



PSE Innowacje sp. z o.o.

Analiza efektów rynkowych połączonych systemów elektroenergetycznych

Maksymilian Przygodzki | Paweł Kubek | Rafał Gwóźdź | Łukasz Wakuliński

**XXIV Konferencja Naukowo-Techniczna REE 2018
Kazimierz Dolny | 24-26 kwietnia 2018 r.**





Połączone systemy elektroenergetyczne





Rozwój połączeń międzysystemowych

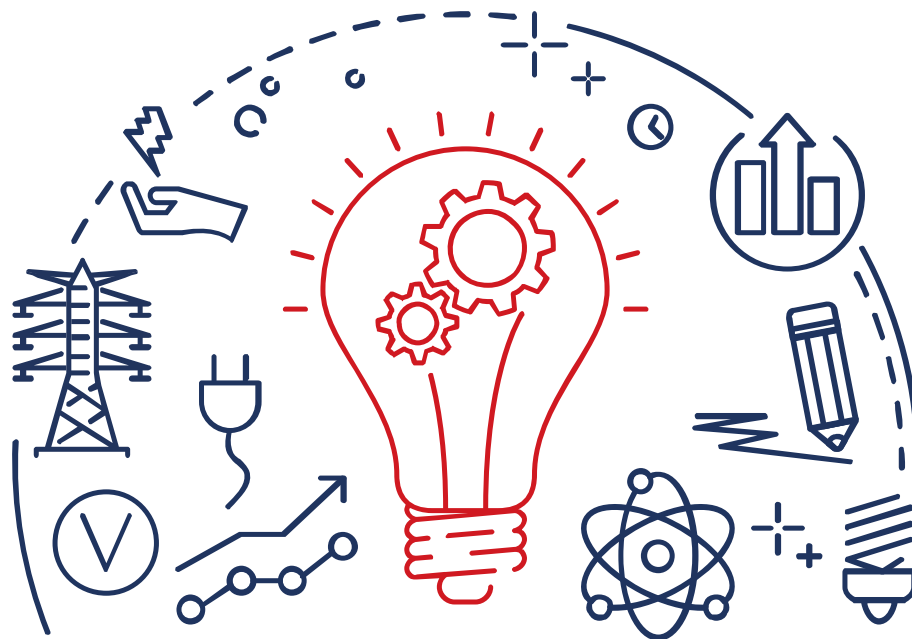




Rozwój połączeń międzysystemowych

- Od 2009 r. Unia Europejska (UE) powierzyła ENTSO-E zadanie opracowania europejskiego planu rozwoju sieci, który opierałby się na planach krajowych i zawierał konkretne regionalne plany inwestycyjne.
- W ten sposób opracowano założenia procesu, tzw. *Ten-Year Network Development Plan* (TYNDP), który jest kluczem do wielu europejskich celów gospodarczych, klimatycznych i energetycznych
- Zgodnie z wymogami rozporządzenia (UE) nr 347/2013 ENTSO-E opracowało metodykę analizy kosztów i korzyści, tzw. *Cost Benefit Analysis* (CBA), której zadaniem jest ocena projektów rozwoju infrastruktury przesyłowej i magazynowej, które to mogą zostać następnie uwzględnione we wspomnianym dziesięcioletnim planie rozwoju sieci (TYNDP).
- Obecnie każdy projekt uwzględniony w TYNDP jest oceniany przy użyciu ogólnoeuropejskiej metodyki CBA.





Ocena ekonomiczna inwestycji sieciowej





Metodyka CBA

- Metodyka CBA została zaprojektowana w taki sposób aby oszacować potencjalne korzyści, które wynikają z inwestycji sieciowych uwzględnianych w ramach rozwoju europejskiego rynku energii elektrycznej.
- Uwzględnione w analizach korzyści obejmują: wzrost dobrobytu społecznego i gospodarczego zainteresowanych krajów, wpływ na bezpieczeństwo dostaw, integrację odnawialnych źródeł energii (OZE), redukcję emisji dwutlenku węgla i wpływ inwestycji na straty przesyłowe, a także związaną z rozwojem techniczną odporność systemu na zakłócenia.
- Ocenę nowych połączeń transgranicznych przeprowadza się dla różnych przyszłych scenariuszy, które zakładają zróżnicowane uwarunkowania działania rynków energii elektrycznej w przyszłości





Model Cournota (1)

