

Jerzy TCHÓRZEWSKI*

PARADYGMATY ROZWOJOWE W MODELACH SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO. CZĘŚĆ 1. METAMODELE ROZWOJU

W przypadku badania prawidłowości rozwoju krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE) z punktu widzenia zmian stopnia wewnętrznej organizacji systemu oraz zmian poziomu sterowania wygodnie jest otrzymać katalog modeli krocących stacjonarnych w postaci macierzy \mathbf{th} lub w przestrzeni stanów (ss) [1-3, 5, 13]. Modele stanowią źródło informacji do uzyskania metamodeli rozwoju oraz do zbadania zmian macierzy \mathbf{th} czy też macierzy **A**, **B**, **C** i **D** oraz ich elementów w czasie długim θ [6, 8-11]. Prawidłowości rozwoju stanowią podstawę do sformułowania paradygmatów rozwoju systemu KSE, a nawet praw jego rozwoju [6, 8-11]. Praca jest kontynuowana w pracy pod tym samym tytułem głównym oraz podtytułem: Część 2. Komparatystryka metod identyfikacji.

1. ROZWOJU SYSTEMU KSE W PRZESTRZENI STANÓW

1.1. Metamodeli rozwoju systemu KSE w postaci macierzy \mathbf{th} i ss

W wyniku identyfikacji kroczącej z postępem jednego roku przeprowadzonej na bazie 30 lat danych liczbowych systemu KSE z lat 1947-2007 (14 zmiennych wejściowych oraz 4 zmienne wyjściowe) uzyskano 33 modeli rozwoju w postaci macierzy \mathbf{th} , przekształconej następnie na macierze **A**, **B**, **C** i **D** modeli zmiennych stanu. Uzyskane wyniki badań zostały opublikowane m. in. w pracach [8-11], a wybrane zamieszczone w tabelach 1 i 2.

Następnie przeprowadzono proces identyfikacji wtórnej tym razem modelu KSE, w którym za zmienne wejściowe przyjęto wartości elementów członów $B_i(q)$, a za zmienne wyjściowe wartości elementów członu $A(q)$. Na przykład dla wyjścia y_1 dotyczącego mocy osiągalnej w elektrowniach (ogółem) [MW] uzyskano model arx835 z dokładnością 96.04% (rys. 1) o następującej macierzy \mathbf{th} [8-11,13]:

$$A_m(q)y_m(\theta) = B_m(q)u_m(\theta) + e_m(\theta) \quad (1)$$

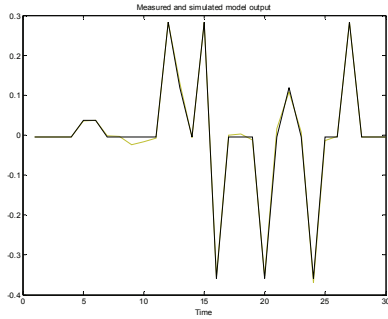
gdzie:

$$A_m(q) = 1 + 0.09956q^{-1} + 0.183q^{-2} + 13.85q^{-3} - 0.413q^{-4} + 0.2743q^{-5} + \\ + 0.06655q^{-6} + 0.3344q^{-7} + 0.1511q^{-8},$$

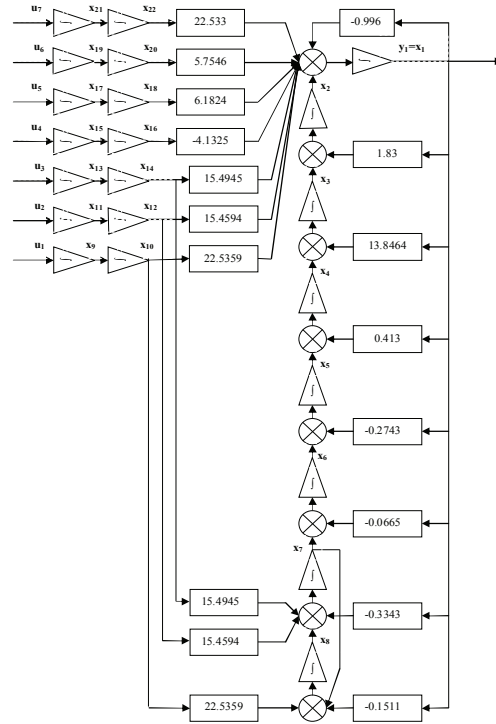
* Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach.

