

Jerzy TCHÓRZEWSKI\*

## IDENTYFIKACJA I INTERPRETACJA ROZWOJU SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO. CZĘŚĆ II - MODEL SS

W przypadku badania prawidłowości rozwoju krajowego systemu elektroenergetycznego (dalej: KSE) z punktu widzenia zmian stopnia wewnętrznej organizacji systemu oraz zmian poziomu sterowania wygodnie jest otrzymać katalog modeli kroczących stacjonarnych w przestrzeni stanów (ang. state space, dalej: ss). W tym celu modele th przekształcono na modele ss, a następnie zbadano zmiany macierzy **A** i **B** oraz ich elementów w czasie długim  $\theta$ . Model ss zapisano w postaci modelu rozwoju zmiennych stanu, po czym przeprowadzono interpretację jego współczynników jako podstawowych elementów macierzy **A** i **B**. Zinterpretowano także poszczególne zmienne stanu jako elementy wektora rozwoju systemu KSE. Praca jest kontynuacją pracy [8].

### 1. ROZWOJU SYSTEMU KSE W PRZESTRZENI STANÓW

#### 1.1. Model ss

W wyniku przekształcenia modelu systemu KSE typu arx133 uzyskanego na drodze identyfikacji przy wykorzystaniu danych statystycznych dotyczących KSE na model ss w przestrzeni stanów otrzymano następującą postać równań stanu i wyjścia [7-10]:

$$\begin{aligned}
 x_1 &= 0.4884x_1 + x_2 - 0.0554x_5 + 0.04866x_7 + 0.05838x_9 - 11.9791x_{11} + 0.0169x_{13} + 0.0465x_{15} + \\
 &+ 0.0236x_{17} + 0.0089x_{19} - 0.1416x_{21} - 0.2164x_{23} - 0.0843x_{25} + 0.0153x_{27} + 0.2199x_{29} - 0.3297x_{31}, \\
 x_2 &= -0.1004x_5 + 0.2477x_7 - 44.654x_9 + 12.8095x_{11} - 0.0589x_{13} - 0.0255x_{15} + 0.3572x_{17} - 0.013x_{19} + \\
 &+ 0.0078x_{21} - 0.0243x_{23} - 0.0415x_{25} - 0.0198x_{27} - 0.4983x_{29} + 0.0405x_{31}, \\
 x_3 &= 0.0954x_5 + 0.6879x_7 + 10.2627x_9 + 19.6908x_{11} - 0.0274x_{13} - 0.0298x_{15} + 0.1703x_{17} + \\
 &0.0228x_{19} + 0.0782x_{21} - 0.1506x_{23} + 0.0341x_{25} + 0.0016x_{27} - 0.0843x_{29} - 0.6753x_{31} - 0.1886x_{31}, \\
 x_4 &= u_1, x_5 = x_4, x_6 = u_2, x_7 = x_7 + x_{22}, x_8 = u_3, x_9 = x_8, x_{10} = u_4, x_{11} = x_{10} + x_{25}, x_{12} = u_5, \\
 x_{13} &= x_{12} + x_{27}, x_{14} = u_6, x_{15} = x_{14} + x_{29}, x_{16} = u_7, x_{17} = x_{16}, x_{18} = u_8, x_{19} = x_{18}, x_{20} = u_9, \\
 x_{21} &= x_{20}, x_{22} = u_{10}, x_{23} = x_{22}, x_{24} = u_{11}, x_{25} = x_{24}, x_{26} = u_{12}, x_{27} = x_{26}, x_{28} = u_{13}, x_{29} = x_{28},
 \end{aligned} \tag{1}$$

\* Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach.

$$x_{30} = u_{14}, x_{31} = x_{30},$$

$$y_1 = x_1.$$

Otrzymano 31 zmiennych stanu, spośród których główną rolę odgrywają trzy pierwsze zmienne stanu, a mianowicie  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ , które można zinterpretować następująco:

$x_1$  – zmienna stanu wyrażająca moc osiągalną generatorów w elektrowniach (ogółem) [MW],

$x_2$  – zmienna stanu wyrażająca średnioroczną szybkość zmian mocy osiągalnej generatorów [MW/rok],

$x_3$  – zmienna stanu wyrażająca wzmacnioną średnioroczną szybkość zmian mocy osiągalnej generatorów [MW/rok].