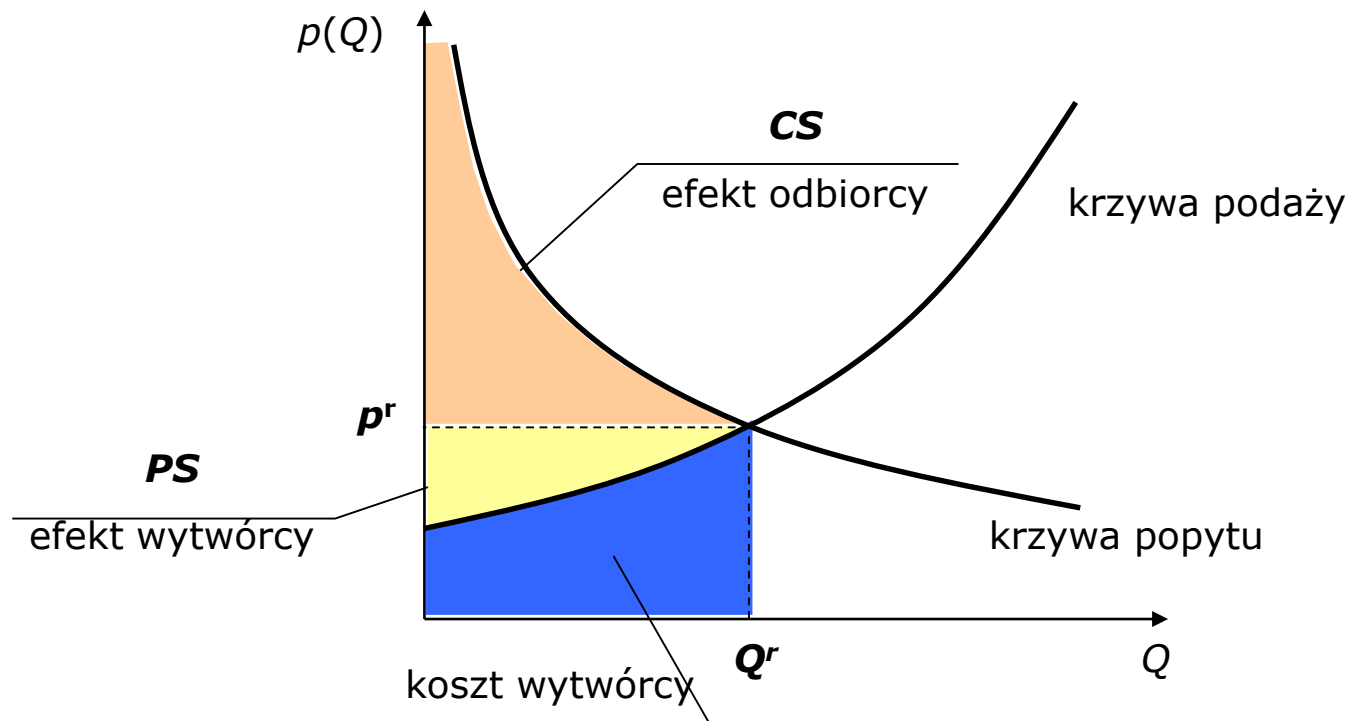
- Z uwagi na prokonkurencyjny kierunek rozwoju połączonych systemów w celu jak najlepszego odzwierciedlenia warunków rynkowych wykorzystuje się szereg modeli matematycznych, m.in. model Cournota.
- Model Cournota jest modelem ekonomicznym odzwierciedlającym strukturę oligopolu, w którym podmioty działające na rynku konkurują pod względem ilości dostarczanego towaru.
- Model ten charakteryzuje się następującymi cechami rynku zakładanymi dla rynku konkurencyjnego:
 - na rynku występuje więcej niż jeden podmiot i wszystkie podmioty oferują produkt jednorodny,
 - podmioty nie współpracują (nie występuje zmowa podmiotów),
 - podmioty cechują się jednorodną siłą rynkową, tj. każda decyzja podmiotu wpływa na cenę towaru,
 - liczba podmiotów na rynku jest ustalona,
 - podmioty są racjonalne pod względem ekonomicznym i działają strategicznie, zwykle poszukując możliwości maksymalizacji zysku.





Model Cournota (2)

- Model Cournota opisuje konkurencję podmiotów. Wśród wytwórców każdy podejmuje decyzję o produkcji dobra (energii elektrycznej) ponosząc przy tym stosowne koszty. W zależności od całkowitej ilości wyprodukowanej energii elektrycznej jej cena rynkowa wyznaczona jest przez popyt i jest jednakowa dla wszystkich wytwórców.
- Równowaga w modelu Cournota powstaje w momencie gdy podaż zrówna się z popytem wyznaczając tym samym cenę.





