawiono propozycję rozwiązań, które mogą zostać wdrożone w wielu działach gospodarki narodowej, przyczyniając się do rozwoju poprzez większą efektywność jej funkcjonowania.

Słowa kluczowe: sieć transportowa, energetyczna, gazowa, ciepła, optymalizacja pracy sieci

### **WPROWADZENIE**

Zagadnienia sieciowe są obecne praktycznie we wszystkich dyscyplinach naukowych. Należy tu wymienić przede wszystkim nauki techniczne, gdzie problemy te występują praktycznie we wszystkich rodzajach działalności gospodarczej. Podobnie jest także w obszarze nauk ekonomicznych, gdzie zagadnienia sieciowe należą do jednych z ważniejszych. Należy tu wspomnieć o badaniach w obszarze logistyki ze szczególnym uwzględnieniem transportu.

Zdaniem autora istnieje potrzeba szerszego spojrzenia w tym obszarze, polegającego na traktowaniu tych zagadnień w sposób kompleksowy. Należy rozpocząć badania w zakresie relacji pomiędzy danymi rodzajami sieci i wpływu ich na sposób funkcjonowania gospodarki. Próby te zostały już podjęte niniejszy artykuł pokazuje metodologię, która może zostać wykorzystana do tych badań w bilateralnym lub szerszym zakresie. Prezentowane badania dotyczą resortu energetyki, ich rozwinięciem (już w trakcie prowadzonych badań) będzie analiza sieciowa w zakresie sieci energetycznej i sieci gazowej w kontekście decyzji rozwijania energetyki wytwórczej w oparciu o paliwa gazowe. W związku z tym zaistnieje potrzeba rozszerzenia badań o kolejny segment a mianowicie transport – chodzi tutaj o transport skroplonego gazu z portu Świnoujście.

Prezentowane zagadnienia są jak widać istotne dla wielu dziedzin polskiej gospodarki, zatem spojrzenie kompleksowe na te problemy, dające najlepsze rozwiązania będzie podstawą podnoszenia efektywności w naszym kraju.

### **1. ZAŁOŻENIA METODOLOGICZNE**

Zgodnie z priorytetami Unii Europejskiej działania w zakresie efektywności energetycznej powinny być skorelowane z działalnością inwestycyjną. W stosownej literaturze podano przykłady takich działań, wykorzystujących dostępne narzędzia

informatyczne<sup>1</sup>. Można także skorzystać z metodologii korelacyjnej pozwalającej na określenie stopnia intensywności rozwoju poszczególnych stopni sieci w funkcji gęstości zużycia energii elektrycznej<sup>2</sup>. Metodologia ta stosowana była także przy analizie warunków dostosowania polskiego systemu elektroenergetycznego do wymagań systemów europejskich<sup>3</sup>.

Analizowano także możliwość wykorzystania w tym obszarze spojrzenia logistycznego, (podstawowe elementy podano poniżej, szersze omówienie tej metodologii w [14])

Punktem wyjścia do analizy jest geograficzny schemat sieci z zaznaczonymi punktami dostawy (zakupu), oraz odbioru (sprzedaży) przykładowej spółki dystrybucyjnej. Przyjęto założenia, że punkty zewnętrznego zasilania leżą na przecięciu z linią graniczną danej spółki. Dla punktów wewnętrznych zasilania (stacje NN/110 kV) oraz dla punktów odbioru współrzędne odpowiadają dokładnej lokalizacji stacji. Uzupełnieniem danych o spółce są energie dostarczane do punktów odbiorczych oraz współrzędne punktów zasilania i odbioru.

Przeprowadzone analizy dają pogląd o przyjętej metodyce badawczej. Jej pomysł opiera się o teorię logistycznej konfiguracji sieci logistycznej<sup>4</sup>, i został opracowany dla potrzeb logistycznej oceny sprawności sieci dystrybucyjnej energii elektrycznej. Metodyka ta jest dodatkową możliwością oceny pracy pod względem rozmieszczenia punktów zasilających i odbiorczych. Jest to problem logistyczny, podobnie jak położenie centrów wytwórczych w stosunku do centrów dystrybucji. Prezentowana metodyka jest zatem podstawą do stworzenia modelu dystrybucji energii elektrycznej na różnych poziomach napięciowych przedsiębiorstwa dystrybucyjnego. Jak już wspomniano uprzednio, ocenie będą podlegały następujące elementy sieci rozdzielczej:

- punkty zasilające sieci 110 kV
- sieć (linie) 110 kV

Zaproponowana metodyka wprowadza szereg charakterystyk, które pozwalają na ocenę pracy sieci, charakterystyki te przedstawiono poniżej.

Punktem wyjścia do następnych analiz jest określenie położenia punktów: zredukowanego punktu zakupu i sprzedaży oraz punktu równowagi logistycznej energii elektrycznej spółki dystrybucyjnej<sup>5</sup>.