$$B1_m(q) = 22.54q^{-3}, \quad B2_m(q) = 15.46q^{-3}, \quad B3_m(q) = 15.49q^{-3}, \quad B4_m(q) = -4.132q^{-3},$$

$$B5_m(q) = 6.182q^{-3}, \quad B6_m(q) = 22.53q^{-3}, \quad B7_m(q) = 5.755q^{-3}.$$



Rys. 1. Charakterystyka metamodelu arx835 modelu systemu KSE (zgodność metamodelu z systemem zmian modelu KSE 94.88%)



Rys. 2. Schemat blokowy zmiennych stanu dla równań (2) i (3)

Następnie w wyniku transformacji metamodelu arx835 na metamodel w przestrzeni stanów otrzymano metamodel o następującej postaci równań stanu [4, 6, 8-11, 13]:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -0.0996x_1 + x_2 + 22.5359x_{10} + 15.4594x_{12} + 15.4945x_{14} - 4.1325x_{16} + 6.1824x_{18} + 22.533x_{20} + 5.7546x_{22}, \\ \dot{x}_2 &= -0.183x_1 + x_3, \quad x_3 = -13.8464x_1 + x_4, \quad x_4 = 0.413x_1 + x_5, \quad x_5 = -0.2743x_1 + x_6, \quad x_6 = -0.0665x_1 + x_7, \\ \dot{x}_7 &= -0.3344x_1 + x_8 + 22.5359x_{10} + 15.4594x_{12} + 15.4945x_{14}, \quad x_8 = -0.1511x_1 + x_7, \quad x_9 = u_1, \quad x_{10} = x_9, \\ x_{11} &= u_2, \quad x_{12} = x_{11}, \quad x_{13} = u_3, \quad x_{14} = x_{13}, \quad x_{15} = u_4, \quad x_{16} = x_{15}, \quad x_{17} = u_5, \quad x_{18} = x_{17}, \quad x_{19} = u_6, \quad x_{20} = x_{19}, \\ x_{21} &= u_7, \quad x_{22} = x_{21}. \end{aligned} \quad (2)$$

oraz równanie wyjścia:

$$y_1 = x_1, \quad (3)$$

A zatem w tym przypadku 22 zmiennych stanu opisuje metamodel systemu KSE, przy czym poszczególne zmienne stanu mają interpretację wynikającą z odpowiadającym im elementom członów wielomianów $A_m(q)$ oraz $B1_m(q)$ (rys. 2).

Tabela 1. Współczynniki występujące przy q^{-1} w członach $A(q)$							
A(q)							
θ	Okres	q^{-1}	q^{-2}	q^{-3}	q^{-4}	q^{-5}	q^{-6}
1	46-75	-0.1342	0	0	0	0	0
2	47-76	-0.1342	0	0	0	0	0
3	48-77	-0.1342	0	0	0	0	0
4	49-78	-0.1342	0	0	0	0	0
5	50-79	-0.09354	0	0	0	0	0
6	51-80	-0.09354	0	0	0	0	0
7	52-81	-0.1342	0	0	0	0	0
8	53-82	-0.1342	0	0	0	0	0
9	54-83	-0.1342	0	0	0	0	0
10	55-84	-0.1342	0	0	0	0	0
11	56-85	-0.1342	0	0	0	0	0
12	57-86	0.1533	0	0	0	0	0
13	58-87	-0.01066	0	0	0	0	0
14	59-88	-0.1342	0	0	0	0	0
15	60-89	0.1533	0	0	0	0	0
16	61-90	-0.4884	0	0	0	0	0
17	62-91	-0.1342	0	0	0	0	0
18	63-92	-0.1342	0	0	0	0	0
19	64-93	-0.1342	0	0	0	0	0
20	65-94	-0.4884	0	0	0	0	0
21	66-95	-0.1342	0	0	0	0	0
22	67-96	-0.01066	0	0	0	0	0
23	68-97	-0.1342	0	0	0	0	0
24	69-98	-0.4884	0	0	0	0	0
25	70-99	-0.1342	0	0	0	0	0
26	71-00	-0.1342	0	0	0	0	0
27	72-01	0.1533	0	0	0	0	0
28	73-02	-0.1342	0	0	0	0	0
29	74-03	-0.1342	0	0	0	0	0
30	75-04	-0.1342	0	0	0	0	0
31	76-05	-0.1342	0	0	0	0	0
32	77-06	-0.1342	0	0	0	0	0
33	78-07	-0.7413	0.07914	0.04467	-17.04	1.427	-0.2381

