



# **Proces produkcji energii elektrycznej w aspekcie uwarunkowań systemu elektroenergetycznego**

**mgr inż. Konrad Zaręba**

**KATEDRA TECHNOLOGII I EKOLOGII WYROBÓW**

**Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie**



Główne problemy kierowania procesami produkcyjnymi produkcji energii elektrycznej pod kątem współpracy jednostek wytwórczych z systemem elektroenergetycznym dotyczą regulacji mocy i częstotliwości z uwzględnieniem ekonomicznego rozdziału obciążeń jak również regulacji napięcia w węzłach wytwórczych.



Do najistotniejszych parametrów określających system elektroenergetyczny zalicza się: roczną produkcję energii elektrycznej, moc szczytową odbiorców, moc zainstalowaną elektrowni, moc największej elektrowni, moc największych bloków i związanych z przesyłem. Wielkości tych parametrów są uwarunkowane rodzajem, wielkością jednostek wytwórczych i ich możliwościami produkcyjnymi.



W tym kontekście proces produkcyjny energii elektrycznej to zbiór zaplanowanych operacji i działań wzajemnie ze sobą powiązanych i na siebie oddziałujących, ukierunkowanych na wytworzenie specyficznego produktu jakim jest energia elektryczna i dostarczenie jej systemowi elektroenergetycznemu.



Presja systemu elektroenergetycznego na procesy wytwórcze energii elektrycznej dotyczy:

- Wysokiej niezawodności jednostek wytwórczych
- Niskiego kosztu energii elektrycznej
- Wysokiej elastyczności procesów produkcji
- Szybkiego rozruchu nieplanowanego
- Niskiego kosztu inwestycji



Dlatego planowanie procesów produkcyjnych pod kątem potrzeb systemu elektroenergetycznego wiąże się z odpowiednią i niezawodną organizacją procesów wytwórczych. W praktyce produkcyjnej znajduje to odzwierciedlenie w presji na:

1) Optymalizację składu jednostek wytwórczych (ilość pozostawionych w ruchu jednostek wytwórczych)

2) Organizację procesów wytwórczych w elektrowni:

- Optymalizację składu urządzeń wytwórczych
- Planowanie procesu produkcyjnego w cyklu dobowym i rocznym
- Prognozowanie zapotrzebowania na moc i energię
- Ekonomiczny rozdział obciążeń między urządzeniami wytwórczymi
- Ograniczenie związane z okresami rozruchu, postoju głównych urządzeń produkcyjnych
- Wymuszanie pracy lub postojów (utrzymanie odpowiednich poziomów napięć)

Wpływ systemu elektroenergetycznego na procesy produkcji energii elektrycznej można rozpatrywać w skali:

- Makro (Krajowy System Elektroenergetyczny)
- Mikro ( Okręgowe Spółki Dystrybucyjne)



## Niezależnie od rozpatrywanej skali

- Zapotrzebowania systemu elektroenergetycznego na moc
- Dostępności infrastruktury przyłączeniowej i jej przepustowości







## Merit order a nowe jednostki w podsystemie wytwarzania energii elektrycznej.

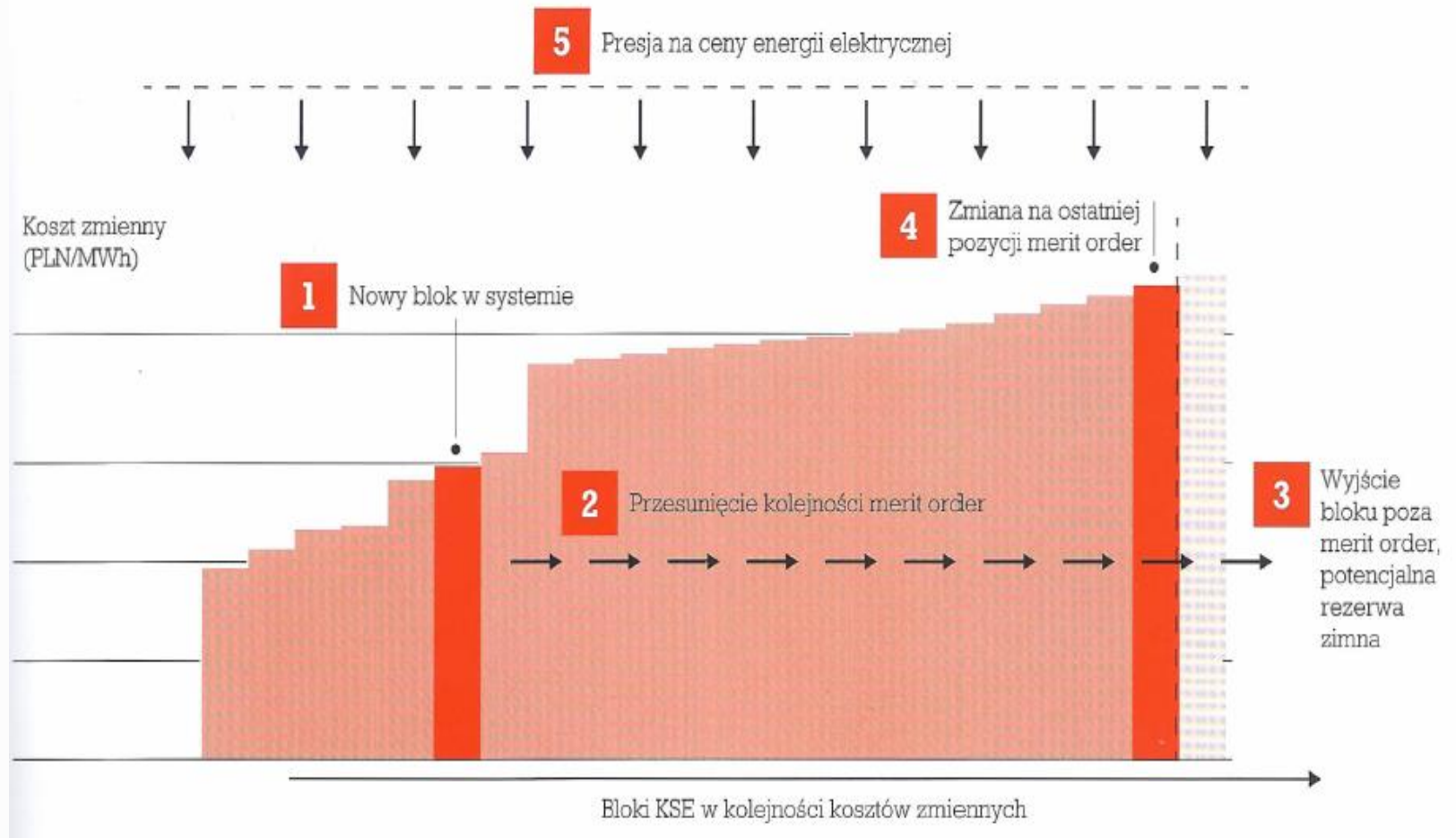
Merit order to narzędzie rankingowania jednostek wytwórczych według kosztu zmiennego. Wykorzystywane często do zobrazowania sytuacji strukturalnej w podsektorze wytwarzania i cen energii. Kształt „stosu” jest jednym z kluczowych czynników determinujących kształt podsektora wytwarzania.



