



PSE Innowacje sp. z o.o.

Modelowe wspomaganie analiz sieciowych

Maksymilian Przygodzki | Anna Gorczyca-Goraj | Paweł Kubek

maksymilian.przygodzki@pse.pl

XXV Konferencja Naukowo-Techniczna REE 2019

Kazimierz Dolny, | 7-9 października 2019 r.





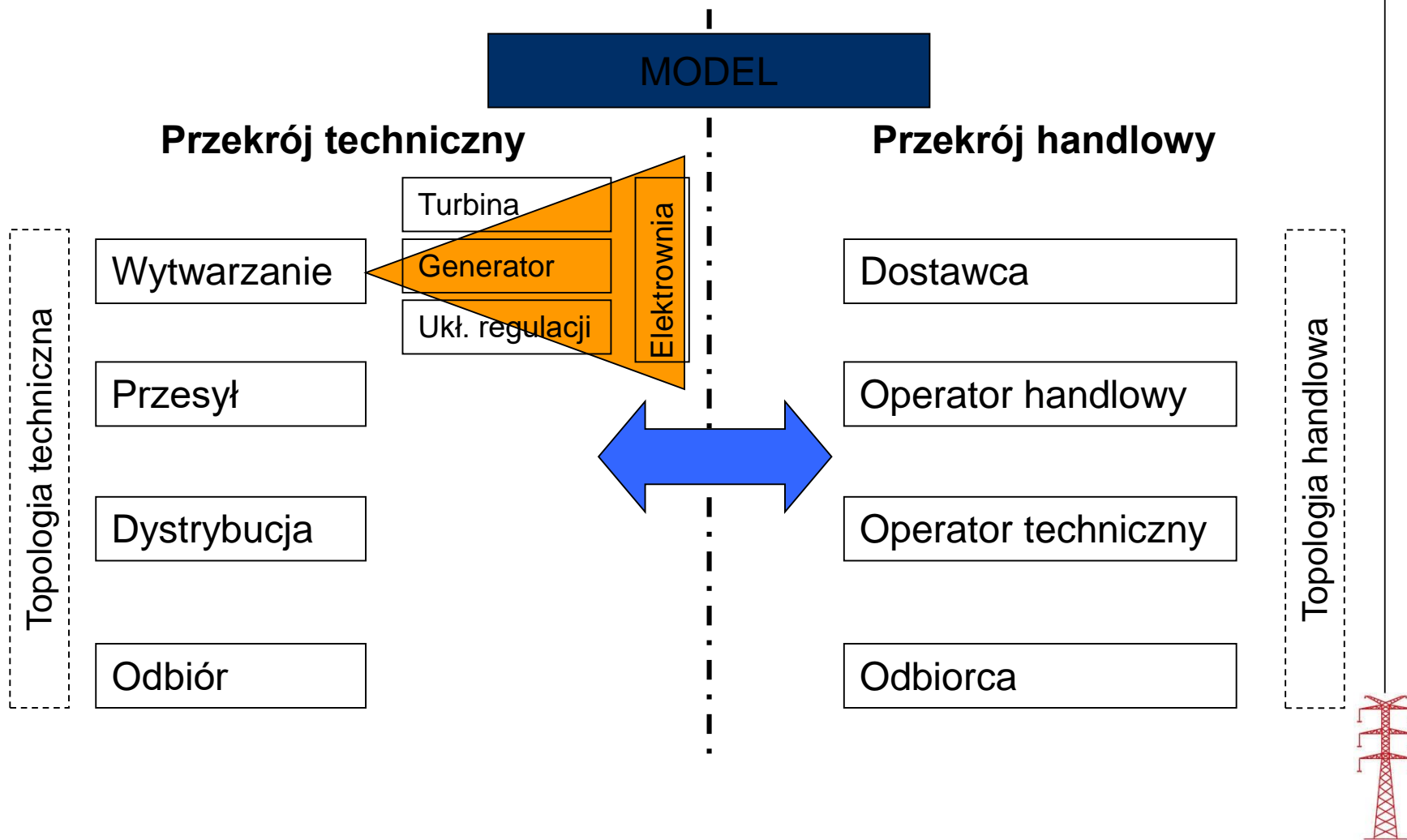
Tło zagadnienia

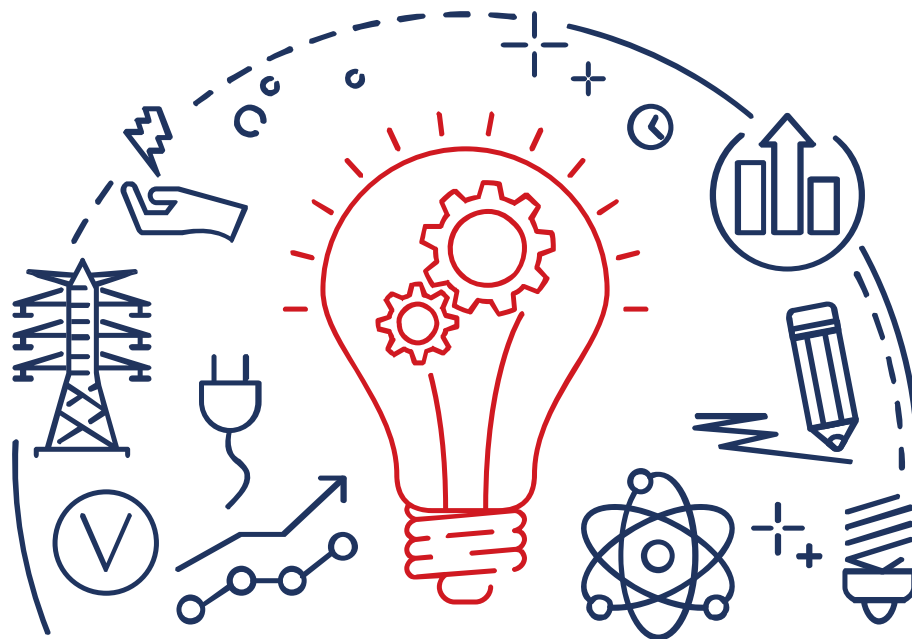
- Analizy sieciowe i analizy procesów rynkowych (analizy techniczno-ekonomiczne) w obszarze systemu elektroenergetycznego (SEE) wymagają opracowania odpowiedniego modelu obliczeniowego, uwzględniającego parametry fizyczne elementów sieciowych oraz pozyskania szeregu informacji dodatkowych niezbędnych w analizach systemowych;
- Dane wymagane w tego typu analizach należy zatem wzajemnie powiązać, co prowadzi do opracowania odpowiednich procedur konwersji zbiorów danych;
- Analizy techniczno-ekonomiczne m.in. są wykorzystywane w procesie planowania sieci przesyłowej, mającego na celu ustalenie harmonogramu działań, których wynikiem jest utrzymanie i rozbudowa istniejącej sieci w taki sposób, aby spełniała ona określone wymagania techniczne, środowiskowe i ekonomiczne;
- Modele sieciowe budowane są z uwzględnieniem koniecznej redukcji wymiarowości problemu obliczeniowego w takim stopniu, żeby możliwe było przeprowadzenie obliczeń numerycznych w akceptowalnym czasie;
- Dane wejściowe wykorzystywane przez narzędzia wspomagające analizy techniczno-ekonomiczne można podzielić na następujące grupy:
 - wytwarzanie i przesył, które odzwierciedlają strukturę podażową i topologię SEE;
 - dane pozwalające na określenie popytu, w tym prognoz i profili zapotrzebowania w SEE;
 - czynniki makroekonomiczne np. poziom amortyzacji, wysokość podatków, czas życia.