Tabela 2. Współczynniki występujące przy q^{-1} w członach $B(q)$										
B1(q)										
θ	Okres	q^{-1}	q^{-2}	q^{-3}	q^{-4}	q^{-5}	q^{-6}	q^{-7}	q^{-8}	q^{-9}
1	46-75	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
2	47-76	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
3	48-77	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
4	49-78	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
5	50-79	0	0	0	0	-0.03472	0.2841	-0.175	0	0
6	51-80	0	0	0	0	-0.03472	0.2841	-0.175	0	0
7	52-81	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
8	53-82	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
9	54-83	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
10	55-84	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
11	56-85	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
12	57-86	0	0.634	-0.1422	-0.3217	0	0	0	0	0
13	58-87	0	0	0	-0.3397	0.05204	0.1923	0	0	0
14	59-88	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
15	60-89	0	0.6134	-0.1422	-0.3217	0	0	0	0	0
16	61-90	0	0	-	-	0.09545	0	0	0	0
				0.05535	0.01004					
17	62-91	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
18	63-92	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
19	64-93	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
20	65-94	0	0	-	-	0.09545	0	0	0	0
				0.05535	0.01004					
21	66-95	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
22	67-96	0	0	0	-0.3397	0.05204	0.1923	0	0	0
23	68-97	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
24	69-98	0	0	-	-	0.09545	0	0	0	0
				0.05535	0.01004					
25	70-99	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
26	71-00	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
27	72-01	0	0.6134	-0.1422	-0.3217	0	0	0	0	0
28	73-02	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
29	74-03	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
30	75-04	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
31	76-05	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
32	77-06	0.343	-0.05387	-0.1443	0	0	0	0	0	0
33	78-07	0	0	0	0	0	0	0	0	-20.12

2. MODELE ROZWOJU ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ W KSE

W wyniku identyfikacji kroczącej dla kolejnego wyjścia (y_2 – zużycie energii [kWh]) oraz dla 14 wejść (tabela 3) uzyskano katalog 33 modeli systemu KSE, spośród których wybrane wyniki dotyczące postępu co 5 lat zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Zmienne wejściowe wykorzystane w procesie identyfikacji

zatrudnienie w elektrowniach (ogółem) [osoby]	moc zainstalowana w elektrowniach [MW]	liczba turbozespołów [szt]	Liczba kotłów energetycznych (ogółem) [szt.]	liczba transformatorów w energetyce zawodowej [szt.]	liczba stacji elektroenergetycznych [szt.]	liczba wyłączników [szt.]	dlugość linii elektroenergetycznych napowietrznych (ogółem w wszystkie napiecia) [km]	urazęsenie kablowych (z przyłączami kablowymi) [szt.]	zużycie węgla kamiennego (ogółem) [tys. ton]	zużycie węgla brunatnego (ogółem) [tys. ton]	zużycie paliw gazowych (ogółem) [tys. m ³]	zużycie imyren surowców w elektrowniach zawodowych, w tym paliw ciekłych [tys. ton]	import energii elektrycznej (ogółem) [GWh]
u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	u_8	u_9	u_{10}	u_{11}	u_{12}	u_{13}	u_{14}

