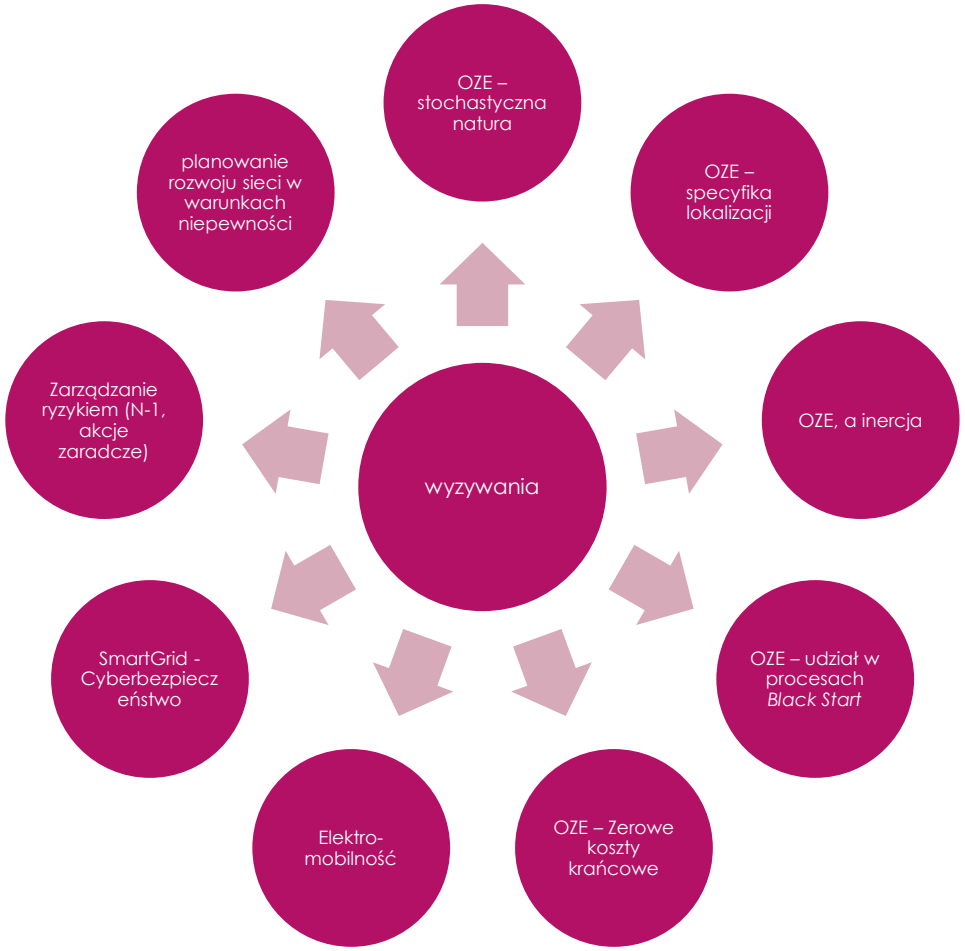
Transformacja energetyczna - wyzwania stojące przed sieciami przesyłowymi i dystrybucyjnymi

