

Piotr MILLER\*  
Marek WANCERZ\*

## **PROBLEMATYKA WYZNACZANIA I EWIDENCJI PARAMETRÓW LINII WN Z WYKORZYSTANIEM BAZ DANYCH**

Poprawne określenie parametrów sieci jest bardzo istotne w aspekcie analiz rozpliwów mocy, obliczeń zwarciovych, badań stabilności lokalnej i globalnej oraz nastaw zabezpieczeń linii elektroenergetycznych. Linia elektroenergetyczna prądu przemiennego charakteryzowana jest przez rezystancję, reaktancję, konduktancję i susceptancję pojemnościową. Wszystkie te wielkości występują w każdym elementarnym odcinku rozpatrywanej linii. Aby zbudować schemat zastępczy linii, trzeba je połączyć tak jak one występują w rzeczywistości, czyli należałoby przedstawić schemat linii zestawiony z nieskończonej liczby elementarnych odcinków. Schemat ten wiernie odwzorowuje linię, lecz operowanie nim w obliczeniach praktycznych jest uciążliwe i prowadzi do skomplikowanych zależności. W praktyce dokładność obliczeń jest uzależniona od wiarygodnych danych wejściowych. W artykule zaprezentowano podstawową teorię wyznaczania parametrów schematów zastępczych oraz aplikację komputerową do obliczania parametrów elektrycznych linii elektroenergetycznych na podstawie typów przewodów oraz sylwetek słupów. Aplikacja wykorzystuje bazę danych do ewidencji parametrów linii, spełniając równocześnie rolę katalogu sylwetek słupów i przewodów.

### **1. WSTĘP**

Układy przewodów – ziemia są podstawowymi i najczęściej stosowanymi układami sieci elektrycznych wszystkich napięć od 110 kV w górę. Sporządzenie matematycznego opisu zjawiska jest niezbędnym krokiem na drodze do uzyskania wartości liczbowych interesujących nas wielkości. Za model matematyczny elementu systemu uważamy komplet współczynników występujących w relacjach matematycznych, opisujących dany element w warunkach rozpatrywanego zjawiska. W elektrotechnice, a szczególnie w elektroenergetyce stosuje się pojęcie schematu zastępczego elementu, czyli fragmentu obwodu elektrycznego wykazującego w rozważanych zjawiskach odpowiednie cechy. W zależności od rodzaju analizy, stosuje się różne schematy zastępcze elementów wchodzących w skład systemu elektroenergetycznego. W każdym modelu podkreśla się bowiem cechy elementu dominujące w rozpatrywanym zjawisku, pomija natomiast cechy

---

\* Politechnika Lubelska.

nie mające istotnego wpływu na wyniki obliczeń. Wykorzystanie baz danych do obliczeń parametrów linii oraz ewidencji sylwetek słupów i przewodów pozwoli służbom energetycznym odpowiedzialnym za analizy systemowe na szybki dostęp do wiarygodnych danych.

## 2. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE DOTYCZĄCE PARAMETRÓW LINII ELEKTROENERGETYCZNYCH

### 2.1. Fizyczna interpretacja parametrów linii

Pomimo znacznego zróżnicowania gabarytów elektroenergetycznych linii napowietrznych oraz przekrojów stosowanych w nich przewodów, sposób ich modelowania w obliczeniach energetycznych jest prawie taki sam dla wszystkich przypadków. Opis matematyczny dokładnych modeli tych linii jest dość złożony z uwagi na fakt występowania pomiędzy przewodami sprzężeń magnetycznych i pojemnościowych oraz rozłożenie ich wzdłuż całej długości linii. Warto zwrócić uwagę, że dla linii dwutorowej z przewodami wiązkowymi i odgromowymi oddziaływania zachodzą pomiędzy aż czternastoma obwodami. W obliczeniach inżynierskich, w wyniku zastosowanych uproszczeń i przekształceń, podstawowy model zgodny ma postać czwórnika  $\Pi$  o skupionych parametrach podłużnych (rezystancja, reaktancja) oraz parametrach poprzecznych (susceptancja) przyłączonych do obydwu końców modelu. Konduktancja linii w większości przypadków jest pomijana.