Jednostki wytwórcze pracujące dla podsektora wytwórczego dopuszczane są do pracy w systemie w kolejności kosztów zmiennych.

W sytuacji gdy zwiększa się zapotrzebowanie na moc systemu elektroenergetycznego, do systemu wpuszczana zostaje jednostka w celu jego pokrycia

Cena energii elektrycznej jest więc w takim przypadku wyznaczana na podstawie kosztów zmiennych jednostek domykających „stos” (kosztów krańcowych).



Źródło: Opracowanie PwC.



Efekt „wypychania” starych, drogich bloków węglowych poza ranking cenowy potęgują inwestycje w nowe moce i modernizacje bloków/turbozespołów wytwórczych oraz ciągów wytwórczo-technologicznych.





Silny efekt „wypychania” potęguje również gwałtowny rozwój odnawialnych źródeł energii, których koszty zmienne są właściwie równe zero.

Wyjątek stanowią źródła wytwarzania oparte o spalanie biomasy, które ponoszą koszt zakupu paliwa (biomasy), ale również one wchodzą na rynek w pierwszej kolejności ponieważ są uprzywilejowane ustawowo.



Chociaż nie wszystkie jednostki wytwórcze oparte o OZE produkują energię elektryczną w tym samym czasie, to i tak wypychają drogie jednostki (najmniej efektywne technologicznie i ekologicznie) zawsze kiedy pracują.



Zbyt tania energia elektryczna to prawdziwy problem dla inwestorów w przeciwieństwie do finalnych odbiorców.

Coraz niższe ceny sprawiają, że nowe bloki wytwórcze pracujące w podstawie systemu elektroenergetycznego stają się nieopłacalne.



Ważnym i istotnym problemem związanym z efektywnością procesu produkcji energii elektrycznej jest ekonomiczny rozdział obciążeń (ERO) wewnątrz elektrowni i między elektrowniami pracującymi w systemie elektroenergetycznym.

Pod pojęciem ekonomicznego rozdziału obciążeń między elektrowniami lub blokami wytwórczymi należy rozumieć taki rozdział obciążeń mocą czynną, który zapewnia minimum kosztów produkcji i przesyłu energii.

Celem ERO jest w wyznaczonym przedziale czasu dobranie takiego składu jednostek i obciążenia ich mocą czynną (przy zachowaniu ograniczeń techniczno-eksploatacyjnych), aby uzyskać zaplanowany efekt ekonomiczny w postaci: minimalizacji kosztów produkcji energii elektrycznej i maksymalizacji zysku.





Do przeprowadzenia optymalnego ekonomicznego rozdziału obciążeń używane są metody matematyczne, do najważniejszych z nich można zaliczyć:

- ✓ metodę ekspercką,
- ✓ metodę mnożników Lagrange'a,
- ✓ metodę mnożników Kuhna-Tuckera,
- ✓ metodę symulowanego wyżarzania oraz algorytmy ewolucyjne:  
programowanie dynamiczne,
- ✓ programowanie liniowe i metody pochodne.



Obecnie najczęściej i najszerzej stosowane są metody optymalizacji ERO oparte o programowanie liniowe oraz na metodach pochodnych takich jak: programowanie nieliniowe i całkowitoliczbowe.

**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**