Tło zagadnienia





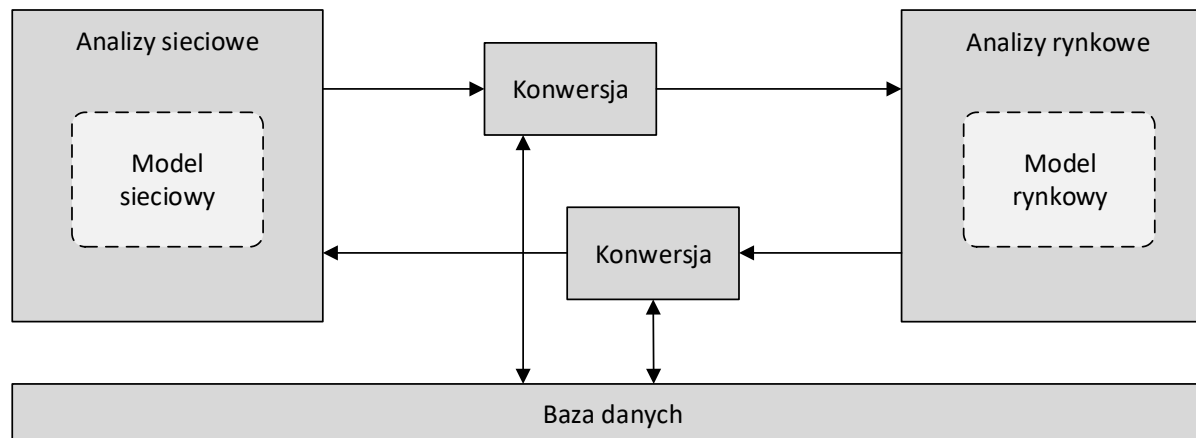
**Powiązanie analiz sieciowych
i rynkowych – konwersja danych**





Idea konwersji danych (1)

- Główną ideą procesu konwersji jest możliwość wzajemnego przekształcania i łączenia danych, tworząc modele wymagane dla potrzeb analiz techniczno-ekonomicznych;
- W warunkach krajowych źródła danych powszechnie wykorzystywane w analizach techniczno-ekonomicznych obejmują zazwyczaj model sieci w formacie KDM oraz pozostałe dane o użytkownikach SEE, a także inne informacje pochodzące przykładowo z procesów Rynku Bilansującego;
- Niepójny format wykorzystywanych źródeł danych wymaga opracowania narzędzi pozwalających na konwersję zawartych w nich informacji, do formatu zgodnego z przyjętym w platformach obliczeniowych.





Idea konwersji danych (2)

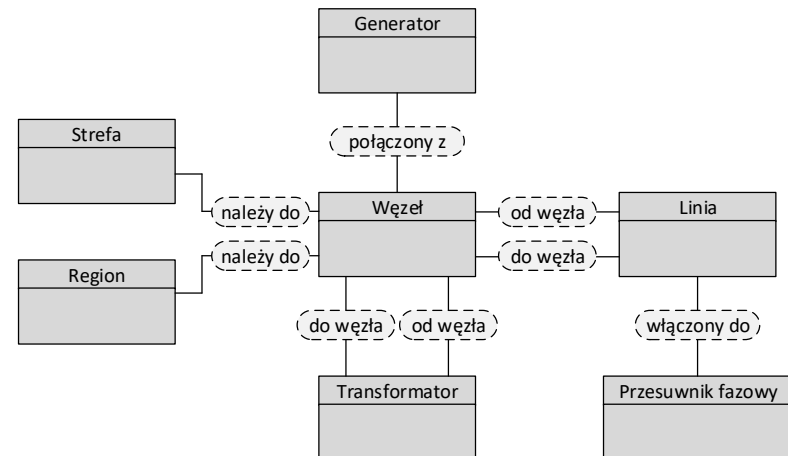
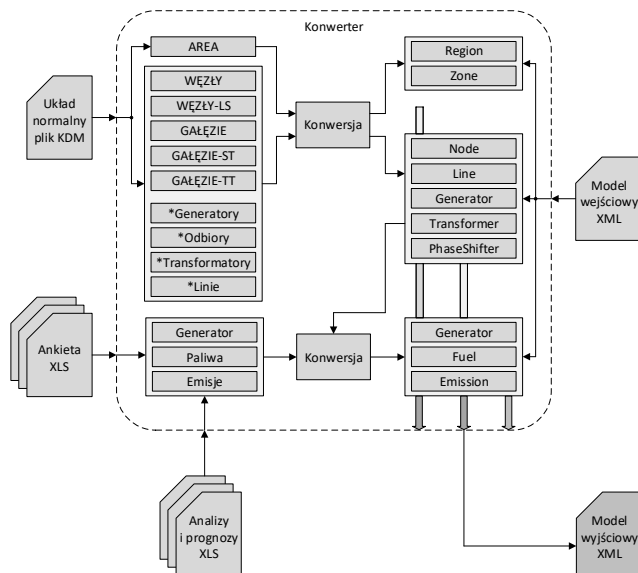
- Narzędzie umożliwiające proces konwersji (konwerter), w tym łączenie danych i budowę wymaganego modelu, realizować powinno zadania:
 - przygotowanie formularza dla danych jednostek wytwórczych,
 - uaktualnienie modelu SEE danymi pozyskanymi z układu normalnego,
 - uaktualnienie modelu SEE danymi ze zgłoszeń parametrów obiektów wytwórczych,
 - uaktualnienie modelu SEE na podstawie wyników analiz danych historycznych,
 - uaktualnienie modelu SEE danymi wprowadzonymi przez użytkownika,
 - uaktualnienie modelu SEE innymi danymi (np. poprzez pliki CSV);
- Z uwagi na szeroki zakres zastosowań ważnym źródłem danych jest model sieciowy (często utożsamiany z tzw. układem normalnym). Proces konwersji powinien zatem pozwolić na import i prezentację odczytanych danych, generację identyfikatorów dla odczytanych obiektów, a także przeliczenie odczytanych wielkości zgodnie z wymogami platformy obliczeniowej.





