



# **WYKORZYSTANIE PODEJŚCIA PROBABILISTYCZNEGO W PLANOWANIU ROZWOJU NA PODSTAWIE DOŚWIADCZEŃ OPERATORÓW SIECIOWYCH**

**Maksymilian Przygodzki, Wojciech Lubicki**

**Kazimierz Dolny, 25-27.04.2017 r**

# Tło zagadnienia - cel PRSP

## **Przed liberalizacją**

Rozwój podsektora wytwarzania i przesyłu zapewniający spełnienie kryteriów technicznych (statyczne oraz dynamiczne warunki pracy SEE) przy racjonalnym poziomie nakładów inwestycyjnych.

## **Po liberalizacji (w warunkach rynkowych)**

Zapewnienie niezawodności pracy sieci, wystarczalności podaży (zdolności przesyłowych), wsparcia rynku energii dla efektywnego wykorzystania wytwarzania na rzecz odbiorców przy zachowaniu kryteriów technicznych funkcjonowania SEE.

## **Zagadnienia**

1. Czy zmiana celowości PRSP przekłada się na rozwój nowych zasad planowania rozwoju?
2. Czy mechanizmy rynkowe i aspekty ekonomiczne znajdują odzwierciedlenie w zadaniach planistycznych powodując zapotrzebowanie na wprowadzenie analiz o charakterze probabilistycznym?
3. Czy pojawiają się nowe rozwiązania w zakresie prowadzenia procesu planowania?

# Ujęcie deterministyczne vs losowe

## Podejście deterministyczne

- Definiuje się określone zbiory danych wejściowych (popyt, podaż, kryteria,...)
- Obliczenia parametrów sieciowych prowadzone są w ustalonych warunkach
- Wyniki mają charakter punktowy – odpowiadają zdefiniowanym warunkom
- Zakłada się rozważanie scenariuszy, niemniej decyduje „najgorszy przypadek”

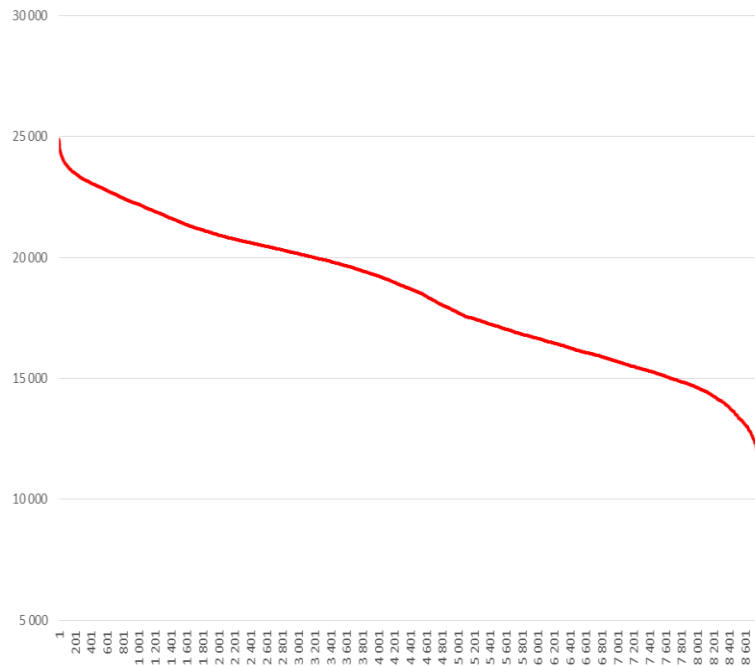
## Podejście probabilistyczne

- Wykorzystuje się zmienne losowe zamiast wartości zdeterminowanych
- Obliczenia prowadzone są zwykle w drodze symulacji
- Wyniki są opisywane rozkładami prawdopodobieństwa częstości występowania – znana jest wartość i prawdopodobieństwo zdarzenia
- Jest możliwość oceny ryzyka podejmowanych działań