Można przy tym zauważyć, że niektóre ze zmiennych stanu zależą jedynie od zmiennych wejściowych, a inne w ogóle nie zależą wprost od zmiennych wejściowych. Ponadto elementy macierzy **A** i **B** dla zmiennych stanu  $x_4 - x_{31}$  mają wartości równe jeden. Na uwagę zasługuje także fakt, że istnieją zmienne stanu, które są pochodnymi innych zmiennych stanu oraz w innych przypadkach całkami z innych zmiennych stanu. Z kolei badane w eksperymencie wyjście  $y_1$  wprost zależy jedynie od zmiennej stanu  $x_1$ , która z kolei wprost nie zależy od żadnej zmiennej wejściowej.

Uzyskany model KSE jest modelem rozwoju i zawiera informację tak o zmianach parametrycznych, jak też o zmianach strukturalnych, które wystąpiły w latach 1946-2007 [7]. Podejmując dalej próbę interpretacji uzyskanych 31 zmiennych stanu dla ciągłego modelu liniowego okazuje się, że kolejne zmienne stanu można zinterpretować następująco [4, 6-12]:

$x_4$  – zmienna stanu wyrażająca zatrudnienie na koniec roku w elektrowniach (ogółem) [osoba],

$x_5$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy zatrudnionych osób w sensie czasu krótkiego (ogółem) [osoba x dzień],

$x_6$  – zmienna stanu wyrażająca moc zainstalowaną w elektrowniach (ogółem) [MW],

$x_7$  – zmienna stanu wyrażająca możliwą do wygenerowania energię elektryczną w czasie pracy zainstalowanych generatorów [MWh],

$x_8$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy wykorzystywanych turbozespołów [sztuki turbozespołów x h],

$x_9$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy wykorzystywanych turbozespołów przy stałej czasowej okresu rozwoju [(sztuki turbozespołów x dzień) x rok],

$x_{10}$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy wykorzystywanych kotłów energetycznych (ogółem) [sztuki kotłów x dzień],

$x_{11}$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy wykorzystywanych kotłów energetycznych (ogółem) przy stałej czasowej okresu rozwoju [(sztuki kotłów x dzień) x rok],

$x_{12}$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy wykorzystywanych transformatorów w energetyce zawodowej [sztuki transformatorów x dzień],

$x_{13}$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy wykorzystywanych transformatorów w energetyce zawodowej przy stałej czasowej okresu rozwoju [(sztuki transformatorów x dzień) x rok],

$x_{14}$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy wykorzystywanych stacji elektroenergetycznych [sztuki stacji elektroenergetycznych x dzień],

$x_{15}$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy wykorzystywanych stacji elektroenergetycznych przy stałej czasowej okresu rozwoju [(sztuki stacji elektroenergetycznych dzień) x rok],

$x_{16}$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy wykorzystywanych wyłączników [sztuki wyłączników x dzień],

$x_{17}$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy wykorzystywanych wyłączników przy stałej czasowej okresu rozwoju [(sztuki wyłączników x dzień) x rok],

$x_{18}$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy linii elektroenergetycznych napowietrznych [km x dzień],

$x_{19}$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy linii elektroenergetycznych napowietrznych przy stałej czasowej okresu rozwoju [(km x dzień) x rok],

$x_{20}$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy linii elektroenergetycznych kablowych [km x dzień],

$x_{21}$  – zmienna stanu wyrażająca czas pracy linii elektroenergetycznych kablowych przy stałej czasowej okresu rozwoju [(km x dzień) x rok],

$x_{22}$  – zmienna stanu wyrażająca czas zużycia węgla kamiennego w elektrowniach [tys. ton x dzień],

$x_{23}$  – zmienna stanu wyrażająca czas zużycia węgla kamiennego w elektrowniach przy stałej czasowej okresu rozwoju [(tys. ton x dzień) x rok],

$x_{24}$  – zmienna stanu wyrażająca czas zużycia węgla brunatnego w elektrowniach [tys. ton x dzień],