Idea konwersji danych (3)

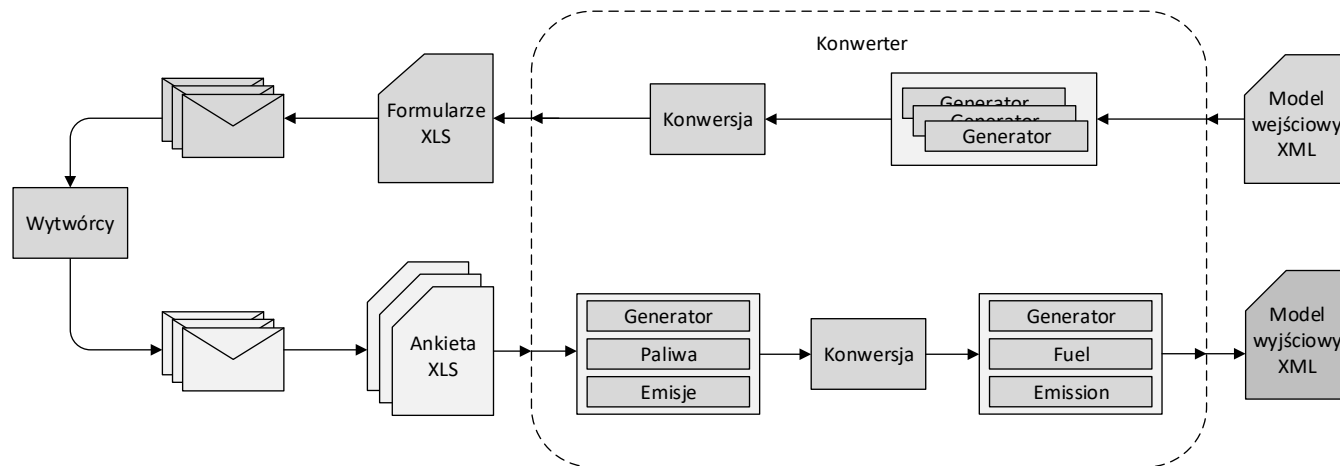
- Uwzględniając podstawowy zakres danych, wymaganych do przeprowadzenia analiz w różnych modułach obliczeniowych można wyróżnić następujące źródła danych, dla których zakładane jest utworzenie zestawu narzędzi pozwalających zasilić bazę danych platformy obliczeniowej (układy normalne w postaci plików KDM, ankiety pozyskane od uczestników rynku w formie arkuszy programu MS Excel, dane wynikowe analiz i prognoz wykonanych z wykorzystaniem GPI);
- Konwersja z układu normalnego powinna również pozwalać na kategoryzację obiektów (np. węzłów pod względem napięć) oraz przypisanie obiektów zgodnie z przyjętą konfiguracją podziału modelu na mniejsze fragmenty (regiony/obszary). Do zadań stawianych konwerterowi można zaliczyć również możliwość wyznaczenia węzłowych współczynników rozdziału zapotrzebowania oraz wartości obciążalności prądowej linii na podstawie zadanych charakterystyk.