# Potencjalne zastosowanie ujęcia probabilistycznego

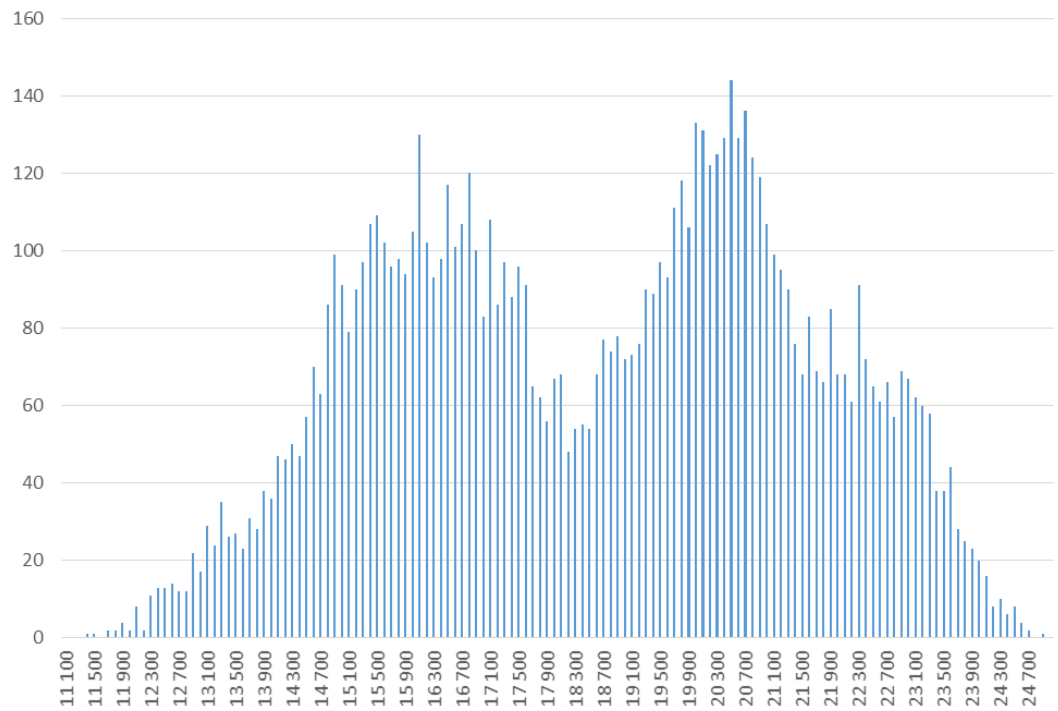
- Prognozowanie zapotrzebowania
- Analiza wystarczalności generacji
  - Analiza warunków pracy źródeł rozproszonych
  - Niedyspozycyjność źródeł
- Probabilistyczny rozpływ mocy
- Analiza stanów awaryjnych
  - Analiza niezawodności struktur sieci
  - Analizy stabilności pracy układu
- Analiza obciążalności
- Prace eksploatacyjne
- Prognozowanie cen energii
- Podejmowanie decyzji