Wyznaczenie zredukowanego punktu zakupu energii elektrycznej spółki dystrybucyjnej (zredukowane centrum zakupu) przeprowadza się w oparciu o następujące zależności:

$$X_{cz} = \frac{\sum_{i=1}^N (E_{zi} \cdot x_{zi})}{\sum_{i=1}^N E_{zi}} \quad (1)$$

<sup>1</sup> Szkutnik J., Gawlak A.: Ocena pracy sieci elektroenergetycznej na podstawie pakietu oprogramowania STRATY 2007, NOE 2008 Nowoczesna ENERGETYKA, V Konferencja Szkoleniowo-Techniczna, Nałęczów 3-5 grudnia 2008 str., 7-14, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, ISBN 978-83-7497-056-3

<sup>2</sup> Szkutnik J.: Development trends of the electrical energy distribution sector in Poland, ALS Volume 2, Advanced logistic systems Theory and Practice, Edited by Bella Illes, Jerzy Szkutnik, Peter Telek, University of Miskolc, 2008, HU ISSN 1789-2198, pp.29-34

<sup>3</sup> Projekt Badawczy Zamawiany PBZ-09-03 Struktura organizacyjna i funkcjonalna oraz wyposażenie i algorytmy hierarchicznego układu sterowania, niezbędnego do współpracy polskiego systemu elektroenergetycznego z systemami krajów Europy Zachodniej (UCPTE i dla prowadzenia ruchu w warunkach gospodarki rynkowej, Gdańsk, 1995.

<sup>4</sup> Kompedium wiedzy o logistyce, pod redakcją Elżbiety Gołembskiej, PWE, Warszawa Poznań 1999

<sup>5</sup> Lescroart R., Szkutnik J.: Le choix du lieu d'injection d'une nouvelle source d'énergie en vue d'améliorer le rendement de la distribution d'électricité Les Instituts Supérieurs Industriels Libres Francophones, ECAM- Bruxelles, GRAMME-Liege, ISIC-Hainaut, PIERRARD-Virton, Revue Scientifique no. 17, avril 2003, p103-114

$$y_{cz} = \frac{\sum_{i=1}^N (E_{iz} \cdot y_{zi})}{\sum_{i=1}^N E_{zi}} \quad (2)$$

gdzie:  $x_{zi}, y_{zi}$  – punkty zakupu energii elektrycznej w spółce dystrybucyjnej,

$E_{zi}$  – energia wprowadzona do spółki dystrybucyjnej [MWh],

$N$  – liczba punktów zasilających.

Określenie zredukowany punkt sprzedaży energii elektrycznej spółki dystrybucyjnej (zredukowane centrum sprzedaży) przeprowadza się w oparciu o następujące zależności:

$$X_{cs} = \frac{\sum_{i=1}^M (E_{si} \cdot x_{si})}{\sum_{i=1}^M E_{si}} \quad (3)$$

$$y_{cs} = \frac{\sum_{i=1}^M (E_{si} \cdot y_{si})}{\sum_{i=1}^M E_{si}} \quad (4)$$

gdzie:  $x_{si}, y_{si}$  – punkty sprzedaży energii elektrycznej w spółce dystrybucyjnej,

$E_{si}$  – energia w punktach sprzedaży spółki dystrybucyjnej (stacje 110/SN, [MWh],

$M$  – liczba punktów odbiorczych.

Punkt równowagi logistycznej RL dystrybucji posiada współrzędne określone z następujących zależności:

$$X_{RL} = \frac{\sum_{i=1}^{N_z} (E_{zi} \cdot x_i) + \sum_{i=1}^{N_w} (E_{wi} \cdot x_i) + \sum_{i=1}^M (E_{si} \cdot x_i)}{\sum_{i=1}^N E_{zi} + \sum_{i=1}^{N_w} E_{wi} + \sum_{i=1}^M E_{si}} \quad (5)$$

$$y_{RL} = \frac{\sum_{i=1}^{N_z} (E_{iz} \cdot y_i) + \sum_{i=1}^{N_w} (E_{iw} \cdot y_i) + \sum_{i=1}^M (E_{is} \cdot y_i)}{\sum_{i=1}^{N_z} E_{zi} + \sum_{i=1}^{N_w} E_{wi} + \sum_{i=1}^M E_{si}} \quad (6)$$

gdzie:  $x_{RL}, y_{RL}$  – współrzędne punktu równowagi logistycznej spółki dystrybucyjnej,

$E_{zi}$  – energia wprowadzona linią zewnętrzną,

$E_{wi}$  – energia wprowadzona poprzez stacje NN/110,

$N_{zi}$  – liczba punktów zasilania zewnętrznego (linie 110 kV),

$N_{wi}$  – liczba punktów zasilania wewnętrznego (stacje NN).