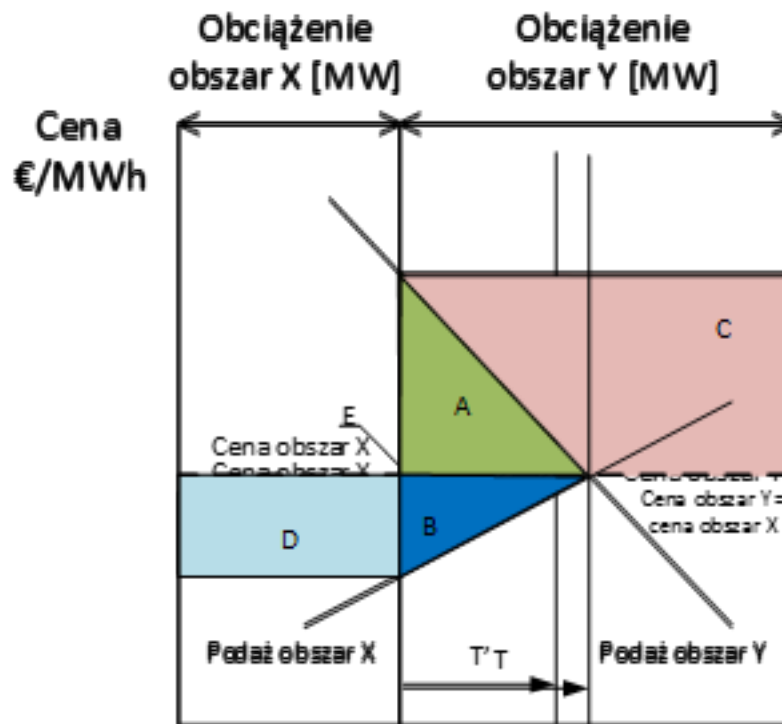
Model Cournota (3)

- W modelu rynkowym Cournota można wyróżnić dwa obszary będące miarą wartościową ustalonego punktu równowagi:
 - nadwyżkę odbiorcy (*Consumer Surplus*),
 - nadwyżkę wytwórcy (*Producer Surplus*).
- Obszary te mają odzwierciedlać korzyści uzyskiwane odpowiednio po stronie popytowej i podażowej w drodze tzw. nadwyżek.
- Nadwyżka odbiorcy (CS) jest różnicą odzwierciedlającą potencjał możliwości nabycia dobra przez konsumenta a płatnością ustaloną w warunkach konkurencyjnych.
- Nadwyżka wytwórcy (PS) jest z kolei różnicą przychodu, który uzyskuje wytwórca sprzedając dane dobro na rynku, a kosztami krańcowymi, które ponosi w procesie jego wytworzenia.
- Nadwyżka odbiorcy i nadwyżka wytwórcy daje łączny efekt określany mianem dobrobytu społecznego (*Social Welfare*). Wartość ta określana jest jako miara efektywności gospodarowania.
- Nadwyżki wyznaczone przy wykorzystaniu modelu Cournota zostały wykorzystane w metodyce CBA do oceny efektów pomocnych w ocenie inwestycji sieciowych.