Rozdział ten prezentuje podstawowe zagadnienia teoretyczne dotyczące wyznaczania parametrów linii elektroenergetycznych WN. Opisuje fizyczną interpretację parametrów oraz pojęcie obwodu ziemnopowrotnego.

#### *Rezystancja*

Rezystancją jednostkową przewodu  $R'$  nazywa się rezystancję jaką przedstawia przewód o długości jednego kilometra przy przepływie przez niego prądu przemiennego [1, 2]. Można ją obliczyć na podstawie zależności:

$$R' = \frac{1000}{\gamma S} \quad (1)$$

gdzie:  $\gamma$  – konduktywność wyrażona w  $\text{m}/\Omega\text{mm}^2$ ;  $S$  – przekrój przewodu w  $\text{mm}^2$ .  
Wartość rezystancji linii o długości  $l$  wyznacza się ze wzoru:

$$R = R' l \quad (2)$$

gdzie:  $l$  – długość linii w km;  $R'$  – rezystancja jednostkowa.

#### *Reaktancja indukcyjna*

Reaktancja jednostkowa linii związana jest z indukcyjnością, która jest ilorazem strumienia magnetycznego przenikającego przestrzeń ograniczoną przewodami i prądu przemiennego, który ten strumień wywołał. Indukcyjność linii zależy od

szeregu czynników, a w szczególności: od liczby przewodów linii, od wzajemnej odległości i układu zawieszenia przewodów, średnicy przewodów, ich materiału, liczby przewodów w wiązce oraz indukcyjności własnej i wzajemnej. Indukcyjność wzajemna jest uwarunkowana wpływem pozostałych przewodów linii trójfazowej jednorodnej lub wielotorowej. Reaktancję jednostkową  $X'$  można określić:

$$X' = \omega L' \quad (3)$$

gdzie:  $\omega$  – pulsacja w 1/s,  $L'$  – indukcyjność jednostkowa w H/km.

Bez szczegółowego wyprowadzania wzoru na indukcyjność fazową linii trójfazowej można przyjąć że:

$$L' = 4.6 \cdot 10^{-4} \frac{\log b_{sr}}{0.78 r_z} \quad (4)$$

gdzie:  $b_{sr}$  – średnia geometryczna odległość rozważanego przewodu od pozostałych przewodów,  $r_z$  – promień zastępczy przewodu.

#### *Konduktancja*

Przy wykonywaniu obliczeń linii napowietrznej konduktancję uwzględnia się bardzo rzadko, gdyż jest ona związana z małymi stratami mocy czynnej w stosunku do strat mocy czynnej na elementach podłużnych.

#### *Susceptancja*

Susceptancja linii związana jest przede wszystkim z pojemnością linii. Pojemność ta jest wypadkową, powstałą z superpozycji cząstkowych pojemności między poszczególnymi fazami oraz między każdą z faz w stosunku do ziemi. Pojemność ta zależy od wysokości zawieszenia przewodów, od średniej geometrycznej odległości między przewodami oraz od promienia przewodu. Susceptancję pojemnościową roboczą jednej fazy oblicza się ze wzoru:

$$B = 2\pi f C \quad (6)$$

gdzie:  $C$  – pojemność robocza jednostkowa dla jednego przewodu w F/km.

#### *Pojęcie obwodu ziemnowrotnego*

Elementarnym pojęciem związanym z modelowaniem linii jest pojęcie obwodu ziemnowrotnego. Składa się on z zawieszono nad ziemią pojedynczego przewodu, przez który płynie prąd powracający następnie przez ziemię uważaną za jednolitą przewodzącą półprzestrzeń [3]. Napięcie indukowane w przewodzie 2 odniesione do prądu  $I$  jest miarą impedancji wzajemnej obwodów ziemnowrotnych 1 oraz 2. Zagadnienie rozptywu prądu w ziemi jest jednym z bardziej skomplikowanych zagadnień teorii pola elektromagnetycznego. Można je rozwiązać kilkoma sposobami, określonymi jako rozwiązanie Carlsona, rozwiązanie Rudenberga, czy też inne rozwiązania wykorzystujące bezpośrednio równania Maxwell'a. W wyniku zastosowania skomplikowanego aparatu matematycznego (równanie różniczkowe cząstkowe pola elektromagnetycznego rozwiązywane za pomocą funkcji Bessela) otrzymuje się przybliżone wzory na jednostkową impedancję własną obwodu ziemnowrotnego oraz jednostkową

impedancję wzajemną równoległych obwodów ziemnopowrotnych znajdujących się w odległości  $b$  od siebie.