Tabela 3. Wybrane modele systemu KSE dla wyjścia y_2 – zużycie energii [kWh], u_{1-14} (wielkości opisane w tabeli 2)

Lata	wielkości we-wy, model	Model w postaci wielomianów macierzy th
1946-1975	u_1, y_{21} arx111 (90,067%) $ans5 = [-0,1786]$	$A(q) = 1 + 0.1786q^{-1}, B1(q) = 2.162q^{-1}, B2(q) = 5.626q^{-1}, B3(q) = 223.9q^{-1}, B4(q) = -2.289q^{-1}, B5(q) = 1.255q^{-1}, B6(q) = 0.2639q^{-1}, B7(q) = -10.66q^{-1}, B8(q) = -0.003189q^{-1}, B9(q) = 1.261q^{-1}, B10(q) = -2.09q^{-1}, B11(q) = -1.822q^{-1}, B12(q) = -4.284q^{-1}, B13(q) = 27.43q^{-1}, B14(q) = -18.55q^{-1}$ $A1 = [-0.1786]$
$B1 = [2.162 \ 5.626 \ 223.8853 \ -2.2886 \ 1.2551 \ 0.2639 \ -10.6557 \ -0.0032 \ 1.2615 \ -2.0896 \ -1.8219 \ -4.2842 \ 27.4339 \ -18.5515]$ $C1 = [1], D1 = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$, $C_{E1} = 2.162 \cdot \frac{1}{(s + 0.1786)(s - 2.1620)}$		
1950-1979	u_5, y_{25} arx113 (98,7166%) $ans5 = [1,5545 \ 0 \ 0]$ $A5 = \begin{bmatrix} 1,3345 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$A(q) = 1 - 1.554q^{-1}, B1(q) = 0.0157q^{-3}, B2(q) = -1.113q^{-3}, B3(q) = -106.2q^{-3}, B4(q) = -78.44q^{-3}, B5(q) = -0.4607q^{-3}, B6(q) = 0.05317q^{-3}, B7(q) = 0.3395q^{-3}, B8(q) = 0.05702q^{-3}, B9(q) = -0.3424q^{-3}, B10(q) = -0.4439q^{-3}, B11(q) = -0.3456q^{-3}, B12(q) = -4.166q^{-3}, B13(q) = 6.395q^{-3}, B14(q) = -0.923q^{-3}$
$B5 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,9157 & -1,1125 & -106,2195 & -78,4388 & -0,4607 & 0,0532 & 0,3395 & 0,0570 & -0,3424 & -0,4439 & -0,3456 & -4,1656 & 6,3946 & -0,923 \end{bmatrix}$ $D5 = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$, $C5 = [1 \ 0 \ 0]$, $C_{E5} = 0,0157 \cdot \frac{1}{s^2(s + 1,5545)}$		
1955-1984	u_{10}, y_{210} arx112 (98,6244%) $A10 = \begin{bmatrix} 1,7656 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ $C_{E1} = 0,0354 \cdot \frac{1}{(s + 1,7656)}$ $ans1 = [1,7656 \ 0]$	$A(q) = 1 - 1.766q^{-1}, B1(q) = 0.03545q^{-2}, B2(q) = 0.06842q^{-2}, B3(q) = 83.57q^{-2}, B4(q) = -1.584q^{-2}, B5(q) = 0.1385q^{-2}, B6(q) = -0.09277q^{-2}, B7(q) = -2.464q^{-2}, B8(q) = 0.02396q^{-2}, B9(q) = -0.2675q^{-2}, B10(q) = -2.324q^{-2}, B11(q) = -0.7672q^{-2}, B12(q) = 2.762q^{-2}, B13(q) = 17.04q^{-2}, B14(q) = -4.71q^{-2}$
$C10 = [1 \ 0], D10 = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$, $B10 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,0354 & 0,0684 & 83,5675 & -1,5837 & 0,1385 & -0,0928 & -2,4637 & 0,0240 & -0,2675 & -2,3241 & -0,7672 & 2,7618 & 17,0352 & -4,7102 \end{bmatrix}$		
1961-1990	u_{15}, y_{215} arx111 (90,067%) $C_{E15} = 2,1620 \cdot \frac{1}{(s - 0,1786)}$ $ans15 = [-0.1786]$	$A(q) = 1 + 0.1786q^{-1}, B1(q) = 2.162q^{-1}, B2(q) = 5.626q^{-1}, B3(q) = 223.9q^{-1}, B4(q) = -2.289q^{-1}, B5(q) = 1.255q^{-1}, B6(q) = 0.2639q^{-1}, B7(q) = -10.66q^{-1}, B8(q) = -0.003189q^{-1}, B9(q) = 1.261q^{-1}, B10(q) = -2.09q^{-1}, B11(q) = -1.822q^{-1}, B12(q) = -4.284q^{-1}, B13(q) = 27.43q^{-1}, B14(q) = -18.55q^{-1}$
$A15 = [-0,1786], C15 = [1], D15 = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$ $B15 = [2,162 \ 5,626 \ 223,8853 \ -2,2886 \ 1,2551 \ 0,2639 \ -10,6557 \ -0,0032 \ 1,2615 \ -2,0896 \ -1,8219 \ -4,2842 \ 27,4339 \ -18,5515]$		