$x_{25}$  – zmienna stanu wyrażająca czas zużycia węgla brunatnego przy stałej czasowej okresu rozwoju [(tys. ton x dzień) x rok],

$x_{26}$  – zmienna stanu wyrażająca czas zużycia paliw gazowych [tys. m<sup>3</sup> x dzień],

$x_{27}$  – zmienna stanu wyrażająca czas zużycia paliw gazowych przy stałej czasowej okresu rozwoju [(tys. m<sup>3</sup> x dzień) x rok],

$x_{28}$  – zmienna stanu wyrażająca czas zużycia innych surowców, w tym paliw ciekłych [TJ x dzień],

$x_{29}$  – zmienna stanu wyrażająca czas zużycia innych surowców, w tym paliw ciekłych przy stałej czasowej okresu rozwoju [(TJ x dzień) x rok],

$x_{30}$  – zmienna stanu wyrażająca czas importu energii elektrycznej [GWh x dzień],

$x_{31}$  – zmienna stanu wyrażająca czas importu energii elektrycznej przy stałej czasowej okresu rozwoju [(GWh x dzień) x rok].

## 2. OCENA ROZWOJU SYSTEMU KSE

### 2.1. Interpretacja modelu rozwoju th

Ze względu na to, iż w ogólnym przypadku model oceny rozwoju systemu zawiera: informację o systemie rozwoju (wejścia, wyjścia, zmienne stanu), kryterium lub zespół kryteriów oceny jakości, a także algorytm na określenie wartości kryterium oceny jakości rozwoju [1-2, 4-6, 8-12], stąd też między innymi jakość procesu rozwoju można przedstawić jako różnicę między założoną  $\Delta y_0(K, \theta)$  i rzeczywistą charakterystyką wyjściową  $\Delta y(K, \theta)$  systemu KSE. Dla przypadku wielowymiarowego tę rozbieżność można zapisać jako różnicę dwóch wielowymiarowych wektorów [6, 8-10]:

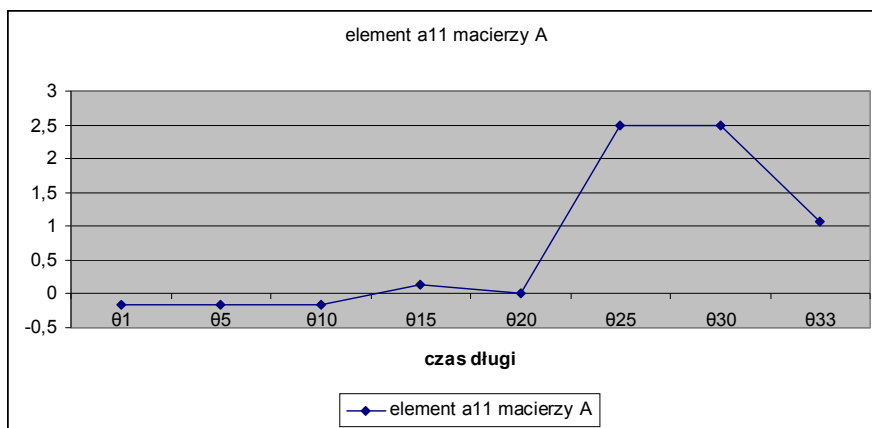
$$\overline{\Delta y(\theta)} = |\overline{\Delta y_0} - \overline{\Delta y}|, \quad (2)$$

gdzie:

- $\Delta y_0(K, \theta)$  – założona charakterystyka wyjściowa systemu KSE,
- $\Delta y(K, \theta)$  - rzeczywista charakterystyka wyjściowa systemu KSE,
- $K$  – zbiór parametrów systemu KSE,
- $\Theta$  – czas długi (lata, dziesiątki lat).