# Czynniki losowe



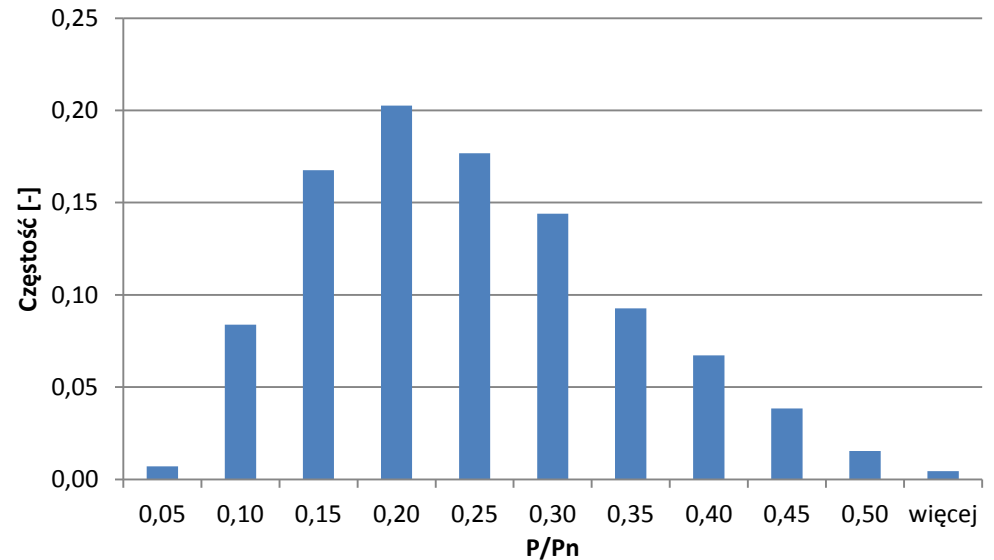
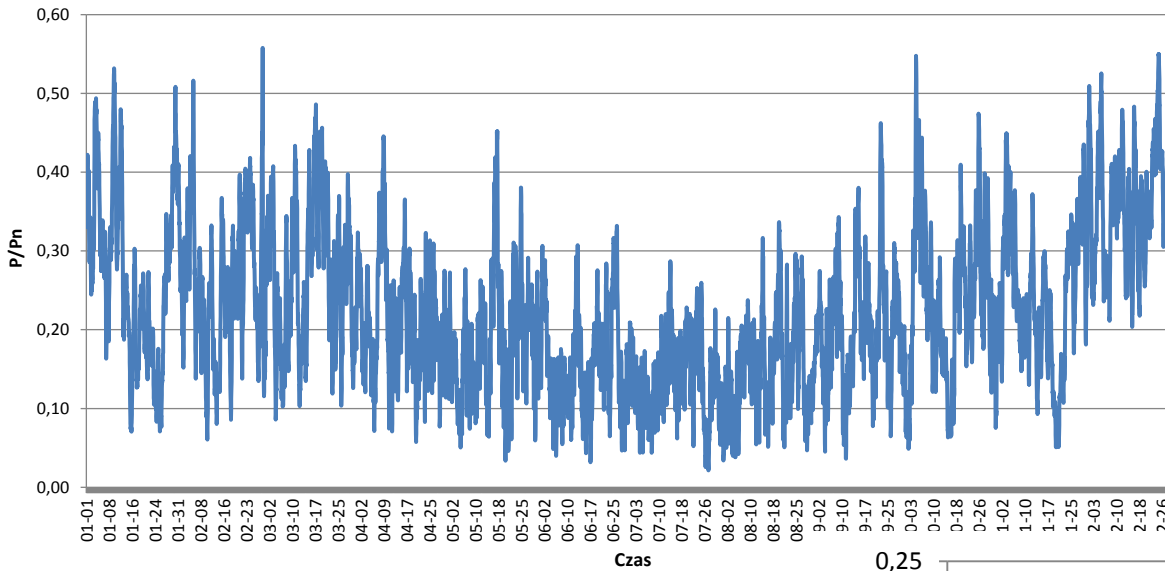
PSE Innowacje sp. z o.o.