1966-1995	u20, y220 $\arx 113(98,7166\%)$ $A_{20} = \begin{bmatrix} 1,5545 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ $C_{E20} = 0,0157 \cdot \frac{1}{s^2(s+1,5545)}$	$A(q) = 1 - 1,554q^{-1}$, $B_1(q) = 0,0157q^{-3}$, $B_2(q) = -1,113q^{-3}$, $B_3(q) = -106,2q^{-3}$, $B_4(q) = -78,44q^{-3}$, $B_5(q) = -0,4607q^{-3}$, $B_6(q) = 0,05317q^{-3}$, $B_7(q) = 0,3395q^{-3}$, $B_8(q) = 0,05702q^{-3}$, $B_9(q) = -0,3424q^{-3}$, $B_{10}(q) = -0,4439q^{-3}$, $B_{11}(q) = -0,3456q^{-3}$, $B_{12}(q) = -4,166q^{-3}$, $B_{13}(q) = 6,395q^{-3}$, $B_{14}(q) = -0,923q^{-3}$ $ans\ 20 = [1,5545 \quad 0 \quad 0]$
$B_{20} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,0157 & -1,1125 & -106,2195 & -78,4388 & -0,4607 & 0,0532 & 0,3395 & 0,057 & -0,3424 & -0,4439 & -0,3456 & -4,1656 & 6,3946 & -0,923 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ $C_{20} = [1 \quad 0 \quad 0]$, $D_{20} = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$		
1971-2000	u25, y225 $\arx 111(90,067\%)$ $C_{E25} = 2,1620 \cdot \frac{1}{(s-0,1786)}$ $ans\ 25 = [-0,1786]$	$A(q) = 1 + 0,1786q^{-1}$, $B_1(q) = 2,162q^{-1}$, $B_2(q) = 5,626q^{-1}$, $B_3(q) = 223,9q^{-1}$, $B_4(q) = -2,289q^{-1}$, $B_5(q) = 1,255q^{-1}$, $B_6(q) = 0,2639q^{-1}$, $B_7(q) = -10,66q^{-1}$, $B_8(q) = -0,003189q^{-1}$, $B_9(q) = 1,261q^{-1}$, $B_{10}(q) = -2,09q^{-1}$, $B_{11}(q) = -1,822q^{-1}$, $B_{12}(q) = -4,284q^{-1}$, $B_{13}(q) = 27,43q^{-1}$, $B_{14}(q) = -18,55q^{-1}$ $A_{25} = [-0,1786]$, $C_{25} = [1]$, $D_{25} = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$
$B_{25} = [2,162 \quad 5,626 \quad 223,8853 \quad -2,2886 \quad 1,2551 \quad 0,2639 \quad -10,6557 \quad -0,0032 \quad 1,2615 \quad -2,0896 \quad -1,8219 \quad -4,2842 \quad 27,4339 \quad -18,5515]$ $A_{30} = [-0,1786]$, $C_{30} = [1]$, $D_{30} = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$		