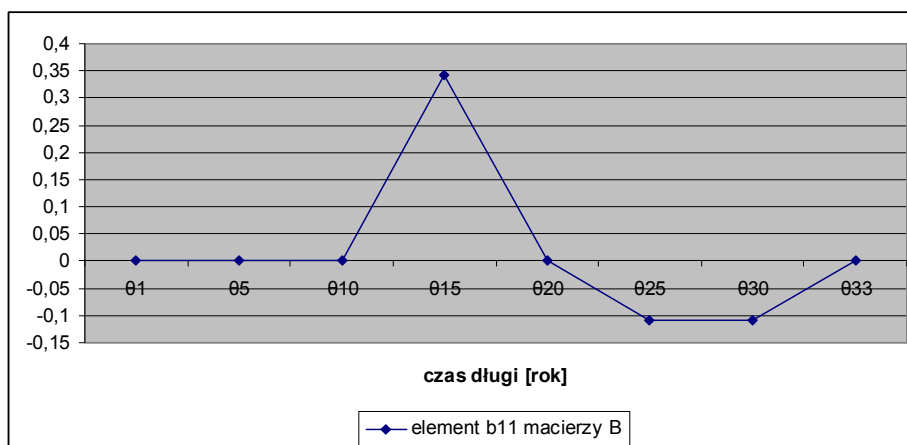
Badania ocenowe rozwoju systemu KSE, tak jak każda ocena eksploatacji systemu w sensie odnawiania lub użytkowania systemu, czy też ocena pracy systemu elektroenergetycznego są naturalną konsekwencją badań identyfikacyjnych i po zweryfikowaniu modelu rozwoju przeprowadza się ocenę wyników badań, uzyskiwanych na modelu rozwoju.

Jednakże dla zagadnień rozwojowych, rozumianych jako zmiany strukturalne i parametryczne systemu KSE, a nie planowanie, prognozowanie czy programowanie rozwoju, przeprowadzenie odpowiednich eksperymentów ocenowych wiąże się z potrzebą wygenerowania wielu modeli rozwoju systemu dla konkretnych okresów czasu długiego  $\Delta\theta$ , np. w wersji kroczącej z postępowaniem o jeden rok [3, 6-10]. Ze względu na to, że KSE jest systemem sterowania, stąd można otrzymać odpowiednie modele rozwoju w przestrzeni stanów i dopiero na ich bazie można przeprowadzać wiarygodne badania ocenowe np. przebiegu poszczególnych wartości własnych, elementów macierzy **A**, **B**, **C** i **D**, czy też rzędu macierzy i liczby zmiennych stanu.

Rys. 1. Zmiany elementu  $a_{11}$  macierzy A w poszczególnych okresach rozwoju KSE

Element  $a_{11}$  macierzy A wyraża stopień wewnętrznego oddziaływania sprzężenia zwrotnego na wartość zmian zmiennej stanu  $x_1$ . Do okresu 015 wartość jego była ujemna (sprzężenie zwrotne ujemne), po czym stała się dodatnia osiągając w okresie od 025 do 030 wartość maksymalną.

Z kolei element  $b_{11}$  macierzy B wyraża wpływ zmiennej wejściowej  $u_1$  na wartość zmiennej stanu  $x_1$ . Do okresu 010 wartość elementu wynosiła zero, czyli zmienna stanu  $x_1$  wyrażająca moc osiągalną generatorów w elektrowniach ogółem nie była kształtowana przez zmienną wejściową  $u_1$  czyli przez zatrudnienie w elektrowniach ogółem. Natomiast od 010 do 020 wpływ był dodatni (pobudzający), a następnie od 020 do 033 ujemny (hamujący).

Rys. 2. Zmiany elementu  $b_{11}$  macierzy B w poszczególnych okresach rozwoju KSE

### 3. PROJEKTOWANIE ROZWOJU KSE

W efekcie końcowym w technice programowania rozwoju poszukuje się oprócz modelu rozwoju także praw rozwoju, a więc praw zmian modelu rozwoju w czasie długim  $\theta$  [3, 6, 8-10, 12]. W rozpatrywanym przypadku modelem rozwoju jest na przykład model zmiennych stanu określony zależnościami (1), przy czym zmiany parametryczne związane są ze zmianami wartości elementów macierzy **A**, **B**, **C**, **D** występujących w równaniach stanu. Za stopień wewnętrznego zorganizowania systemu KSE odpowiadają elementy macierzy **A**, za powiązania systemu KSE z otoczeniem zewnętrznym za pomocą wejść odpowiadają elementy macierzy (za poziom sterowania) **B**, a za powiązania systemu KSE z otoczeniem zewnętrznym za pomocą wyjść odpowiadają elementy macierzy **C** [4, 6, 8-10].