#### Obliczanie składowej zerowej impedancji [4]

Zazwyczaj przyjmuje się, że impedancja zgodna i przeciwna linii są sobie równe, tak więc oblicza się je według wzorów z poprzednich podpunktów. Równość ta wynika z symetrii linii oraz z faktu, że linia jest elementem statycznym. Impedancja zerowa natomiast w znacznym stopniu zależy od konstrukcji linii, m. in. od liczby przewodów odgromowych czy liczby torów linii. Przewody odgromowe można traktować jako zamknięte pętle ziemnopowrotne, biegnące równoległe do przewodów roboczych. Uwzględnianie wszystkich czynników przy obliczeniach może okazać się dużym wyzwaniem numerycznym, dlatego dla uproszczenia analizy stosowane są wzory uproszczone wiążące rezystancję dla składowej zgodnej z rezystancją zerową:

$$R_0 = R_1 + 0,15R_1 \quad (7)$$

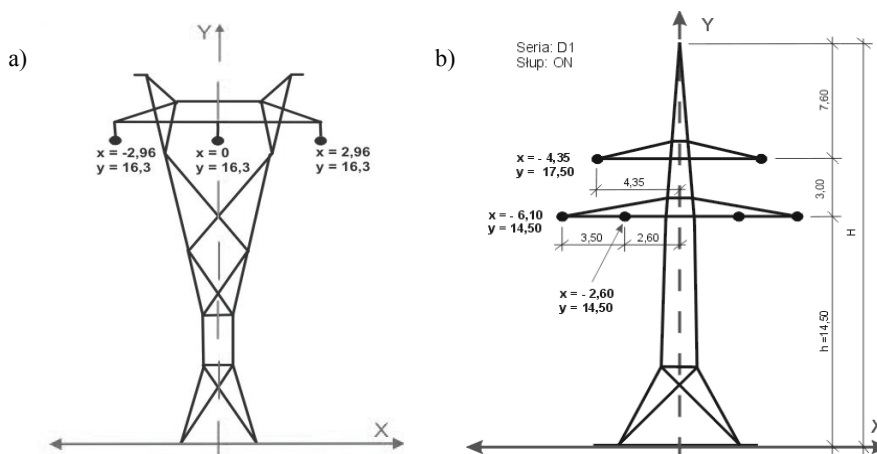
Natomiast stosunek reaktancji dla składowej zerowej do reaktancji dla składowej symetrycznej zgodnej można przyjmować jako:

$$X_0 = (2 \div 3)X_1 \quad (8)$$

Dokładne odwzorowanie składowych zerowych linii ma istotne znaczenie w przypadku min. obliczeń prądów zwarcia z ziemią oraz współczynników kompensacji ziemnozwarciowej.

## 2.2. Konwencja oznaczeń słupów w katalogu

Konwencja oznaczania słupów w katalogach oraz programach obliczeniowych została przedstawiona na rysunku 1.



Rys. 1. Konwencja oznaczania słupów a) słup jednotorowy serii A, model P, b) słup dwutorowy: ON serii: D1

Konstrukcję słupa umieszczono w układzie współrzędnych, co ułatwia interpretację (oznaczenia  $x$ ,  $y$  są odległościami od odpowiadających im osi i przyjmują wartości dodatnie lub ujemne w zależności od ćwiartki układu współrzędnych). Zastosowany sposób prezentacji sylwetek słupów umożliwi wykorzystanie przedstawionych na rysunkach danych w zaawansowanych aplikacjach obliczeniowych.