Karol Wawrzyniak

INTERDYSCYPLINARNE CENTRUM ANALIZ ENERGETYCZNYCH / NARODOWE CENTRUM BADAŃ JĄDROWYCH

Przyszły system elektro-energetyczny - wyzwania



IDEA
Interdisciplinary Division for Energy Analyses

OZE – stochastyczna natura, a planowanie krótkookresowe

MAE DA prognoza obciążenia => 1-3%

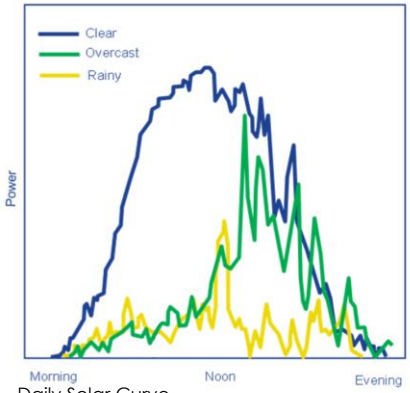
MAE prognoza wiatru => 15-20%

Niepewność generacji

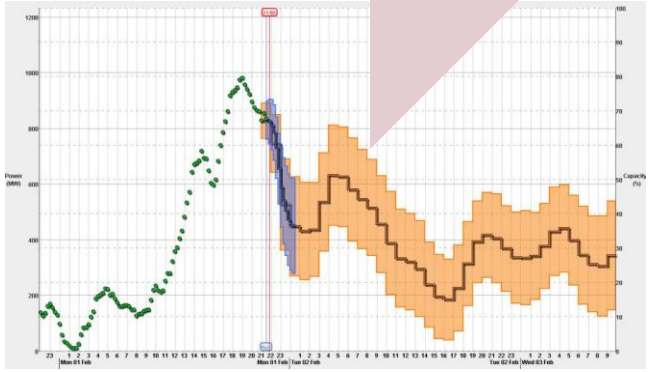
Duża elastyczność

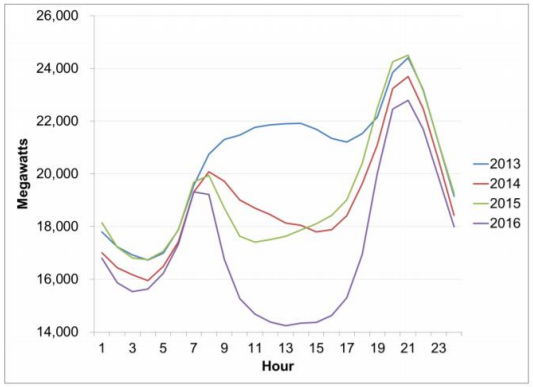
Szybie rezerwy
Większe rezerwy
Magazyny
Uelastycznienie strony popytowej

Stochastyczny Rozdział Obciążeń



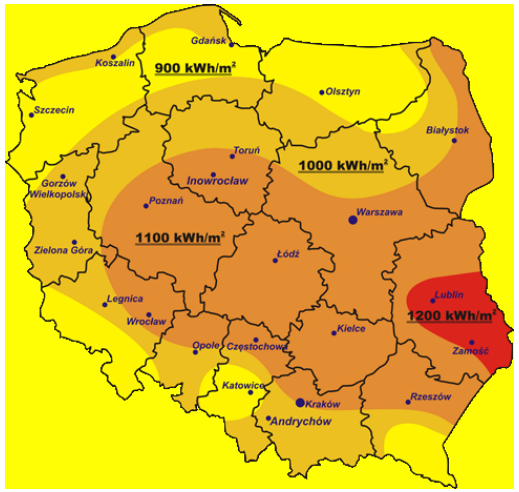
Daily Solar Curve


Daily Wind Curve



Source: Fowlie, Meredith, The Duck has Landed, Energy at Haas, U.C. Berkeley, May 2, 2016. California ISO Hourly Data, March 28-April 3, Years 2013-2016

OZE – specyfika lokalizacji



Polish Solar Map – www.polishsolar.com

Polish Wind Map – http://www.enis.pl/en/wind-energy.html

- OZE w znacznej odległości od zapotrzebowania
- Adaptacja topologii:
  - Jednostki wytwórcze
  - Magazyny
  - Elementy przesyłowe

Duże dystanse pomiędzy odbiorem, a generacją

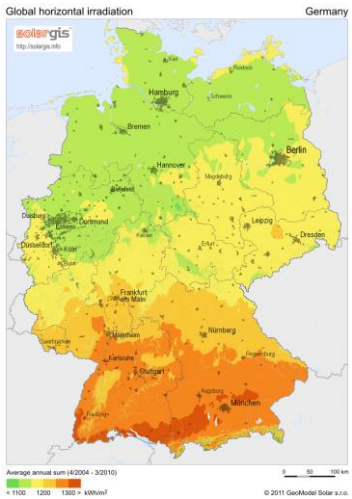
↓

Problemy spadków napięć

↓

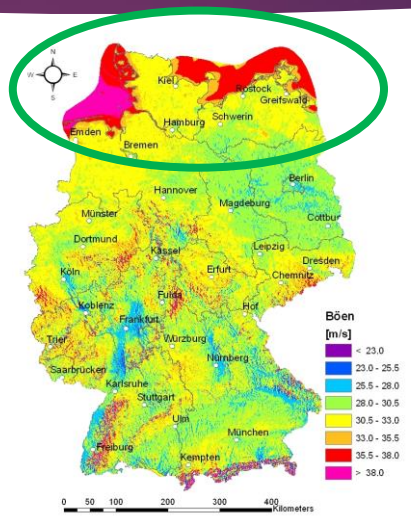
Wzmocnienie potencjału generacji mocy biernej

OZE – specyfika lokalizacji



German Solar Map

Sytuacja bardziej krytyczna w Niemczech



Generacja wiatrowa

German Wind Map

- OZE w znacznej odległości od zapotrzebowania
- Adaptacja topologii:
  - Jednostki wytwórcze
  - Magazyny
  - Elementy przesyłowe