W przypadku zmian strukturalnych zmieniają się wielkości i ich liczba, a także rzędy macierzy **A**, **B**, **C** i **D**, co wynika z uwzględnieniu w modelu nowych zmiennych stanu, nowych wejść lub wyjść systemu (lub rezygnacji z istniejących), co może być na przykład wynikiem zmian technologicznych, organizacyjnych, itp. Zmiany strukturalne systemu KSE wynikają zatem tak ze zmiany liczby elementów, jak też ze zmiany relacji występujących między elementami.

Analiza zmian elementów macierzy występujących w równaniach zmiennych stanu wskazuje, że system KSE jako system rozwijający się charakteryzuje się zmienną strukturą, zależnością od czasu długiego  $\theta$  oraz wrażliwością (podatnością) na zmiany parametrów rozwoju.

Dla wprowadzenia zmian strukturalnych przyjąć można występowanie nowej zmiennej stanu  $x_{32}(\theta)$ , nowego wejścia systemu np.  $u_{15}(\theta)$  lub nowego wyjścia  $y_2(\theta)$  i wówczas na przykład otrzymać następującą postać równań stanu:

$$\begin{aligned}
 x_1 &= 0.4884x_1 + x_2 - 0.0554x_5 + 0.04866x_7 + 0.05838x_9 - 11.9791x_{11} + 0.0169x_{13} + 0.0465x_{15} + \\
 &+ 0.0236x_{17} + 0.0089x_{19} - 0.1416x_{21} - 0.2164x_{23} - 0.0843x_{25} + 0.0153x_{27} + 0.2199x_{29} - 0.3297x_{31} + k_{132}x_{32}, \\
 x_2 &= -0.1004x_5 + 0.2477x_7 - 44.654x_9 + 12.8095x_{11} - 0.0589x_{13} - 0.0255x_{15} + 0.3572x_{17} - 0.013x_{19} + \\
 &+ 0.0078x_{21} - 0.0243x_{23} - 0.0415x_{25} - 0.0198x_{27} - 0.4983x_{29} + 0.0405x_{31} + k_{232}x_{32}, \\
 x_3 &= 0.0954x_5 + 0.6879x_7 + 10.2627x_9 + 19.6908x_{11} - 0.0274x_{13} - 0.0298x_{15} + 0.1703x_{17} + 0.0228x_{19} + \\
 &+ 0.0782x_{21} - 0.1506x_{23} + 0.0341x_{25} + 0.0016x_{27} - 0.0843x_{29} - 0.6753x_{31} - 0.1886x_{33} + k_{332}x_{32}, \\
 x_4 &= m_{11}u_1, \quad x_5 = k_{44}x_4, \quad x_6 = k_{62}u_2, \quad x_7 = k_{77}x_7 + k_{722}x_{22}, \quad x_8 = m_{83}u_3, \quad x_9 = k_{98}x_8, \\
 x_{10} &= m_{104}u_4, \quad x_{11} = k_{1110}x_{10} + k_{1125}x_{25}, \quad x_{12} = m_{125}u_5, \quad x_{13} = k_{1312}x_{12} + k_{1327}x_{27}, \quad x_{14} = m_{146}u_6, \\
 x_{15} &= k_{1514}x_{14} + k_{1529}x_{29}, \quad x_{16} = m_{167}u_7, \quad x_{17} = k_{1716}x_{16}, \quad x_{18} = m_{188}u_8, \quad x_{19} = k_{1918}x_{18}, \\
 x_{20} &= m_{209}u_9, \quad x_{21} = k_{2120}x_{20}, \quad x_{22} = m_{2210}u_{10}, \quad x_{23} = k_{2322}x_{22}, \quad x_{24} = m_{2411}u_{11}, \quad x_{25} = k_{2524}x_{24}, \\
 x_{26} &= m_{2612}u_{12}, \quad x_{27} = k_{2726}x_{26}, \quad x_{28} = m_{2813}u_{13}, \quad x_{29} = k_{2928}x_{28}, \quad x_{30} = m_{3014}u_{14}, \quad x_{31} = k_{3130}x_{30}, \\
 x_{32} &= m_{3215}u_{15},
 \end{aligned} \tag{3}$$