### 3. PROJEKT I REALIZACJA BAZY DANYCH PARAMETRÓW LINII NAWIETRZNYCH WN

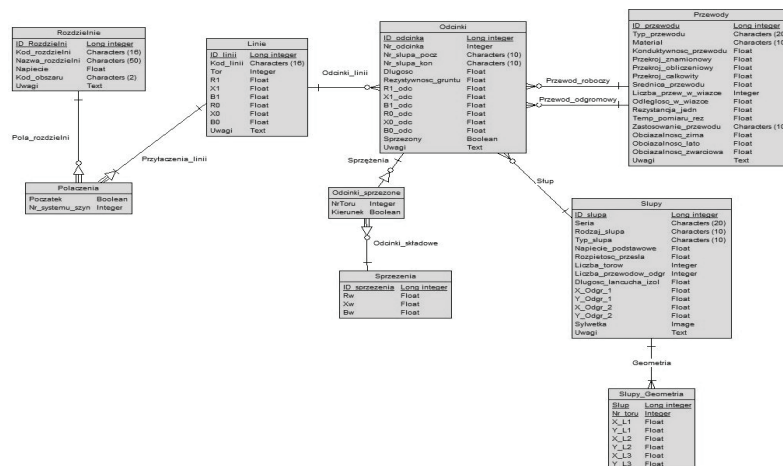
#### 3.1 Środowisko programistyczne

W energetyce wykorzystuje się środowiska bazodanowe do różnych celów i są to zarówno wersje lokalne jak i internetowe [5]. Program komputerowy Katalog Linii 110 kV został opracowany w środowisku Microsoft Access i przeznaczony jest do pracy w tym właśnie środowisku. W jego skład wchodzi:

- aplikacja udostępniająca interfejs użytkownika: formularze, raporty oraz narzędzia obliczeniowe, a także narzędzia eksportu i importu danych do programów PLANS i SCC (tzw. *front end*),
- właściwa baza danych z tabelami przechowującymi wszystkie dane niezbędne do pracy z programem (tzw. *back end*),
- biblioteka DLL udostępniająca algorytmy obliczania parametrów odcinków linii w tym także tych, tworzących układy wielotorowe.

#### 3.2. Projekt bazy

Na podstawie wieloletnich doświadczeń autorów opracowano projekt bazy danych do wyznaczania parametrów linii 110 kV.



Rys. 2. Projekt bazy danych do ewidencji parametrów linii WN

Zastosowano jedną z metod projektowania baz danych znaną jako metoda diagramowania związków encji. Na rysunku 2 zaprezentowano wersję ostateczną projektu. Encje i relacje je łączące tworzą projekt bazy danych, która przechowuje nie tylko parametry słupów i przewodów, ale także odwzorowuje topologię analizowanej sieci, czyli rozdzielnie i łączące je linie 110 kV.

### 3.3 Opis aplikacji bazodanowej

Ekranem startowym prezentowanej aplikacji bazodanowej jest formularz *Rozdzielnie* (Rys. 3). Z tego poziomu można dokonywać przeglądu wprowadzonych już rozdzielni 110 kV, dodawać je do bazy lub usuwać. Prezentowane są: nazwa kodowa rozdzielni, nawa długa (pełna), poziom napięcia, obszar (w opisywanym przypadku jest to obszar 3 czyli Katowice) oraz oddział (np. Opole). Z poziomu tego formularza można dodać nową rozdzielnię lub usunąć rozdzielnię już istniejącą. Można również dokonać eksportu parametrów wybranych linii elektroenergetycznych do plików tekstowych zgodnych z formatem akceptowanym przez programy PLANS (program rozplwyowy) oraz SHORTS/SCC (program zwarcioowy).

Nazwa kodowa	Nazwa długa	Napięcie	Obszar	Oddział/Właściciel	Fikcyjna/Punkt rozgałęźny
AK1	AZOTY KĘDZIERZYN-110	110,0 kV	3	Opole	
BIE1	BIELICE-110	110,0 kV	3	Opole	
BOD1	BODZANÓW-110	110,0 kV	3	Opole	
BRD1	BIERZANÓW-110	110,0 kV	3	Opole	
CER1	CERKIEW-110	110,0 kV	3	Opole	
CHI1	CHEMIK-110	110,0 kV	3	Opole	
GCE1	GROSZOWICE CEM-110	110,0 kV	3	Opole	
GDK1	GRODKÓW-110	110,0 kV	3	Opole	
GLU1	GLUBCZYCE-110	110,0 kV	3	Opole	
GOS1	GOSŁAWICE-110	110,0 kV	3	Opole	
GRA1	GRACZE-110	110,0 kV	3	Opole	
GRD1	GRUDZKA-110	110,0 kV	3	Opole	
GRD1	GROSZOWICE-110	110,0 kV	3	Opole	
GRD2	GROSZOWICE-220	220,0 kV	3	Opole	
HAI1	HAJDUKI-110	110,0 kV	3	Opole	
HAR1	HARCERSKA-110	110,0 kV	3	Opole	
HMN1	HERMANOWICE-110	110,0 kV	3	Opole	
KLU1	KLUCZBORK-110	110,0 kV	3	Opole	
KOS1	KOSTÓW-110	110,0 kV	3	Opole	
KRE1	KRAPKOWICE-110	110,0 kV	3	Opole	