1.1 Uzupełnieniem podanych powyżej zależności są wskaźniki logistyczne dystrybucji energii elektrycznej<sup>6</sup>.

Określenie tych wskaźników wymaga wstępnego wyznaczenia odległości wypadkowej pomiędzy zredukowanym punktem zakupu a zredukowanym punktem sprzedaży, którą określa się na podstawie formuły:

$$l_{zs} = \sqrt{(x_{cz} - x_{cs})^2 + (y_{cz} - y_{cs})^2} \quad (7)$$

gdzie:  $l_{zs}$  – odległość wypadkowa pomiędzy centrami zakupu i sprzedaży,  
 $x_{cz}, y_{cz}$  – współrzędne zredukowanego centrum zakupu energii elektrycznej,  
 $x_{cs}, y_{cs}$  – współrzędne zredukowanego centrum sprzedaży energii elektrycznej.

Dla oceny logistycznej dystrybucji energii elektrycznej proponuje się następujące wskaźniki:

**Wskaźnik dopasowania logistycznego dystrybucji.**

$$w_{dld} = 1 - \frac{l_{zs}}{\sum_{i=1}^n l_{si}} \quad (8)$$

gdzie:  $w_{dld}$  – wskaźnik dopasowania logistycznego dystrybucji,  
 $l_{zs}$  – odległość wypadkowa pomiędzy centrami zakupu i sprzedaży,  
 $l_{si}$  – odległość od centrum sprzedaży do punktu sprzedaży.

**Wskaźnik struktury zasilania spółki.**

$$w_{szz} = \frac{\sum_{i=1}^{N_z} (l_{zi} \cdot E_{zi})}{\sum_{i=1}^{N_z} (l_{zi} \cdot E_{zi}) + \sum_{i=1}^{N_w} (l_{wi} \cdot E_{wi})} \quad (9)$$

$$w_{szw} = 1 - w_{szz}$$

gdzie:  $w_{szz}$  – wskaźnik struktury zasilania zewnętrznego,  
 $w_{szw}$  – wskaźnik struktury zasilania wewnętrznego,  
 $l_{iz}$  – odległość od centrum zakupu do punktu wewnętrznego zasilacza,  
 $E_{iz}$  – energia wprowadzona linią zewnętrzną,  
 $E_{iw}$  – energia wprowadzona poprzez stację NN/110.

Następnym krokiem w analizach było określenie współczynnika  $k_p$  przesunięcia<sup>7</sup> mającego bezpośredni wpływ na poziom strat w sieci 110 kV, wartości tego wskaźnika dla zmieniających się położenia punktów Z i S przedstawia tablica 1

<sup>6</sup> Szkutnik J., Analiza ekonomiczna dystrybucji energii elektrycznej w wybranych spółkach Logistyka i Gospodarka Materiałowa, 2003, str. 28-33

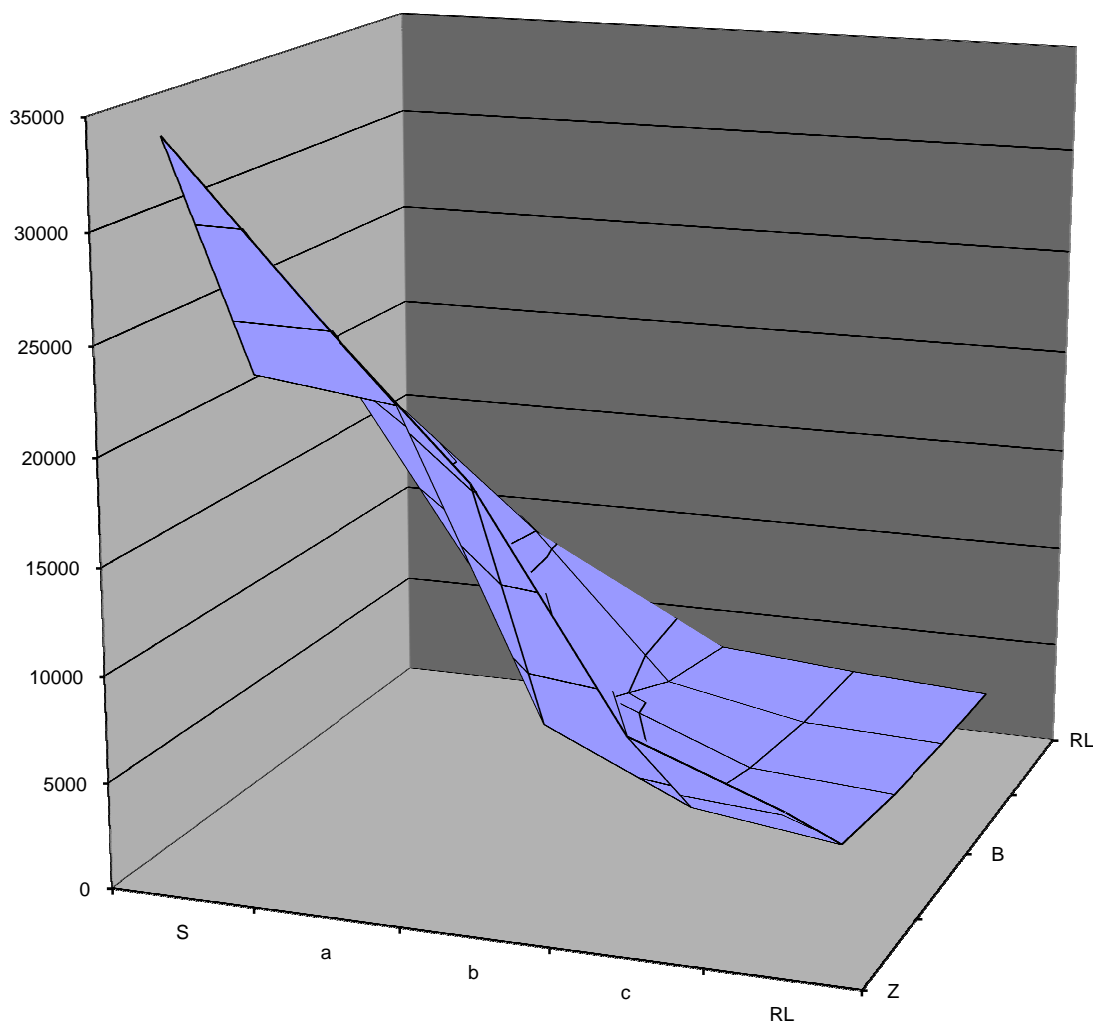
<sup>7</sup> Horak J.: Straty sieciowe Serie Monografie nr 8, Częstochowa, Politechnika Częstochowska 1989