oraz równanie wyjścia:

$$\begin{aligned} y_1(\theta) &= x_1(\theta) + l_{12} x_2(\theta) + n_{15} u_{15}(\theta), \\ y_2(\theta) &= l_{21} x_1(\theta) + l_{22} x_2(\theta) + n_{15} u_{15}(\theta). \end{aligned} \quad (4)$$

Z równań (3) wynika, że w wyniku zmian strukturalnych przynajmniej ulegną zmianom następujące parametry (elementy macierzy **A**), a mianowicie:  $m_{ij}$ ,  $k_{ij}$  w równaniu (3-1) oraz  $l_{ij}$ ,  $n_{ij}$  w równaniu (3-2). Ustalenie wartości tych parametrów wiąże się z szacowaniem dolnej i górnej granicy bezpiecznego rozwoju modelu systemu KSE, a więc i w ślad za tym także ustalenie bezpiecznego rozwoju systemu KSE.

Parametry  $m_{ij}$  są elementami macierzy **A**, a parametry  $k_{ij}$  są elementami macierzy **B**. Natomiast parametry  $l_{ij}$  są parametrami macierzy **C**, a parametry  $n_{ij}$ . Rozważany przypadek dotyczy zatem zmiany rzędu macierzy **A** i **B**. W przypadku macierzy **A** pojawiają się trzy parametry wymagające oszacowania wartości, a w przypadku macierzy **B** osiem parametrów wymagających oszacowania, a zatem łącznie do oszacowania jest aż 11 parametrów, niezbędnych do ustalenia równania stanu (dodatkowe pojawiają się w związku z równaniem wyjścia).

Szacowanie poziomu bezpieczeństwa rozwoju systemu KSE można oprzeć na znajomości np. przebiegu zmian wartości elementów macierzy **A**, zwanej macierzą wewnętrzną organizacji procesu, w czasie długim  $\theta$ . Jak wynika z równań stanu (3) macierz **A** można dla przypadku zmian strukturalnych opisać w sposób następujący:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} -0.3295 & m_{11} \\ m_{21} & m_{22} \end{bmatrix}, \quad (5)$$

co prowadzi do następującej postaci równania charakterystycznego:

$$C(s) = s^2 + (0.395 - m_{22})s - (0.395m_{22} + m_{11}m_{21}) = 0, \quad (6)$$

a zatem rozwój strukturalny wiąże się z potrzebą szacowania zapasu bezpieczeństwa rozwoju systemu KSE, między innymi w zakresie określenia elementów macierzy **A**, a więc także współczynników występujących w równaniu charakterystycznym  $C(s)$ , bądź pierwiastków równania charakterystycznego. W rozważanym przypadku są to następujące wielkości współczynników:  $a_2 = 1$ ,  $a_1 = -m_{22} + 0.395$ ,  $a_0 = -0.395 m_{22} + m_{11} m_{21}$ , okazuje się bowiem, że na użytek badania stabilności rozwoju systemu KSE szczególnie użyteczna jest metoda linii pierwiastkowych Evansa, która obok zmian parametrycznych (wędrówka pierwiastków po liniach istniejących), ilustruje także zmiany strukturalne poprzez wypadanie lub pojawianie się nowych linii pierwiastkowych [8-10].

#### 4. WNIOSKI I KIERUNKI DALSZYCH BADAŃ

W niniejszej pracy pokazano wyniki badania prawidłowości rozwoju krajowego systemu elektroenergetycznego z punktu widzenia zmian stopnia wewnętrznej organizacji systemu oraz zmian poziomu sterowania.

W wyniku przekształcenia modeli  $th$  na modele  $ss$  zbadano zatem zmiany macierzy **A** i macierzy **B** oraz ich elementów w czasie długim  $\theta$ . Modele  $ss$  zapisano w postaci modeli rozwoju zmiennych stanu uzależnionych od czasu długiego  $\theta$ , po czym przeprowadzono interpretację jego współczynników jako podstawowych elementów macierzy **A** i **B**. Zinterpretowano także poszczególne zmienne stanu jako elementy wektora rozwoju systemu KSE.