Rys. 3. Ekran początkowy – lista rozdzielni

Kolejną możliwością bazy danych jest prezentacja wprowadzonych linii 110 kV. Na rysunku 4 widoczna jest lista linii posortowana według kodu. Lista prezentuje ponadto: rozdzielnię początkową i końcową oraz oznaczenie toru linii (w przypadku odcinków wielotorowych). Zastosowany mechanizm podwójnego kliknięcia zarówno w obrębie nazwy rozdzielni jak i nazwy linii przenosi użytkownika do szczegółowego opisu wybranego obiektu. Tak jak w przypadku rozdzielni, również dla linii istnieje możliwość dodania nowego obiektu – klawisz Dodaj linię, lub jej usunięcia – klawisz Usuń linię. Sposób definiowania

parametrów nowej linii został przedstawiony na rysunku 5. Należy podać nazwę kodową linii, liczbę torów, węzeł początkowy i końcowy oraz wprowadzić podział na odcinki.

Nazwa kodowa	Rozdz. pocz.	Rozdz. kon.	Tor
S407	KĄDZIELÓW-110	ŁAGISZA-110	1
S111	ANIOŁÓW-220	ANDRYCHÓW-110	1
S112	ALEKSANDROWICE-110	ALWERNIA-110	1

Rys. 4. Formularz – lista linii

Nr odcinka	Długość	Nr Słupa pocz.	Nr Słupa kon.	Słup	Przewod. roboczy	Przewod. odgromowy	Sprężony?
1	8,000 km	BR	25	B2	AFL-6 240	AFL-1,7 50	Nie
2	6,000 km	25	38	S120	AFL-6 240	AFL-1,7 70	Nie
3	14,800 km	38	BR	S24	AFL-6 120	AFL-1,7 50	Nie
*							Nie

Rys. 5. Formularz do edycji parametrów linii z podziałem na odcinki

Liczba odcinków definiowana przez użytkownika zależy od niego samego. Użytkownik może wprowadzać odcinki przez się lub grupować kilka prześseł w jeden odcinek. Z kolei opis odcinka zależy od budowy konkretnej linii – typu słupa, rodzaju przewodu roboczego i odgromowego oraz innych parametrów, które mogą mieć wpływ na ostateczną postać modelu zastępczego linii. Obliczenia parametrów elektrycznych modelu przeprowadzane są dla całego odcinka linii.

Definicję nowego odcinka można przeprowadzić w podformularzu widocznym na rysunku 6. Należy podać długość odcinka (numer odcinka generowany jest automatycznie), numer słupa początkowego i końcowego, typ słupa (wybierany z listy rozwijanej – katalogu) oraz typ przewodu roboczego i odgromowego (również wybierany z listy rozwijanej). O tym, czy w obliczeniach będą uwzględniane sprzężenia magnetyczne decyduje wybrany typ słupa. Wybór słupa dwutorowego odblokowuje możliwość wprowadzenia dodatkowego opisu sprzężenia (przycisk [Sprężenia]).

Odcinek nr 1 linii: S407

Dane odcinka:		Parametry elektryczne:	
Długość	3,000 km	R1	0,992 $\Omega$
Nr Słupa pocz.	BR	X1	3,299 $\Omega$
Nr Słupa kon.	25	B1/2	10,990 $\mu\text{S}$
Słup	B2	R0	3,012 $\Omega$
Przewod_roboczy	AFL-6 240	X0	8,896 $\Omega$
Przewod_odgromowy	AFL-1,7 50	B0/2	6,657 $\mu\text{S}$
Rezystywność gruntu	100,00 $\Omega\cdot\text{m}$	Rj	0,124 $\Omega/\text{km}$
		Xj	0,412 $\Omega/\text{km}$
		<input type="button" value="Oblicz parametry"/>	

Uwagi

Odcinek Sprzężony?