Tablica 1. Wartości wskaźnika  $k_p$  przy zmianach lokalizacji punktów Z i S, wg opracowań własnych.

	S	a	b	c	RL
Z	0,0119	0,0105	0,009	0,006	0,005
A	0,0094	0,0092	0,0048	0,0031	0,0024
B	0,0092	0,0065	0,0041	0,0023	0,0018
C	0,008	0,0063	0,003	0,0018	0,0014
RL	0,006	0,0042	0,0014	0,0019	0,0016

Źródło: opracowanie własne.

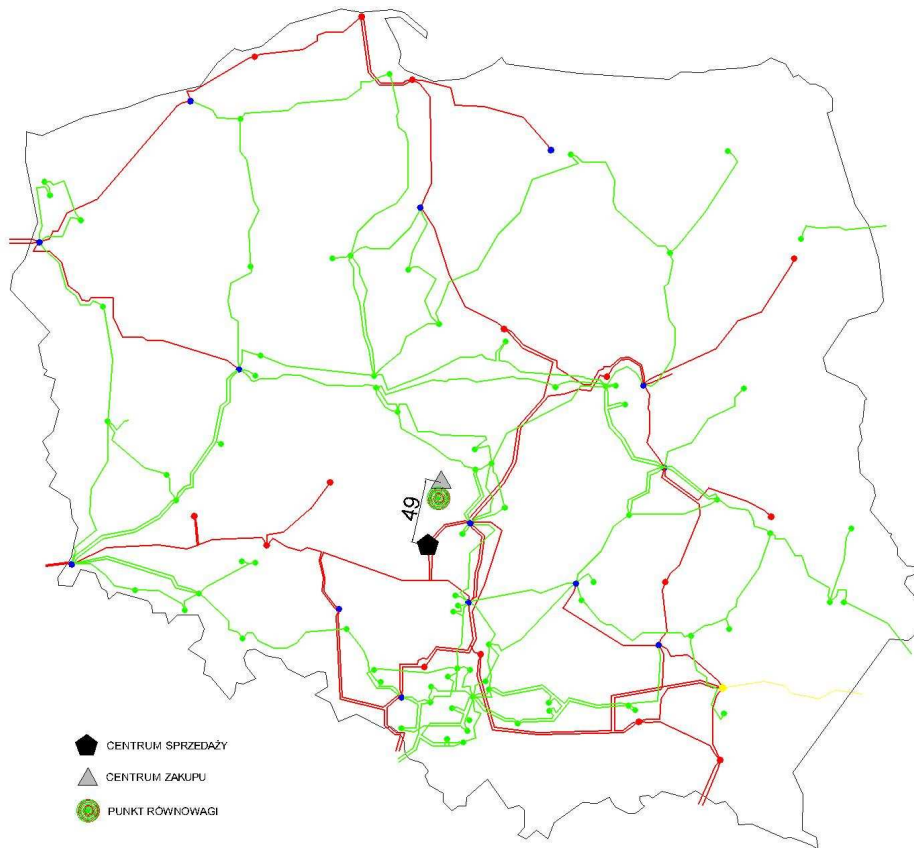
Na zmianę wartości wskaźnika  $k_p$  ma wpływ położenia punktu Z oraz S, (maleje on z jednakowym stopniem dla zmian położenia punktu Z oraz S). Na rys.1 przedstawiono zmiany poziomu strat energii elektrycznej w wybranym wycinku sieci 110 kV w funkcji zmiany odległości pomiędzy punktami Z i S.



Rys. 1. Poziom strat bezwzględnych w sieci 110 kV [MWh].

Źródło: opracowanie własne.