Przyjęcie dalej do oceny rozwoju kryteriów rozwoju tego typu jak bezpieczeństwo rozwoju, czy efektywność rozwoju, umożliwia ocenę rozwoju systemu elektroenergetycznego w czasie długim  $\theta$  i w ten sposób pozwala między innymi wyspecyfikować sygnały ostrzegawcze dla projektantów rozwoju, planistów rozwoju, a nawet strategów rozwoju KSE (tutaj ważne jest podkreślenie, że chodzi o kryterium oceny rozwoju, które nie jest kryterium optymalizacji rozwoju).

#### LITERATURA

- [1] Brown Do Coutto Filho M., Cesar Stacchini de Souza J., Forecasting-Aided State Estimation – Part I: Panorama, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 24, No. 4, Nov. 2009, pp. 1667-1677.
- [2] Brown Do Coutto Filho M., Cesar Stacchini de Souza J., Sergio Freund R., Forecasting-Aided State Estimation – Part II: Implementation, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 24, No. 4, Nov. 2009, pp. 1678-1685.
- [3] Cegielski M., Kremens Z., Soberajski M., Systemy elektroenergetyczne – teraźniejszość i przyszłość. Archiwum Energetyki nr. 1-2/1997.
- [4] Kaczorek T., Dzielinski A., Dąbrowski W., Łopatka R., Podstawy teorii sterowania. WNT. Warszawa 2005.
- [5] Sobierajski M., Wikosz K., Sieci elektroenergetyczne a rynki energii elektrycznej. Problemy i Perspektywy. Prace Naukowe Instytutu Energoelektryki Politechniki Wrocławskiej. OW PWr. Wrocław 2000.
- [6] Staniszewski R., Sterowanie procesem eksploatacji. WNT. Warszawa 1990.
- [7] *Statystyka Elektroenergetyki Polskiej*. Wydawnictwo Zjednoczenia Energetyków, Centrum Informatyki Energetyki, ARE S.A., Warszawa 1952-2007.
- [8] Tchórzewski J., Identyfikacja i interpretacja rozwoju krajowego systemu elektroenergetycznego. Część 1. Model  $th$ . Poznan University of Technology. Academic Journal. Electrical Engineering. Wyd. PP, Poznań 2012.
- [9] Tchórzewski J., Badanie prawidłowości rozwoju systemu elektroenergetycznego. Wybrane modele rozwoju. Computer Applications in Electrical Engineering. IEEE PP, EEC PAN, IEEE Poland Section, PP, Poznań 2011.



- [10] Tchórzewski J., Electric Power System from the Point of View of Model Development. Part 1. Some Results for the Period of 1946-2007. Computer Applications in Electrical Engineering. IEEE PP, EEC PAN, IEEE Poland Section, PP, Poznań 2010, pp. 111-112.
- [11] Zajczyk R.: Modele matematyczne systemu elektroenergetycznego do badania elektromechanicznych stanów nieustalonych i procesów regulacyjnych. Wyd. PG. Gdańsk 2003.
- [12] Zimmer A., Englot A.: Identyfikacja obiektów i sygnałów. Teoria i praktyka dla użytkowników MATLABA, Politechnika Krakowska. Kraków 2005

#### **IDENTYFIKATION AND INTERPRETATION OF KSE SYSTEM DEVELOPMENT. PART II - SS MODEL**

In the case study of regularity of development the national electricity system (hereinafter: KSE) from the viewpoint of the change in the internal organization of the system and changes in the level of control it is convenient to obtain a catalog of stationary models rolling in the state space (hereinafter: ss). For this purpose, the models were transformed into ss models, and then changes of the matrix **A** and **B** and their components in a  $\theta$  long time were examined/studied. Ss model was saved in the form of a state variable development model dependant from  $\theta$  long time, then interpretation of its coefficients as the basic elements of matrices **A** and **B** was conducted. Also individual variables were interpreted as elements of vector system development of KSE.