1976-2005	u30, y230, $\arx 111(90,067\%)$ $C_{E30} = 2,1620 \cdot \frac{1}{(s-0,1786)}$ $ans\ 30 = [-0,1786]$	$A(q) = 1 + 0,1786q^{-1}$, $B_1(q) = 2,162q^{-1}$, $B_2(q) = 5,626q^{-1}$, $B_3(q) = 223,9q^{-1}$, $B_4(q) = -2,289q^{-1}$, $B_5(q) = 1,255q^{-1}$, $B_6(q) = 0,2639q^{-1}$, $B_7(q) = -10,66q^{-1}$, $B_8(q) = -0,003189q^{-1}$, $B_9(q) = 1,261q^{-1}$, $B_{10}(q) = -2,09q^{-1}$, $B_{11}(q) = -1,822q^{-1}$, $B_{12}(q) = -4,284q^{-1}$, $B_{13}(q) = 27,43q^{-1}$, $B_{14}(q) = -18,55q^{-1}$ $B_{30} = [2,162 \quad 5,626 \quad 223,8853 \quad -2,2886 \quad 1,2551 \quad 0,2639 \quad -10,6557 \quad -0,0032 \quad 1,2615 \quad -2,0896 \quad -1,8219 \quad -4,2842 \quad 27,4339]$ $A_{30} = [-0,1786]$, $C_{30} = [1]$, $D_{30} = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$
1978-2007	u33, y233 $\arx 112(98,6244\%)$ $A_{33} = \begin{bmatrix} 1,7656 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ $C_{E33} = 0,0354 \cdot \frac{1}{s(s+1,7656)}$	$A(q) = 1 - 1,766q^{-1}$, $B_1(q) = 0,03545q^{-2}$, $B_2(q) = 0,06842q^{-2}$, $B_3(q) = 83,57q^{-2}$, $B_4(q) = -1,584q^{-2}$, $B_5(q) = 0,1385q^{-2}$, $B_6(q) = -0,09277q^{-2}$, $B_7(q) = -2,464q^{-2}$, $B_8(q) = 0,02396q^{-2}$, $B_9(q) = -0,2675q^{-2}$, $B_{10}(q) = -2,324q^{-2}$, $B_{11}(q) = -0,7672q^{-2}$, $B_{12}(q) = 2,762q^{-2}$, $B_{13}(q) = 17,04q^{-2}$, $B_{14}(q) = -4,71q^{-2}$ $ans\ 33 = [1,7656 \quad 0]$
$B_{33} = [0,0354 \quad 0,0684 \quad 83,5675 \quad -1,5837 \quad 0,1385 \quad -0,0928 \quad -2,4637 \quad 0,0240 \quad -0,2675 \quad -2,3241 \quad -0,7672 \quad 2,7618 \quad 17,0352 \quad -4,7102]$ $C_{33} = [1 \quad 0]$, $D_{33} = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$		