Przedstawioną powyżej metodykę zastosowano do oceny pracy polskiej sieci (rys. 2) systemowej pod kontem poszukiwania lokalizacji nowego punktu zasilania tej sieci (elektrowni jądrowej) przy uwzględnieniu możliwie najmniejszej odległości pomiędzy punktami charakterystycznymi Z i S. Tok przeprowadzonych analiz przedstawiono poniżej.



Rys. 2. Lokalizacja punktu równowagi logistycznej oraz centrów zakupu i sprzedaży w Polsce.

Źródło: opracowanie własne.

Punktem wyjścia do analiz było określenie charakterystycznych punktów S, Z i RL dla sieci systemowej. W tym celu naniesiono na schemat sieci siatkę współrzędnych nadając każdej elektrowni i każdej stacji NN/110 współrzędne 'x' i 'y'. Odległość pomiędzy punktami S i Z wynosi 49 km, co świadczy o niepełnym dopasowaniu punktów zasilających do punktów odbiorczych. Zatem kryterium wyboru na miejsce nowej elektrowni powinno winno skutkować zmniejszeniem odległości pomiędzy tymi punktami. Analiza dynamiczna modelu zakładająca wpływ dodatkowego źródła energii (przyszłej elektrowni jądrowej o mocy 2x800 MW) na zmianę położenia punktów zredukowanego zasilania i punktu równowagi. Sytuację tą opisują następujące zależności, i tak współrzędne zredukowanego punktu zakupu określone są przy pomocy zależności:

$$x'_{cz} = \frac{E_{cz} x_{cz} + E_{dz} x_{dz}}{E_{cz} + E_{dz}}, \quad (10)$$

$$y'_{cz} = \frac{E_{cz} y_{cz} + E_{dz} y_{dz}}{E_{cz} + E_{dz}} \quad (11)$$

gdzie:  $x'_{cz}$ ,  $y'_{cz}$  – współrzędne położenia zredukowanego punktu zakupu, przy uwzględnieniu dodatkowej elektrowni systemowej,

$E_{dz}$  – Produkcja energii elektrycznej w dodatkowym punkcie zasilania, [MWh]

$E_{cz}$  – Całkowita produkcja energii w elektrowniach, [MW].

Natomiast zredukowany punkt równowagi zdefiniowany jego współrzędnymi określono jako:

$$x'_{RL} = \frac{E_{cz}x_{cz} + E_{dz}x_{dz} + E_{cs}x_{cs}}{E_{cz} + E_{dz} + E_{cs}} \quad (12)$$

$$y'_{RL} = \frac{E_{cz}y_{cz} + E_{dz}y_{dz} + E_{cs}y_{cs}}{E_{cz} + E_{dz} + E_{cs}} \quad (13)$$

gdzie:  $x'_{RL}$ ,  $y'_{RL}$  – współrzędne punktu równowagi z uwzględnieniem dodatkowego punktu zasilania.

Odległość pomiędzy punktem określonym według równań (10, 11), a zredukowanym punktem sprzedaży pokazuje formuła (4.14):

$$l_{zs} = \sqrt{(x'_{cz} - x_{cs})^2 + (y'_{cz} - y_{cs})^2} \quad (14)$$

Z punktu widzenia najlepszej pracy sieci systemowej chodzi o znalezienie takiej lokalizacji dodatkowego punktu zasilania (nowej elektrowni), aby odległość wyrażona równaniem była minimalna. Analizuje się zatem minimum funkcji  $f(x_d, y_d)$  określonej zależnością:

$$f(x_d, y_d) = \left( \frac{E_{cz}x_{cz} + E_d x_d - x_{cs}}{E_{cz} + E_d} \right)^2 + \left( \frac{E_{cz}y_{cz} + E_d y_d - y_{cs}}{E_{cz} + E_d} \right)^2 \quad (15)$$

Poszukiwanie minimum funkcji prowadzi do określenia pochodnych cząstkowych:

$$\frac{\partial f}{\partial x_d} = 2 \left( \frac{E_{cz}x_{cz} + E_d x_d - x_{cs}}{E_{cz} + E_d} \right) \frac{E_d}{E_{cz} + E_d} \quad (16)$$

$$\frac{\partial f}{\partial y_d} = 2 \left( \frac{E_{cz}y_{cz} + E_d y_d - y_{cs}}{E_{cz} + E_d} \right) \frac{E_d}{E_{cz} + E_d} \quad (17)$$

Z warunku koniecznego na ekstremum funkcji otrzymano układ równań:

$$\begin{cases} \frac{\partial f}{\partial x_d} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial y_d} = 0 \end{cases} \quad (18)$$

czyli:

$$\begin{cases} 2 \left( \frac{E_{cz}x_{cz} + E_d x_d - x_{cs}}{E_{cz} + E_d} \right) \frac{E_d}{E_{cz} + E_d} = 0 \\ 2 \left( \frac{E_{cz}y_{cz} + E_d y_d - y_{cs}}{E_{cz} + E_d} \right) \frac{E_d}{E_{cz} + E_d} = 0 \end{cases} \quad (19)$$

Obliczając:

$$W = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_d^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_d \partial y_d} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_d \partial y_d} & \frac{\partial^2 f}{\partial y_d^2} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_d^2} & 0 \\ 0 & \frac{\partial^2 f}{\partial y_d^2} \end{vmatrix} \quad (20)$$

Z obliczeń wg. 20 otrzymano  $W > 0$ .