Duże dystanse pomiędzy odbiorem, a generacją

↓

Problemy spadków napięć

↓

Wzmocnienie potencjału generacji mocy biernej

OZE – brak inercji

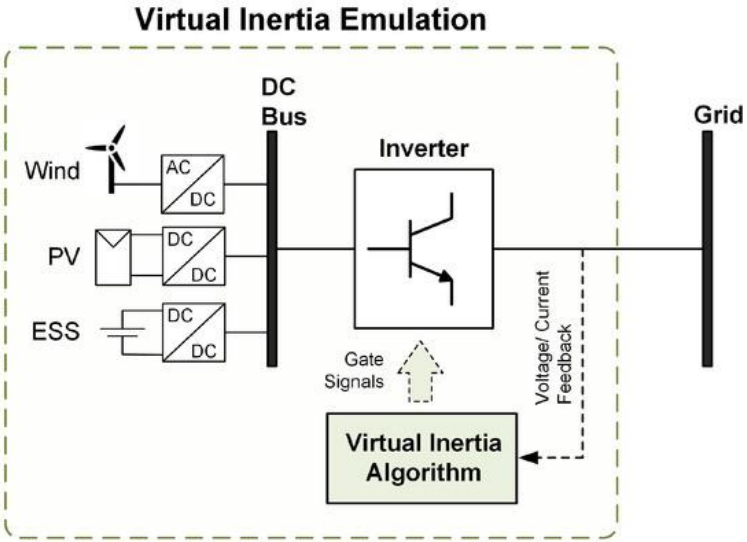
Redukcja mas wirujących

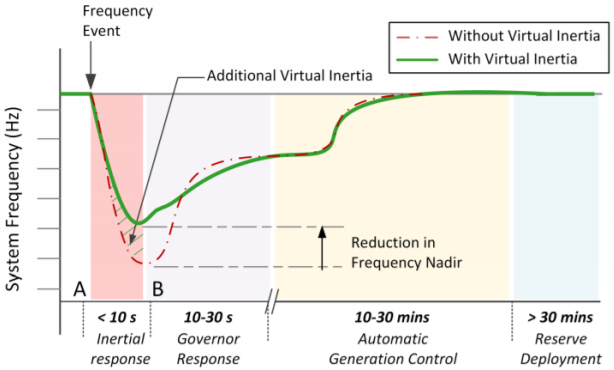
Redukcja inercji

Większa dynamika wahań *f*

Bardziej zawodny system

Rozwiązanie: sztuczna inercja





Tamrakar, Ujjwol, et al. "Virtual Inertia: Current Trends and Future Directions." *Applied Sciences* 7.7 (2017): 654.

OZE – udział w procesach Black Start

- Odbudowa systemu po blackout-cie
- Stan obecny (stabilne jednostki o dużym paśmie regulacyjnym):
  - Hydro
  - Termalne
- W przyszłości OZE musi być zintegrowane w ramach procesów odbudowy systemu

Inne kwestie

- Zerowe koszty krańcowe → rynek mocy
- Elektromobilność → Inteligentne lokalne bilansowanie
- Smart-Grid-y → Cyberbezpieczeństwo

Przykłady polskich innowacyjnych rozwiązań

- Stochastyczne Planowanie Rozwoju Systemu Przesyłowego
- Wycena i optymalizacja ryzyka w KSE

Stochastyczne Planowanie Rozwoju Systemu Przesyłowego

Koszty operacyjne & koszt niedostarczonej energii

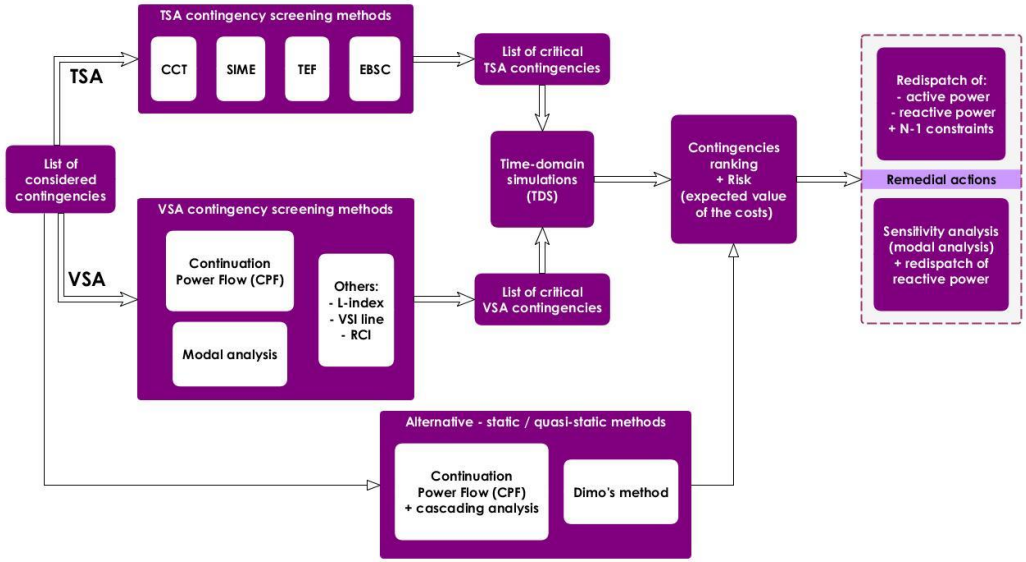
Optymalizacja: *CAPEX & OPEX + koszty rynkowe*