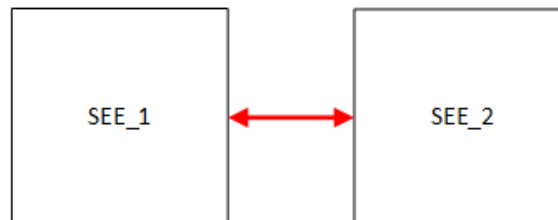


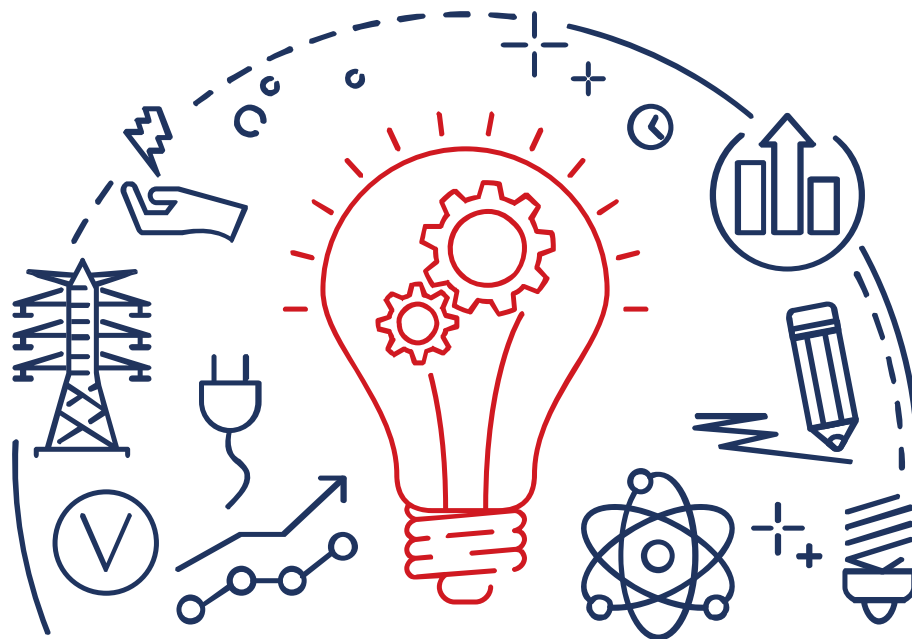


Mierniki efektów rynkowych



Ukształtowanie cen w emergentnych obszarach
obszarach sąsiadujących z ograniczonymi
wymianami mocy



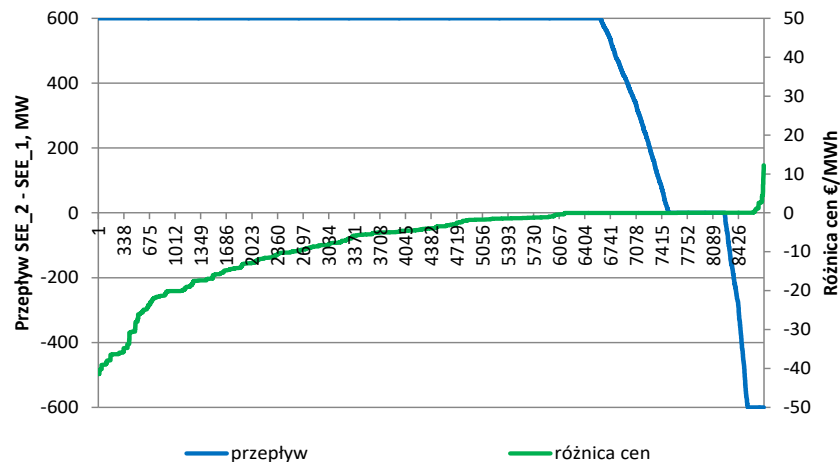
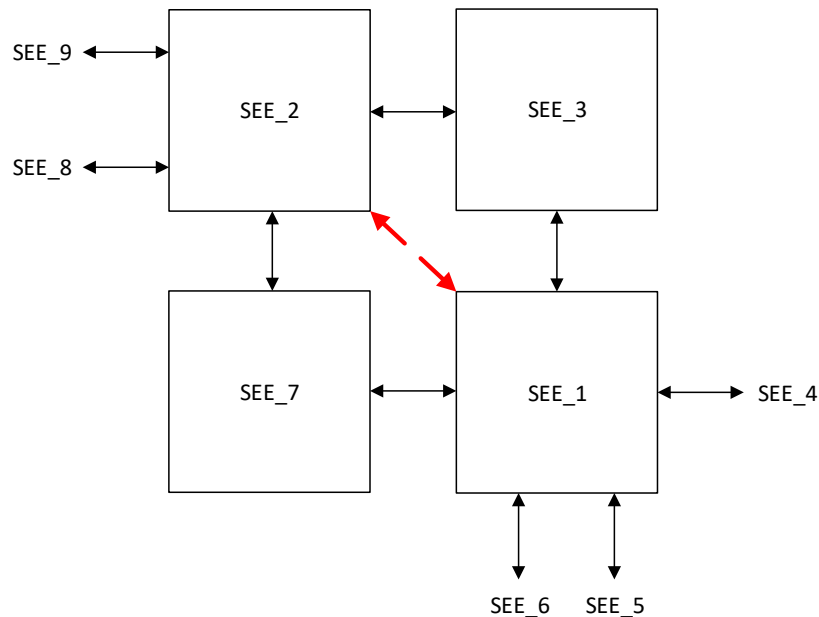