Ponieważ  $\frac{\partial^2 f}{\partial x_d^2} = \frac{\partial^2 f}{\partial y_d^2} = \frac{(E_d)^2}{(E_{cz} + E_d)^2} > 0$  funkcja  $f(x_d, y_d)$  osiąga minimum lokalne.

Rozwiązanie przy uwzględnieniu warunku  $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{(E_d)^2}{(E_{cz} + E_d)^2} > 0$  pozwala na znalezienie rozwiązania, które będzie znajdować się w granicach  $0 < l_{zs} < 1_{zs}$ , otrzymując ostatecznie wzory na współrzędne poszukiwanego punktu:

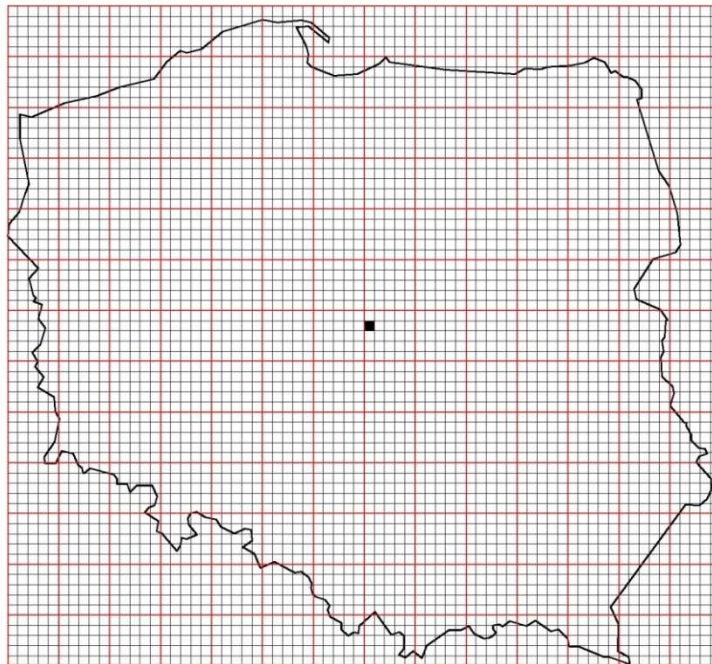
$$x_d = \frac{(E_{cz} + E_d)x_{cs} - E_{cz}x_{cz}}{E_d} \quad (21)$$

$$y_d = \frac{(E_{cz} + E_d)y_{cs} - E_{cz}y_{cz}}{E_d} \quad (22)$$

Rozwiązanie tego zagadnienia podano dla dwóch przypadków:

- rozwiązanie globalne
- rozwiązanie dla obszaru Polski

Rozwiązanie globalne określa położenie dodatkowego punktu wytwórczego energii elektrycznej przy założeniu zredukowaniu do minimum odległości pomiędzy punktami Z i S bez ograniczania się do terytorium tylko Polski.



Rys.3 Kontur obszaru Polski.

Źródło: opracowanie własne.

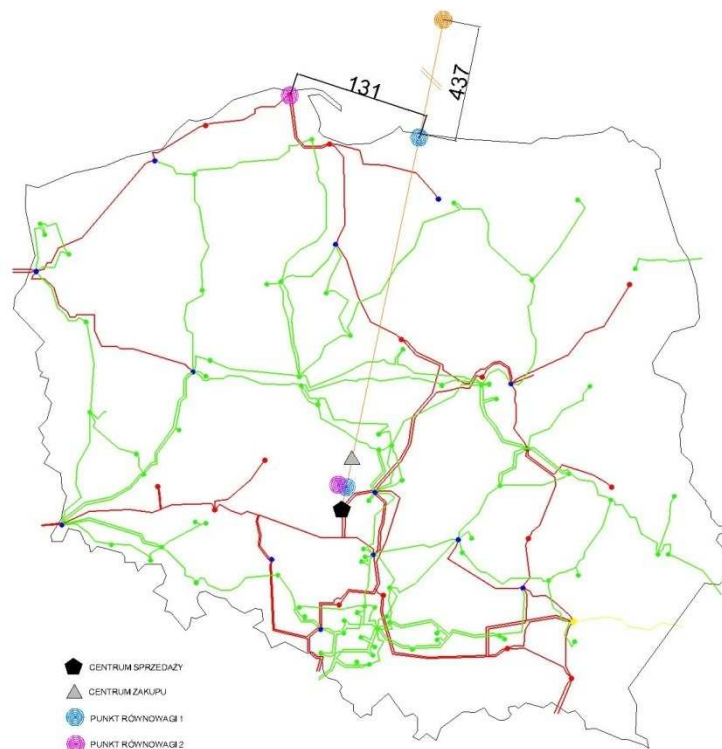


Dla realizacji tych celów zapisano kontur granic Polski przy pomocy (rys.3) siatki współrzędnych, które pozwoliły na zapis tego konturu przy pomocy tzw. macierzy identyfikacji. Punkty, które są elementami macierzy i przyjmują wartość „1” leżą w na obszarze Polski, natomiast „0” nie należą do obszaru Polski. Zatem, macierz identyfikacji dla obszaru Polski przy założeniu kroku pomiędzy głównymi liniami siatki  $L = 50$  [km] ma postać:

Macierz identyfikacji:

$$M_{INW} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (23)$$

Rysunek 4 prezentuje położenie proponowanych punktów lokalizacyjnych, rozwiązanie globalne (punkty S i Z się pokrywają) wymagałoby wybudowanie elektrowni odległej o 437 km od granic Polski, optymalne rozwiązanie w stosunku do prawdopodobnej lokalizacji elektrowni jądrowej w ujęciu lokalnym (Żarnowiec) jest odległe o 131 km, wpływa to jednak w sposób praktycznie niezauważalny na zmianę położenia punktu równowagi logistycznej – zmiana ta wynosi jedynie ok. 14 km.

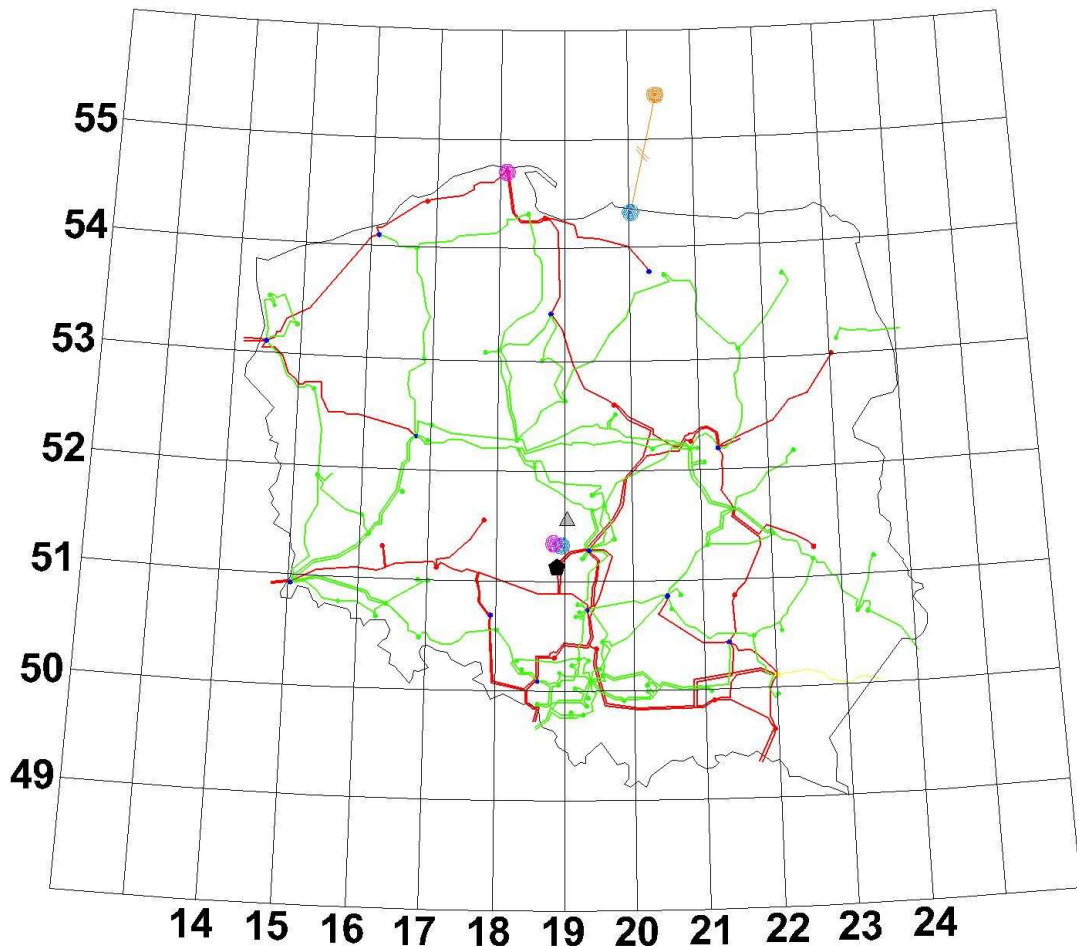


Rys. 4 Umiejscowienie lokalizacji dodatkowej elektrowni.

Źródło: opracowanie własne.