## Zapotrzebowanie

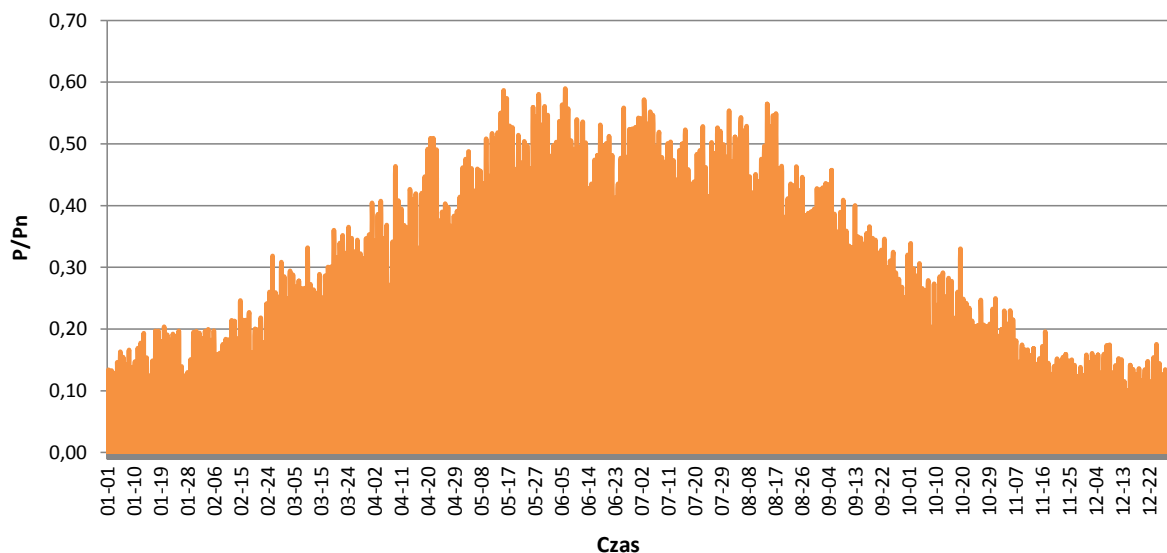


# Czynniki losowe

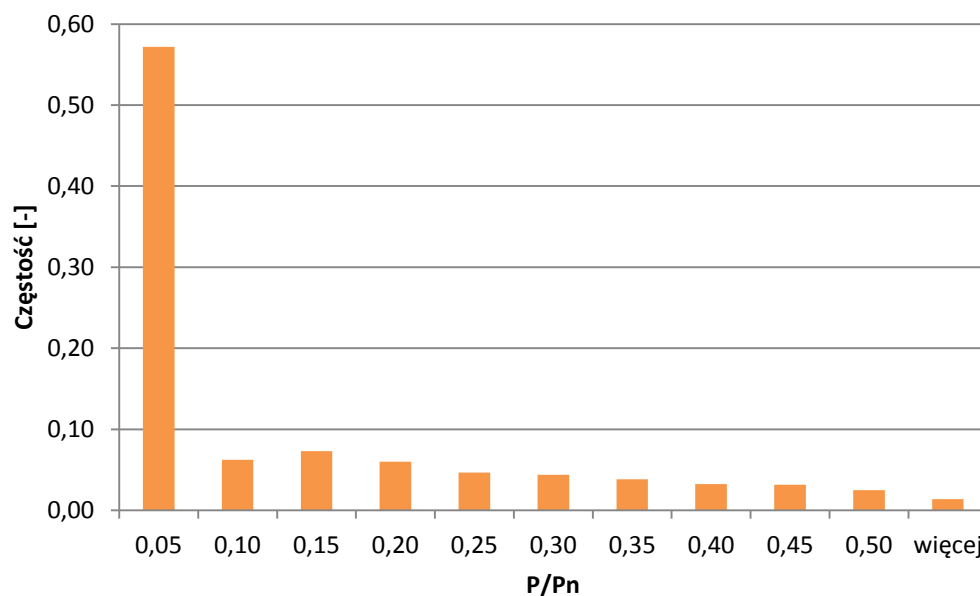
Generacja FW



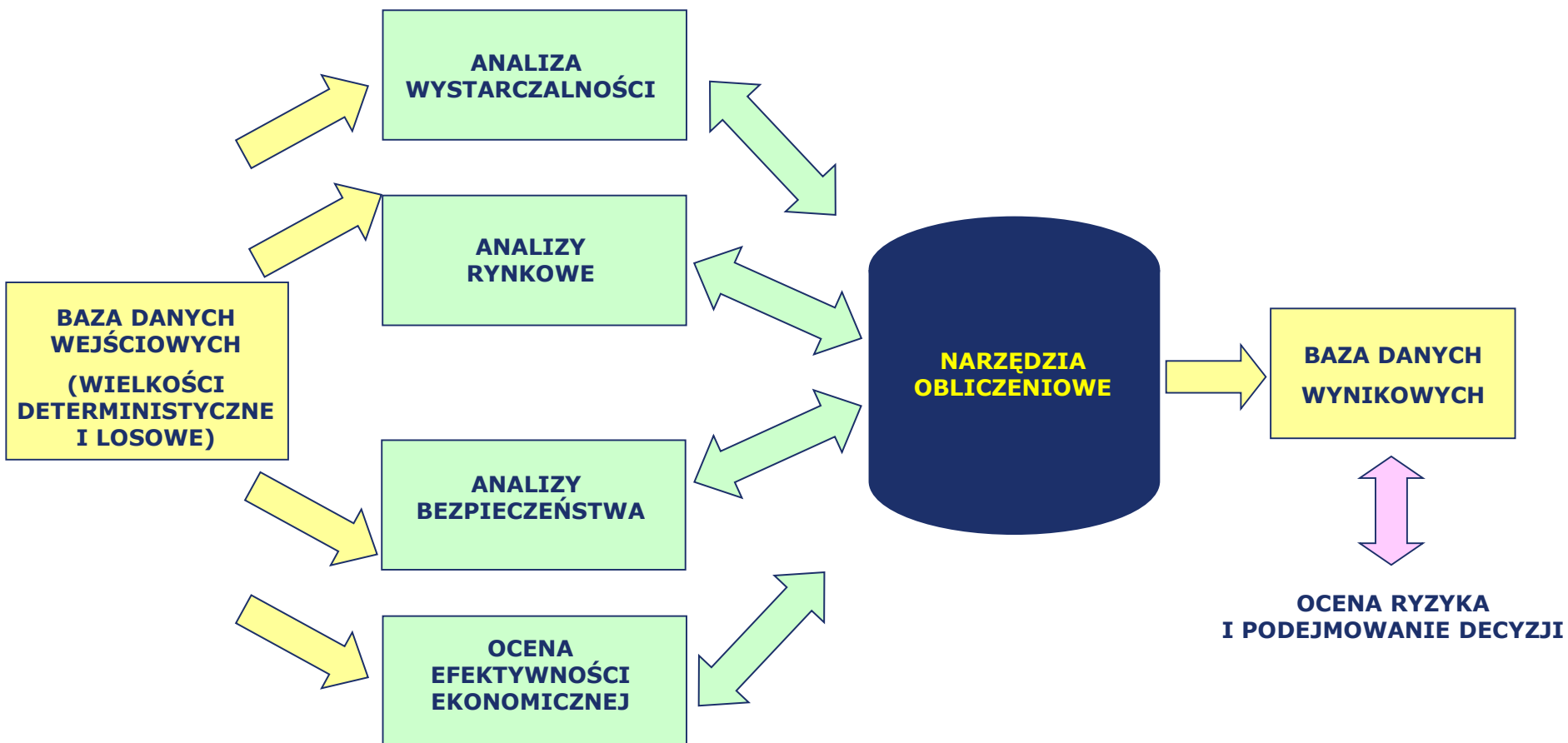
# Czynniki losowe



Generacja PV



# Obszary analityczne





# Ocena podejścia probabilistycznego w PRSP

Podejście	Deterministyczne	Probabilistyczne
Wady	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wynik uzyskany dla określonego zbioru danych</li><li>• Uwzględnianie „najgorszego przypadku”</li><li>• Przekrojowa informacja budowana jest drogą linearyzacji</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Problemy obliczeniowe</li><li>• Długi czas obliczeń</li><li>• Brak powszechnie dostępnych narzędzi</li><li>• Wymagane dodatkowe umiejętności analityczne w zakresie interpretacji wyników</li></ul>
Zalety	<ul style="list-style-type: none"><li>• Szybki czas obliczeń</li><li>• Prostota metody i łatwość interpretacji wyników</li><li>• Podejście w postaci „wzmocnij i zapomnij”</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Szerokie pasmo informacji</li><li>• Elastyczność wyników względem warunków wejściowych</li><li>• Przydatność do oceny realnych zagrożeń i ich skali</li><li>• Unikanie „przeinwestowania” sieci</li></ul>

# Wnioski

- Zakres stosowania podejścia probabilistycznego jest zróżnicowany i zależy od wielu czynników. Wypracowanie decyzji o rozbudowie lub modernizacji sieci uwzględnia ryzyko oceniane na etapie prowadzonych obliczeń.