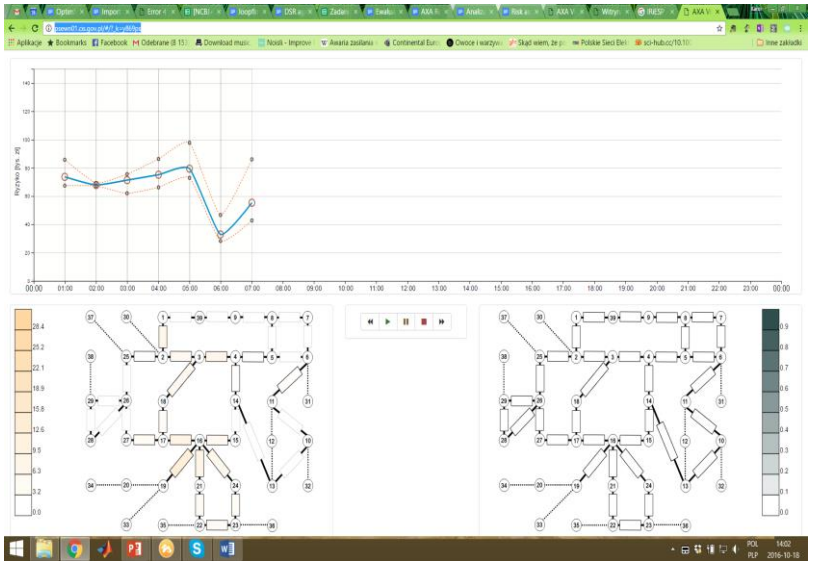
- Stochastyczna natura OZE, zapotrzebowania, scenariuszy, etc
- Holistyczna analiza kosztów → Wykonalna obliczeniowo

IDEA

Wycena i optymalizacja ryzyka

Stochastyczna natura / awarie w systemie → Ocena ryzyka w czasie rzeczywistym → Optymalne akcje zaradcze





IDEA
Interdisciplinary Division for Energy Analyses

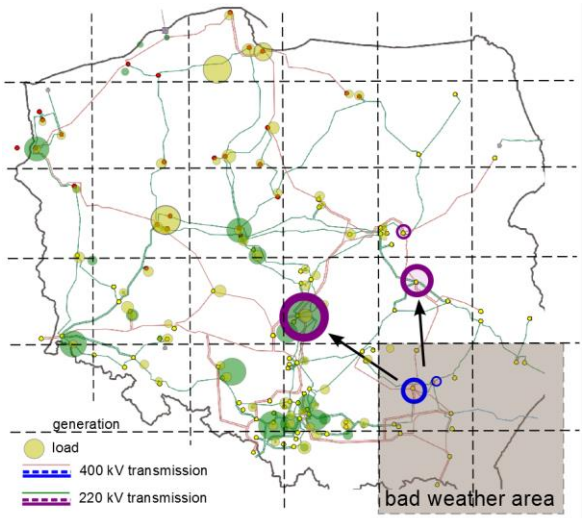
Optymalizacja ryzyka w procesach operacyjnych - LPD/MMS

zapotrzebowanie, sezon, oferty z rynku bilansującego, imp/exp, etc.

GMOS
zbiór 1
....
zbiór N

LPD

Punkty pracy JWCD



Plan koordynacyjny *n-1 (BPKD)*

Wycena ryzyka, identyfikacja elementów sensytywnych

GMOS
Dodatkowe zbiory ograniczeń (np. obniżenie P max)

Aktualizacja planu

- W przypadku MMS opartego o ceny węzłowe – bezpośrednia implementacja ograniczeń

Dziękuję za uwagę

karol.wawrzyniak@ncbj.gov.pl

INTERDYSCYPLINARNE CENTRUM ANALIZ ENERGETYCZNYCH
/ NARODOWE CENTRUM BADAŃ JĄDROWYCH