3. WNIOSKI I PARADYGMATY ROZWOJOWE MODELI KSE

W niniejszej pracy pokazano wyniki identyfikacji systemu elektroenergetycznego w układzie krocącym prowadzące do uzyskania 33 modeli systemu KSE w latach 1946-2007. Parametry uzyskanych modeli systemu KSE zostały wykorzystane w identyfikacji modelu rozwoju systemu KSE, co w konsekwencji pozwoliło otrzymać metamodel rozwoju systemu KSE.

W modelach systemu KSE dla wyjścia y_2 (zużycie energii elektrycznej) można zauważyć następujące paradygmaty rozwojowe w ww. modelach krocących z postępowaniem 5 lat:

- utrzymywanie na stałym poziomie parametru $na=1$ dotyczącego liczby czynników związanych z sygnałem wyjściowym y (jeden współczynnik związany z q^{-1}),

- utrzymywanie na stałym poziomie parametru $n_b=1$ dotyczącego liczby czynników związanych z poszczególnymi sygnałami wejściowymi u_i (jeden współczynnik związany z q^{-1}),
- niewielkie zmiany parametry n_k ($n_k=1-3$) dotyczącego opóźnienia sygnału wyjściowego w stosunku do wejściowego,
- występowanie w modelach zmiennych stanu tylu zmiennych ile wynika z parametru n_k , a więc od 1 zmiennej stanu do najwyżej 3 zmiennych stanu,
- występowanie macierzy $\mathbf{D}=0$ oraz macierzy \mathbf{C} o elemencie $c_{11}=1$ i pozostałych (jeżeli występują) równych 0.

Ponadto na uwagę zasługuje fakt, iż istnieje możliwość otrzymania metamodelu rozwoju systemu KSE w postaci macierzy \mathbf{th} oraz w postaci równań w przestrzeni stanu i zbudowania dla nich schematu blokowego zmiennych stanu łatwo implementowanego w Simulinku, co może stanowić punkt wyjścia do dalszych badań nad paradygmatami rozwoju modeli KSE, a nawet do poszukiwania praw rozwoju modeli systemu KSE.

W niniejszej pracy nie zajmowano się wyznaczaniem zakresów stabilności, a więc m.in. zbadaniem, czy w analizowanych okresach rozwoju zapewniono stabilność ruchu pierwiastków tak, aby podczas rozwoju nie przekroczyły osi rządnej $\text{Im}(s)$ oraz czy utrzymano odpowiednie relacje między współczynnikiem wzmocnienia a stałymi czasowymi. Wyniki tego typu były prezentowane na wcześniejszych konferencjach ZKwE [8-11].

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 – terażniejszość 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] Tehórzewski J., Identyfikacja i interpretacja rozwoju krajowego systemu elektroenergetycznego. Część 1. Model \mathbf{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., Identyfikacja i interpretacja rozwoju systemu elektroenergetycznego. Część I – Model TH. Electrical Engineering. Poznan University of Technology. Academic Journals. PP, Poznań 2012, pp. 25-32.
- [11] Tchórzewski J., Identyfikacja i interpretacja rozwoju systemu elektroenergetycznego. Część II – Model ss. Electrical Engineering. Poznan University of Technology. Academic Journals. PP, Poznań 2012, pp. 33-42.
- [12] Zajczyk R.: Modele matematyczne systemu elektroenergetycznego do badania elektromechanicznych stanów nieustalonych i procesów regulacyjnych. Wyd. PG. Gdańsk 2003.
- [13] Zimmer A., Englot A.: Identyfikacja obiektów i sygnałów. Teoria i praktyka dla użytkowników MATLABA, Politechnika Krakowska. Kraków 2005.

PARADIGMS DEVELOPMENT MODELS POWER SYSTEM. PART 1. META-MODEL OF DEVELOPMENT

In the case of testing the correctness of the development of the national power system (NPS) from the point of view of the change in the internal organization of the system and changes in the level of control it is convenient to receive a catalog of models stationary rolling in the form of a matrix or in the state space (ss) [1-3, 5, 13]. Models are a source of information to obtain meta-models to examine the growth and changes in the matrix or a matrix **A**, **B**, **C** and **D** and their components in a long time θ [6, 8-11]. Laws of development are the basis for formulation of the NPS system development paradigms, and even the rights of its development [6, 8-11]. Work continues in the work of the same title and subtitle major: Part 2 Comparative methods of identification.

In this paper, the assignment is not dealt with ranges of stability, and thus include examining whether the analyzed periods is the sustainability of the development of the elements of movement, so that the development does not exceed the ordinate axis $\text{Im}(s)$ and were maintained appropriate strengthening the relationship between the ratio and time constants. Results of this type have been presented at previous conferences CAInEE [8-11].