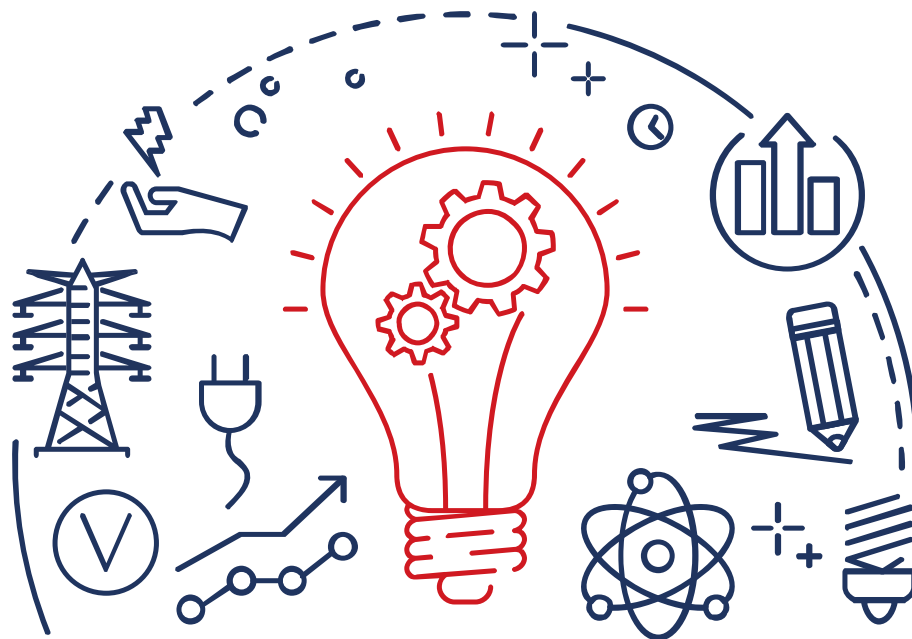




Idea konwersji danych (4)

- Do pozostałych funkcjonalności konwertera wykorzystywanego do budowy modelu zaliczyć można również możliwość obsługi formularzy zawierających dane wytwórców, przy czym funkcjonalność ta powinna umożliwiać wspomaganie użytkownika na etapie przygotowania zapytań, jak również ich odczytu po wypełnieniu przez wytwórców;
- Możliwości konwertera w zakresie uzupełniania parametrów jednostek wytwórczych powinny obejmować odczytywanie z wykorzystywanego modelu obiektów generacji oraz identyfikację jednostek wytwórczych zgodnie z nazewnictwem przyjętym w modelu źródłowy. Dodatkowo konwerter powinien umożliwiać generację formularzy bazodanowych według wskazań użytkownika, przykładowo wg technologii jednostek wytwórczych, statusu bądź horyzontu działania.





Zwrotna konwersja danych





Zwrotny proces konwersji (1)

- Wzajemne przenikanie się modeli sieciowych i rynkowych wymaga konwersji dwukierunkowej, stąd proces może być realizowany w kierunku model sieciowy – model rynkowy, bądź odwrotnie w kierunku model rynkowy – model sieciowy.
- Proces konwersji zwrotnej realizowanej poprzez działanie a-konwertera (nazwa przyjęta dla rozpoznania kierunku procesu) jest następujące: opierając się na wynikach symulacji prowadzonej w ramach platformy obliczeniowej aktualizuje się punkty pracy zawarte w modelu sieciowym w formacie KDM. Działanie a-konwertera dotyczy zatem wyników otrzymanych dla wybranej daty i chwili (stanu).