- Probabilistyka w praktyce jest uwzględniana m.in. w zakresie:
  - poziomu zapotrzebowania na moc oraz wymiany transgranicznej,
  - wielkości produkcji energii elektrycznej,
  - dostępności infrastruktury sieciowej i generatorów,
  - prawidłowości działania automatyk systemowych i sekwencji zdarzeń,
  - czasów trwania wyłączeń np. dla określenia wartości niedostarczonej energii,
  - obciążalności termicznej linii,
  - czynników ekonomicznych.
- Szeroki zakres wyników uzyskiwanych z wykorzystaniem symulacji losowych pozwala na ocenę ryzyka i uwzględnienie wartości krytycznych zarówno po stronie wymagań technicznych, jak i w zakresie wyborów i uzasadnienia działań ekonomicznych

# Pytania Recenzenta

- *Prośba o wyjaśnienie sensu wielkości VCR, czy ma ona polski odpowiednik?*

## *Publikacje krajowe:*

- *Sozański J.: Niezawodność zasilania energią elektryczną, WNT, Warszawa 1982*
- *Paska J.: Niezawodność systemów elektroenergetycznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005*
- *Niewiedział E., Niewiedział R.: Koszty niedostarczonej energii elektrycznej w analizach opłacalności (...), w: Materiały X Konferencji Naukowo-Technicznej „Elektroenergetyczne linie kablowe”, Kołobrzeg 2015*
- *Ciura Sz., Goc W., Szewc B.: Economic aspect of electricity supply quality. Proceeding of the 4<sup>th</sup> International Scientific Conference “Efficiency and power quality of electrical supply of industrial enterprises”. Mariupol (Ukraine), 2000*