Kolejny rysunek przedstawia możliwość operowania przy analizach współrzędnymi geograficznymi.(rys. 5)

Zaprezentowana metodyka analiz sieciowych jest zatem sprawnym narzędziem przy ocenie efektywnościowych aspektów pracy systemu elektroenergetycznego i może być uzupełnieniem w trakcie podejmowania decyzji przy ustalaniu kierunków rozwoju sieci wszystkich poziomów napięciowych, tzn. sieci systemowej, sieci 110 kV oraz sieci średniego i niskiego napięcia. Próby takie podejmowano już wielokrotnie, opracowując metodykę przydatną do analizy pracy tych sieci<sup>8</sup>



Rys. 5 Charakterystyczne punkty we współrzędnych geograficznych.

Źródło: opracowanie własne.

Operowanie wprost współrzędnymi geograficznymi ma także sens praktyczny, można bowiem wtedy zintegrować prezentowaną metodykę z systemami GIS, wtedy taki zintegrowany system charakteryzuje się nowymi możliwościami analitycznymi. Przewiduje się dalsze badania i analizy w tym zakresie.

<sup>8</sup> Szkutnik J.: Technical and economic aspects of management of electric of electrical energy distribution, Częstochowa 2006

## 2. PODSUMOWANIE

Przedstawiona metodologia jest może być punktem wyjścia do dalszych – kompleksowych analiz, nieodzowne jest jednak uczestnictwo w takich badaniach reprezentantów poszczególnych specjalizacji, tak aby przyszłe rozwiązania stanowiły sprawdzone i wiarygodne rekomendacje dla trendów rozwojowych polskiej gospodarki.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Andruszkiewicz J.: Ocena wystarczalności generacji energii elektrycznej w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym, *Elektroenergetyka, współczesność i rozwój*, nr 2- 3(4-5), 2010, str.6-19
- [2] Bartodziej G., Tomaszewski M.: *Polityka energetyczna i bezpieczeństwo energetyczne*, Wydawnictwo "Nowa Energia", Racibórz, 2009, Wydawnictwo Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych Energetyka i Środowisko, Warszawa 2009
- [3] Gabryś H., L.: *Elektroenergetyka w Polsce 2010, Inwestycje, energetyka ciepła i zawodowa*, nr.7-8/2010, str. 8-10
- [4] Gabryś H., L.: *Elektroenergetyka w Polsce, Wstępne oceny roku, energetyka ciepła i zawodowa*, nr. 12/2010., 1/2011, str.24-27
- [5] Informacja Rządu o aktualnej sytuacji i perspektywach polskiej energetyki, Sejm Rzeczypospolitej Polskiej, Druk 3701, Warszawa 15 grudnia 2010 r.
- [6] Informacja statystyczna o energii elektrycznej; grudzień 2009, ARE SA, Biuletyn miesięczny
- [7] Jankowski B.: Ocena skutków zaostrzenia unijnej polityki klimatycznej dla Polski, ze szczególnym uwzględnieniem sektora elektroenergetycznego do 2050 roku, *Elektroenergetyka, współczesność i rozwój*, nr 4(6), 2010, str.138-155
- [8] *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*, Ministerstwo Gospodarki, 10 listopada 2009
- [9] *Program Polskiej energetyki jądrowej*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 10 grudnia 2010 r.
- [10] *Program dla energetyki*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 27 marca 2006 r,
- [11] Szkutnik J., Baum K.: *Economical and technical problems of high voltage power line construction and modernization with the use of high temperature low sag wire technology*, *Proceedings of the 11th International Scientific Conference, EPE 2010*, Brno University of Technology, Brno 2010, ISBN 978-80-214-4094-4, pp 749-752
- [12] Szkutnik J., Sobota R.: *Główne cele polityki energetycznej Polski do 2030 roku*, *Energia odnawialna w budownictwie*, Monografia pod redakcją Lucjana Kurzaka, Sekcja Wydawnictwa Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2009, ISBN 978-83-61118-05-3, ISSN 1428-1600, s. 61-74
- [13] Szkutnik J.: *Models of electrical energy distribution in decision-making processes, Interdisciplinary approach to sustainable development*, Edited by Ralph Lescroart Piotr Pachura and Tomasz Nitkiewicz, ISI Pierrard HEC Du Luxembourg, Virton, Belgium 2007, Depot legal: D/2007/9727/4 Edited in Belgium, pp. 161-173
- [14] Szkutnik J.: *Strategiczne cele i efekty zarządzania dystrybucją energii elektrycznej w przedsiębiorstwach energetycznych*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2006
- [15] Szkutnik J.: *Technical and economic aspects of management of electric of electrical energy distribution*, Częstochowa 2006.

## THE INTEGRATION OF NETWORK PROBLEMS IN THE NATIONAL ECONOMY

**Abstract:**

The article is a test of the complex look of network problems in various areas with particular reference to transports and the energy systems.. Such approach can bring significant advantages to the economy of the nation through analytic research, warranting on the optimization of processes in the wide environment. In the article introduced the proposal of solutions which can become inculcated to the many divisions of the national economy, contributively to her development across the greater effectivity of her working.

Search words: the network of transport, energy, gas, thermal; the optimization of the network work.