	A	B	C	D	E	F
1	Parent Name	Collection	Child Name	Category	Datetime	Generation (MW)
2	System	Generator	BEL_2-02 YROG-G2	El. Belchatow	2020-01-09 07:00	331,25136
3	System	Generator	BEL_2-03 YROG-G3	El. Belchatow	2020-01-09 07:00	344,3535
4	System	Generator	BEL_2-04 YROG-G4	El. Belchatow	2020-01-09 07:00	343,19592
5	System	Generator	BEL_2-05 YROG-G5	El. Belchatow	2020-01-09 07:00	343,58178
6	System	Generator	BEL_4-06 YROG-G6	El. Belchatow	2020-01-09 07:00	357,57088
7	System	Generator	BEL_4-07 YROG-G7	El. Belchatow	2020-01-09 07:00	354,081
8	System	Generator	BEL_4-08 YROG-G8	El. Belchatow	2020-01-09 07:00	355,05375
9	System	Generator	BEL_4-09 YROG-G9	El. Belchatow	2020-01-09 07:00	352,1355
10	System	Generator	BEL_4-10 YROG-G10	El. Belchatow	2020-01-09 07:00	352,1355
11	System	Generator	BEL_4-11 YROG-G11	El. Belchatow	2020-01-09 07:00	352,1355
12	System	Generator	BEL_4-12 YROG-G12	El. Belchatow	2020-01-09 07:00	354,081
13	System	Generator	BEL_4-14 YBEE-G14	El. Belchatow	2020-01-09 07:00	781,47342
14	System	Generator	DOD_2-05 YKRA-G5	El. Dolna Odra	2020-01-09 07:00	0
15	System	Generator	DOD_4-06 YKRA-G6	El. Dolna Odra	2020-01-09 07:00	0

Wyniki symulacji rozdziału mocy generowanej

	NzG	Wez	Sn	Typ	Pl	Pmin	PMax	CP	Ql	Qmin	QMax
-YBE-T1	BEF411	139.8	1	0.00010	0.00	0.00	0.00	0.00010	0.00	0.00	
-EKB-D1	EKB411	50.0	2	-0.00100	0.00	0.00	1.00	-50.00000	0.00	0.00	
-EKB-T1	EKB411	1.0	1	0.00000	0.00	0.00	1.00	0.00000	0.00	0.00	
-EKB-D2	EKB411	50.0	2	-0.00100	0.00	0.00	1.00	-50.00000	0.00	0.00	
-EKB-D3	EKB411	50.0	2	-0.00100	0.00	0.00	1.00	-50.00000	0.00	0.00	
-EKB-T2	EKB411	1.0	1	0.00000	0.00	0.00	1.00	0.00000	0.00	0.00	
-NAR-D1	NAR411	150.0	2	-0.00100	0.00	0.00	1.00	-150.00000	0.00	0.00	
-NAR-T1	NAR411	1.0	1	0.00000	0.00	0.00	1.00	0.00000	0.00	0.00	
-YOS-T2	OST211	12.5	1	0.00010	0.00	0.00	0.00	0.00010	0.00	0.00	
-YOS-T1	OST211	12.5	1	0.00010	0.00	0.00	0.00	0.00010	0.00	0.00	
-EBE-T01	ROG211	50.0	1	-9.08100	0.00	0.00	0.00	-4.85900	0.00	0.00	
-YRO-T4	ROG211	29.3	1	0.00010	0.00	0.00	0.00	0.00010	0.00	0.00	
-YRO-T1	ROG211	37.8	1	0.00010	0.00	0.00	0.00	0.00010	0.00	0.00	
-EBE-T02	ROG221	50.0	1	-9.68700	0.00	0.00	0.00	-6.68300	0.00	0.00	
-YRO-T1	ROG221	29.3	1	0.00010	0.00	0.00	0.00	0.00010	0.00	0.00	
-YRO-T5	ROG221	29.3	1	0.00010	0.00	0.00	0.00	0.00010	0.00	0.00	
-YRO-T6	ROG221	29.3	1	0.00010	0.00	0.00	0.00	0.00010	0.00	0.00	