Rys. 6. Formularz – edycja parametrów odcinka

Po zdefiniowaniu parametrów odcinka można przystąpić do wyznaczania jego parametrów elektrycznych. Po naciśnięciu klawisza [Oblicz parametry] następuje przekazanie do biblioteki realizującej właściwe obliczenia wszystkich parametrów niezbędnych do wykonania obliczeń. Są to informacje dotyczące odcinka, geometrii słupa, typów przewodów itp. Algorytmy zaimplementowane w bibliotece dokonują obliczeń parametrów jednostkowych (rezystancji, reaktancji oraz susceptancji pojemnościowej), a następnie gotowe parametry modelu zastępczego odcinka linii przekazywane są do bazy danych. W przypadku układów wielotorowych biblioteka obliczeniowa oblicza także parametry sprzężenia.

Jak wspomniano wcześniej, definicja odcinka wiąże się z koniecznością wyboru sylwetki słupa i typów przewodów (roboczego i odgromowego). Zarówno przewody jak i sylwetki słupów wybiera się z listy rozwijanej (katalogu słupów i przewodów przygotowanych na podstawie dokumentacji i dokumentów normatywnych). Dostęp do katalogów z poziomu opisywanego formularza (rysunek 6) można uzyskać dwukrotnie klikając w pole przechowujące informację na temat typu przewodu – pojawia się formularz widoczny na rysunku 7 – lub słupa.

W przypadku braku słupa lub przewodu (brak informacji katalogowej), użytkownik może wprowadzić te informacje samodzielnie. Na rysunku 8 przedstawiono formularz opisujący wymagane parametry sylwetki wsporczej linii dwutorowej [6].

W programach komputerowych realizujących obliczenia rozplwyowe czy zwarciove kluczowym zagadnieniem jest poprawne odwzorowanie topologii sieci i dokładne zamodelowanie wszystkich elementów tworzących tą sieć. Często barierą stojącą na przeszkodzie w uzyskaniu poprawnych wyników analiz sieciowych jest brak wiarygodnych danych i trudność w ich uzyskaniu. Prezentowana aplikacja może pomóc w budowie poprawnych merytorycznie modeli.



**Dane przewodu:**

Typ przewodu: 16/421 32  
 Materiał: aluminium  
 Konduktywność: 34,0 m/Ω·mm<sup>2</sup>  
 Przekrój znamionowy: 32,00 mm<sup>2</sup>  
 Przekrój obliczeniowy: 31,60 mm<sup>2</sup>  
 Przekrój całkowity: 63,50 mm<sup>2</sup>  
 Średnica: 10,70 mm  
 Liczba przewodów w wiązce: 1  
 Rezystancja jedn.: 0,7280 Ω/km  
 Temperatura pomiaru rezyst.: 20,0 °C

**Obciążalność:**

Obciążalność zimowa:   
 Obciążalność letnia:   
 Obciążalność zwarciowa:

Uwagi:

Zastosowanie przewodu: uniwersalne

Rys. 7. Formularz – Edycja parametrów przewodu

**Dane słupa:**

Seria: OS24  
 Rodzaj słupa: P  
 Typ słupa: +0,0 m  
 Napięcie podstawowe: 110,0 kV  
 Rozpiętość przęta: 320,0 m  
 Liczba torów: 2  
 Liczba przewodów odgromowych: 2  
 Długość łańcucha izolatorów: 1,5 m

**Przewody odgromowe:**

Tor 1: X -2,20 m, Y 21,20 m  
 Tor 2: X 2,20 m, Y 21,20 m

**Szytewka słupa:**

Seria: OS24  
 Słup: P

**Geometria słupa:**

Nr_toru	Faza L1: X	Y	Faza L2: X	Y	Faza L3: X	Y
1	-3,50 m	18,00 m	-4,30 m	15,00 m	-3,50 m	
2	3,50 m	18,00 m	4,30 m	15,00 m	3,50 m	

Rys. 8. Formularz – edycja parametrów słupa (słup dwutorowy)