## *Publikacje australijskie:*

- *Value of Customer Reliability Review. Final report. AEMO. September 2014*
- *Value of Customer Reliability Review. Appendix. AEMO. September 2014*

# VCR – Value of Customer Reliability

1. Odzwierciedla zainteresowanie odbiorców płaceniem za uzyskanie określonego poziomu niezawodności zasilania lub otrzymaniem stosownych rekompensat w przypadkach wystąpienia ograniczeń
2. Od 11.2013 do 07.2014 przeprowadzono sondaż wśród ponad 3000 odbiorców. VCR odbiorców bezpośrednio przyłączonych do sieci oceniano na podstawie potencjalnych ich kosztów, natomiast pozostali odbiorcy wypełniali ankiety internetowe (prof. Ricardo Scarpa)
3. Elementy ankiety:
  - rozległość (lokalne/globalne)
  - czas trwania awarii (1, 3, 6, 12 godz.)
  - szczyt/ poza szczytem
  - lato/zima
  - w tygodniu/ w weekend
  - częstość wystąpienia (1, 2 lub 3 razy w ciągu roku)
  - zwiększenie rachunku/ poziom rekompensaty

## VCR – przykładowe wyniki

Typ VCR	Wartość [\$ /kWh]
VCR łączne	32,62
VCR bez podmiotów bezpośrednio przyłączonych do sieci przesyłowej	39,50
VCR dla podmiotów przyłączonych do sieci przesyłowej	6,05

Rodzaj odbiorcy	VCR [\$ /kWh]	Udział w zapotrzebowaniu
Odb. Indywidualni	24,76	25,9%
Handel/Usługi	44,72	61,0%
Przemysł	44,06	11,8%
Rolnictwo	47,67	1,2%
Średnia		39,50

## VCR – przykładowe wyniki

Stan Victoria, odbiorca komunalny [\$/kWh])

czas trwania wyłącz.	off-peak weekday winter	peak weekday winter	off-peak weekend winter	off-peak weekday summer	peak weekday summer	off-peak weekend summer
0-1	8,66	28,14	8,66	8,66	28,14	8,66
1-3	36,79	36,02	36,79	36,79	36,02	36,79
3-6	26,17	24,12	26,17	26,17	24,12	26,17
6-12	18,79	16,54	18,79	18,79	16,54	18,79

## VCR – analiza wyników

1. Wartości uzyskane dla odbiorców komunalnych są zbliżone we wszystkich stanach
2. Najistotniej na VCR wpływa długość trwania wyłączenia oraz moment wystąpienia w danym dniu (szczyt/poza szczytem)
3. Wartość VCR odbiorców komunalnych nie uległa istotnej zmianie w porównaniu do wyników uzyskanych w latach 2007/08. Niższe wartości stwierdzono dla przemysłu/handlu/rolnictwa
4. Duży biznes jest lepiej przygotowany na wypadek ograniczeń dostaw energii niż inni odbiorcy, stąd VCR stosunkowo niskie

## VCR – zakres wykorzystania

1. W planowaniu rozwoju sieci: RIT-T/D – Regulatory Investment Test for Transmission/Distribution – do wyceny przychodów ze wzrostu niezawodności zasilania
2. Do ustalania planów ograniczeń poboru mocy (load shedding)
3. Do wyceny usług systemowych nie dostępnych szeroko na rynku
4. Do ustalania standardów, oceny planów/polityk, podejmowania działań operacyjnych



## Pytania Recenzenta

- Czy można określić zasady planowania rozwoju systemu przesyłowego (dystrybucyjnego?) w warunkach krajowych?

Nazwa procedury	Procedura tworzenia i aktualizacji Planu Rozwoju Sieci Przesyłowej (PRSP)	Nr procedury
		104.004.DS/Z/2015

Rodzaj procedury	Merytoryczna zewnętrzna
Status Procedury	ZATWIERDZONA
Obowiązuje od:	24.03.2015
Cel procedury:	Ustalenie zasad i warunków opracowywania Planu Rozwoju Sieci Przesyłowej. Procedura wspiera realizację procesu planowania rozwoju systemu przesyłowego.
Zakres procedury	podmiotowy: jednostki organizacyjne PSE S.A., w tym Oddziały PSE S.A. oraz Spółki GK PSE przedmiotowy: Opracowanie i aktualizacja Planu Rozwoju Sieci Przesyłowej w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną
Produkty będące wynikiem realizacji procedury	1. Plan Rozwoju Sieci Przesyłowej



Dziękuję za uwagę