Dane generacyjne w formacie KDM



	NzG	Wez	Sn	Typ	Pg	Pmin	PMax	Qg	Qmin	QMax	Ppw	Qpw
BEL_4-14 BEF411	1040.0	2	784.75000	420.00	858.00	3.89887	-316.85	592.89	-45.9982			
OSB_2-01 OST211	261.6	2	199.91414	160.00	221.00	-16.36121	-93.01	153.04	-8.47269			
-OSB_2-02 OST211	271.0	2	160.26401	140.00	230.00	-27.47805	-95.97	150.84	-8.00000			
-BEL_2-02 ROG211	426.0	2	281.78101	240.00	370.00	1.09378	-28.66	270.76	-18.00000			
BEL_2-03 ROG211	447.0	2	349.31635	200.00	380.00	154.71083	-20.70	242.27	-25.54479			
-BEL_2-01 ROG221	426.0	2	264.42801	240.00	370.00	6.05535	-30.59	276.89	-18.00000			
BEL_2-04 ROG221	447.0	2	359.47861	200.00	380.00	95.06443	-17.18	231.77	-25.54278			
BEL_2-05 ROG221	447.0	2	349.31635	200.00	380.00	91.87226	-34.70	246.03	-25.53281			
BEL_4-10 ROG411	458.8	2	357.58984	200.00	390.00	-15.06082	-141.49	257.79	-25.80897			
BEL_4-11 ROG411	426.0	2	357.58984	200.00	390.00	41.35291	-54.32	247.83	-25.80044			
BEL_4-06 ROG411	465.0	2	360.93860	200.00	394.00	45.68785	-49.95	252.08	-25.76768			
BEL_4-07 ROG411	459.0	2	357.58984	200.00	390.00	27.92474	-36.11	166.13	-25.59108			
BEL_4-08 ROG411	459.0	2	357.58984	200.00	390.00	41.28854	-54.41	247.81	-25.79718			
BEL_4-09 ROG411	426.0	2	357.58984	200.00	390.00	41.35291	-54.32	247.83	-25.80699			
KOZ12-01 KOZ212	271.0	2	212.98380	140.00	228.00	54.02391	-54.16	148.97	-10.49596			
KOZ12-03 KOZ212	271.0	2	210.52144	140.00	225.00	56.21658	-55.84	154.56	-10.62445			
KOZ12-04 KOZ212	271.0	2	212.98380	140.00	228.00	30.02006	-111.11	153.88	-10.33380			
KOZ12-05 KOZ212	271.0	2	212.98380	140.00	228.00	67.07024	-33.70	155.51	-10.58311			
KOZ12-07 KOZ212	271.0	2	212.98380	140.00	228.00	30.08065	-110.36	153.33	-10.46318			
KOZ12-08 KOZ212	271.0	2	212.98380	140.00	228.00	54.17307	-53.64	148.79	-10.47523			
KOZ24-10 KOZ412	659.0	2	507.06851	250.00	560.00	125.58163	-49.15	376.47	-19.72163			
KOZ24-11 KOZ412	1308.0	2	964.82056	430.00	1075.00	22.33792	-497.47	768.71	-20.411			