Przykład obliczeniowy





Przykład obliczeniowy



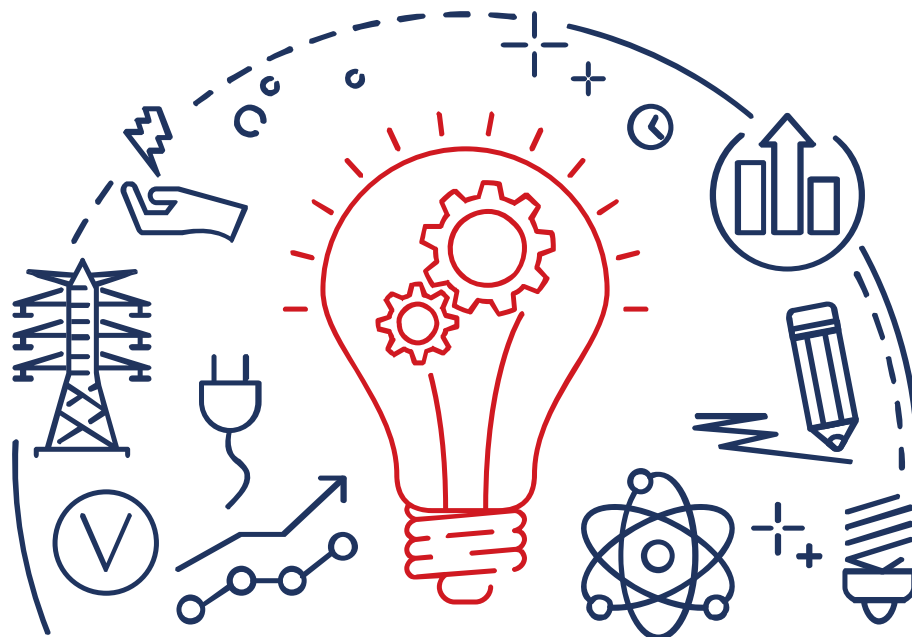
Zestawienie porównawcze wskaźnika CR dla systemu SEE_1, €

Wskaźnik	dla jednej godziny	dla roku
$\sum CR$ dla SEE_1 bez połączenia	7015,73	109 511 237
$\sum CR$ dla SEE_1 z połączeniem	3921,16	148 105 534
Różnica $\sum CR$	3094,57	-38 594 297

Zmiana nadwyżek odbiorców i wytwórców w wybranych systemach, €

Wskaźnik	System elektroenergetyczny	dla jednej godziny	dla roku
ΔCS	SEE_1	-17 180	58 404 434
	SEE_2	170	-32 254 584
ΔPS	SEE_1	-18 936	-50 852 792 918
	SEE_2	173	26 155 471





Podsumowanie





Podsumowanie

- Efektem prowadzonych analiz rozwojowych jest ocena połączeń międzysystemowych, co sprzyja wymianie handlowej. Zastosowane modele, w tym model równowagi rynkowej Cournota pozwala na uzasadnienie rozpatrywanych połączeń, a w szczególności na wartościowanie uzyskiwanych efektów po stronie współpracujących systemów. Wyprowadzone na podstawie tego modelu nadwyżki przypisywane odbiorcom i wytwórcom oraz globalne podejście do uzyskiwanego tym samym tzw. dobrobytu społecznego jest podstawą uzasadnienia podejmowanych działań.
- Prowadzone analizy potwierdzają przyjęte w modelu rynkowym oraz w metodyce CBA stosowanej przez ENTSO-E efekty współpracujących systemów elektroenergetycznych. Ponadto wyznaczenie zwrotu z potencjalnych ograniczeń w wymianie jest elementem oceny opłacalności podejmowanych działań. Wyznaczone mierniki wartościowe stanowią o podejmowanych działaniach i usuwaniu barier w dążeniu do ujednoliconego rynku energii elektrycznej w obszarze połączonych systemów elektroenergetycznych w Europie.







Jaki będzie skutek rozwoju jednolitego rynku energii w UE i rozwoju połączeń międzysystemowych dla odbiorców energii elektrycznej w Polsce?

Odpowiedź:

- Rozwój połączeń międzysystemowych pozwoli na wyrównanie poziomu cen między krajami tworzącymi jednolity rynek energii, przy czym w niektórych krajach może dojść do zwiększenia ceny energii, natomiast w innych krajach może wystąpić sytuacja odwrotna,
- Udrożnienie handlu zostanie odnotowane we wzroście indeksów rynkowych, w tym wskaźnika dobrobytu (*Social Welfare*),
- Rozbudowa połączeń międzysystemowych skutkuje większym popytem (i dostępnością) na energię odnawialną (większe możliwości importu energii ze źródeł OZE z krajów w których występuje duży poziom mocy zainstalowanej w tych źródłach) oraz zwiększeniem bezpieczeństwa elektroenergetycznego.





PSE Innowacje sp. z o.o.

Maksymilian Przygodzki | maksymilian.przygodzki@pse.pl |
tel (32) 257 8571 | PSE Innowacje Sp. z o.o.