Dzięki katalogom słupów i przewodów, udostępnionym w bazie danych, dzięki formularzom, które pozwalają w szybki sposób odwzorować topologię sieci i wreszcie dzięki bibliotece obliczeniowej, która na podstawie danych przechowywanych w bazie jest w stanie obliczyć poprawne wartości parametrów modelu zastępczego linii, użytkownik może wreszcie zapanować nad topologią i parametrami analizowanych sieci. Funkcje eksportu danych do popularnych formatów danych, takich jak KDM, czy format SHORTS/SCC, ułatwiają budowę i wykorzystanie modeli obliczeniowych w popularnych programach realizujących obliczenia rozplływowe (PLANS) czy zwarciove (SCC).

#### 4. PODSUMOWANIE

Zagadnienie obliczania parametrów linii jest bardzo ciekawym problemem zarówno o znaczeniu teoretycznym jak i praktycznym. W niniejszej artykule przedstawiono fizyczną interpretację parametrów linii elektroenergetycznych, a także opisano wzory służące do wykonywania obliczeń inżynierskich. W artykule nie zagłębiano się w trudne zagadnienia z pola elektrycznego i magnetycznego mające jednak wpływ na metodykę obliczania parametrów. Jednak teoria ta znalazła zastosowanie w prezentowanej aplikacji do wyznaczania parametrów modelu zastępczego linii. Osobnym problemem jest wykorzystanie baz danych do

zagadnień matematycznego modelowania i ewidencji parametrów linii WN. W dobie szybkiego rozwoju informatyki komputer umożliwia w miarę łatwe i dokładne obliczanie interesujących nas wielkości ze skomplikowanych formuł. Przygotowanie takiego środowiska obliczeniowego, który będzie spełniał oczekiwania służb energetycznych wiąże się z bardzo dobrą znajomością teorii matematycznego modelowania prezentowanych zjawisk (zagadnienie energetyczne) jak również znajomością teorii baz danych i języków programowania (zagadnienie informatycznej) [7]. Prezentowana aplikacja pozwala na przeprowadzenie analizy związanej z modelowaniem układów dwutorowych i wielotorowych.

### LITERATURA

- [1] Handke A., Mitkowski E., Stiller J.: Sieci elektroenergetyczne., Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1978.
- [2] Kacejko P., Miller P., Osik J.: Wyznaczanie parametrów linii napowietrznych, Energetyka nr 3/1995, s 101-105.
- [3] Kosztaluk R., Flisowski Z.: *Metody analizy układów przewodów – ziemia*. Przegląd Elektrotechniczny nr 10/2001, SIGMA NOT Sp.z.o.o.
- [4] Kacejko P., Machowski J.: *Zwarcia w sieciach elektroenergetycznych*. WNT, Warszawa 2009.
- [5] Wancerz M., Kacejko P., Miller P.: Internetowe bazy danych jako nowy element w technice eksploatacji układów EAZ. Kwartalnik Komitetu Automatyki Elektroenergetycznej SEP, Nr 1/2006.
- [6] Katalog słupów i fundamentów linii 110 kV. Tom I i II., Energoprojekt Kraków, Poznań 1998.
- [7] Wancerz M.: Internetowa aplikacja do wizualizacji elementów Krajowego Systemu Elektroenergetycznego. XII Konferencja Naukowa ZKwE. Poznań 2007.

### QUESTIONS CONCERNING DETERMINATION AND STORAGE OF HV LINE PARAMETERS WITH THE USE OF DATABASES

Correct determination of network system parameters is very important from the viewpoint of load-flow analyses, short-circuit and stability calculations and power line protection settings. AC power lines are characterized by their resistance, reactance, conductance and susceptance. All the mentioned quantities concern every elementary section of the considered power line. In order to elaborate an equivalent power line network it needs to connect the lines according to their real-time connections, which means that such a network should be composed of an infinite number of elementary sections. The network is accurate when it precisely represents the real-time lines, but when practical calculations are concerned it gets laborious and yields complex relations. In practice, accuracy of calculations depends on the input data reliability. The article presents a basic theory concerning determination of equivalent network parameters as well as a computer application for calculating parameters of electric power lines on the basis of the conductor and tower types. The application uses a database for the storage of line parameters and makes a kind of catalogue of tower and conductor types.