Dane odbiorcze w formacie KDM

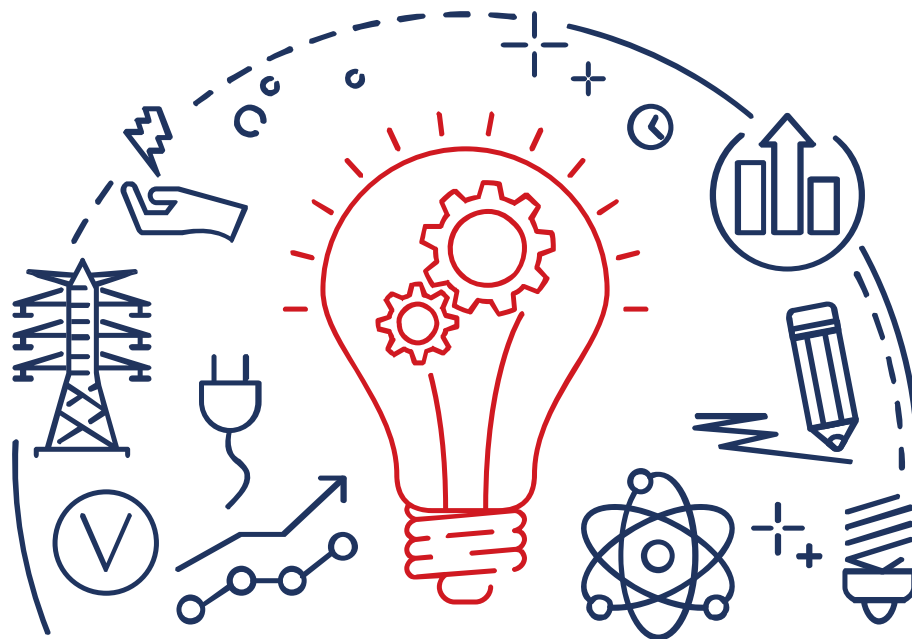




Zwrotny proces konwersji (2)

- Proces konwersji zwrotnej realizowanej poprzez działanie a-konwertera jest następujący: opierając się na wynikach symulacji prowadzonej w ramach platformy obliczeniowej aktualizuje się punkty pracy zawarte w modelu sieciowym w formacie KDM. Działanie a-konwertera dotyczy zatem wyników otrzymanych dla wybranej daty i chwili (w praktyce godziny);
- Inicjowany proces konwersji zwrotnej polega na tym, żeby dokonać aktualizacji danych w formacie KDM w zakresie części wytwórczej (generacyjnej) oraz części odbiorczej. W części generacyjnej dokonuje się podmiany mocy czynnej generowanej kolejnych generatorów na wartości wynikające z symulacji rynkowej. W ten sposób uwzględnia się efekt bieżącego (dla danych warunków) rozdziału mocy na jednostki wytwórcze. Jest to zatem oddanie badanych warunków rynkowych będących wynikiem wykorzystania modelu rynkowego;
- Proces konwersji zwrotnej, budując aktualny dla danego stanu model sieciowy, wymaga również konwersji danych w części odbiorczej. Przyczyną zmian danych wykorzystywanych jako obciążenia węzłów wytwórczych jest symulacja punktu obciążenia SEE i jego rozkładu na poszczególne węzły. W związku z tym w formacie KDM zostają podmienione wartości obciążenia (mocy czynnej) w poszczególnych węzłach;
- Finalizując proces konwersji zwrotnej uzyskuje się model w formacie KDM przygotowany do przeprowadzenia analiz sieciowych (technicznych) przy zachowanych ustawieniach wynikających z symulacji procesów rynkowych.





Podsumowanie





Podsumowanie

- Stosowanie konwersji danych wykorzystywanych w analizach techniczno-ekonomicznych nabiera aktualnie coraz większego znaczenia z uwagi na zróżnicowany format tych danych i konieczność wzajemnego ich wykorzystywania zarówno w modelach sieciowych jak i rynkowych;
- Z uwagi na unikalny charakter tych analiz oraz zróżnicowanie stosowanych narzędzi obliczeniowych, rozwiązania umożliwiające dwukierunkową konwersję danych nie są dostępne komercyjnie;
- W warunkach krajowych podstawowym referencyjnym zbiorem danych sieciowych jest plik w formacie KDM zaś jego wykorzystanie jest podstawą symulacji prowadzonych przy wykorzystaniu platform obliczeniowych (np. program PLEXOS) w ramach analiz techniczno-ekonomicznych;
- Wprowadzenie konwersji zwrotnej daje możliwość analizowania pracy sieci dla wybranych stanów SEE uwarunkowanych sytuacją rynkową. Takie rozwiązanie pozwala na elastyczne wspomaganie działań planistycznych w horyzoncie krótko i długoterminowym, i zapewnienie bezpieczeństwa funkcjonowania SEE.





PSE Innowacje sp. z o.o.

Modelowe wspomaganie analiz sieciowych

Maksymilian Przygodzki | Anna Gorczyca-Goraj | Paweł Kubek |
maksymilian.przygodzki@pse.pl
tel. (32) 257 8571 | PSE Innowacje Sp. z o.o.

