

Piknik OZE, 16 czerwca 2021 r.



POLITECHNIKA
CZĘSTOCHOWSKA

CZĘSTOCHOWA
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



GRID PARITY TECHNOLOGII OZE – POLSKA PERSPEKTYWA

Janusz SOWIŃSKI

Katedra Elektroenergetyki, Politechnika Częstochowska

www.pcz.pl

Plan prezentacji

- ◆ OZE na rynku energii elektrycznej
- ◆ Ceny energii na rynku hurtowym
- ◆ System wspierania OZE - aukcje
- ◆ Magazyny energii elektrycznej
- ◆ *Grid parity* technologii OZE
- ◆ Wnioski

OZE na rynku energii elektrycznej

Ramy polityki klimatyczno-energetycznej UE do roku 2030 – European Green Deal (wrzesień 2020 r.)

- Ograniczenie o co najmniej **40 %** (55 %) **emisji gazów cieplarnianych** (w stosunku do poziomu z 1990 r.).
- Uzyskanie co najmniej **32 %** udziału **energii ze źródeł odnawialnych** w całkowitym zużyciu energii.
- Poprawa o co najmniej **32,5 % efektywności energetycznej**.

Aktualne rozporządzenia UE

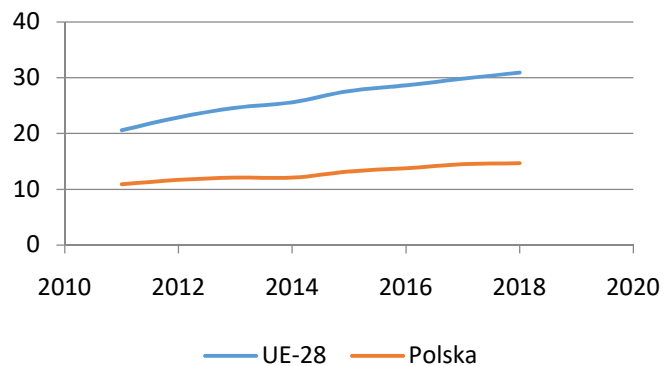
- [Regulation on the EU renewable energy financing mechanism](#) (EU) 2020/1294 2020

ROZPORZĄDZENIE WYKONAWCZE KOMISJI (UE) 2020/1294 z dnia 15 września 2020 r. w sprawie unijnego mechanizmu finansowania energii ze źródeł odnawialnych .

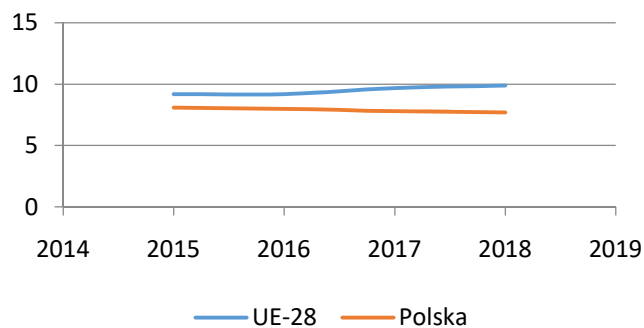
- [Governance of the Energy Union and Climate Action \(EU\) Regulation 2018/1999](#)

ROZPORZĄDZENIE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2018/1999 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie zarządzania unią energetyczną i działaniami w dziedzinie klimatu.

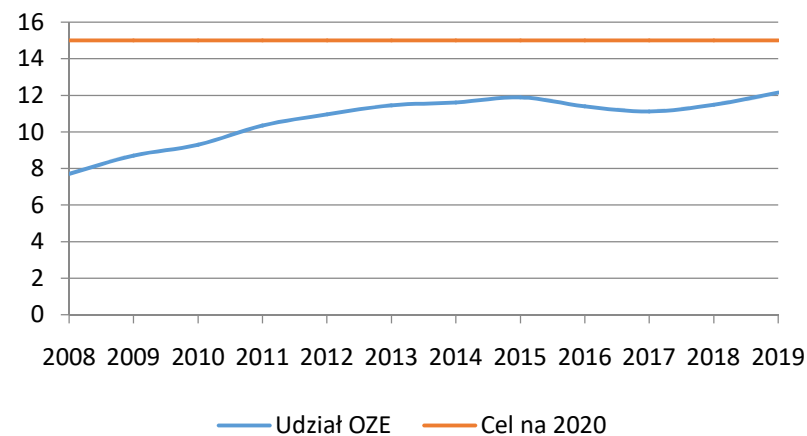
OZE na rynku energii elektrycznej



Rys. 1. Procentowy udział energii ze źródeł odnawialnych w energii pierwotnej ogółem w UE-28 oraz w Polsce



Rys. 2. Udział energii ze źródeł odnawialnych w finalnym zużyciu energii ogółem (%) w UE-28 oraz w Polsce



Rys. 3. Udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto (%) w latach 2008–2019

Podstawowe informacje o prosumentach

Wyszczególnienie	Lata	Jednostka	Elektrownie wodne	Elektrownie wiatrowe	Elektrownie fotowoltaiczne (PV)	Hybrydowe instalacje OZE	Elektrownie biogazowe	Razem
Liczba prosumentów	2018	szt.	8	54	50 933	18	3	51 016
	2019	szt.	8	56	144 856	17	3	144 940
Moc zainstalowana	2018	MW	0,09	0,18	275,54	0,13	0,07	276,01
	2019	MW	0,09	0,19	827,08	0,16	0,09	827,61
Energia elektryczna wprowadzona do sieci OSD	2018	MWh	72,08	27,74	129 779,01	77,29	4,30	129 960,41
	2019	MWh	59,89	43,16	307 221,97	78,30	3,18	307 406,50

W krajowym systemie elektroenergetycznym

Moc zainstalowana na koniec 2019 roku to **47 437 MW**

Produkcja energii elektrycznej w 2019 roku to **163 989 GWh**

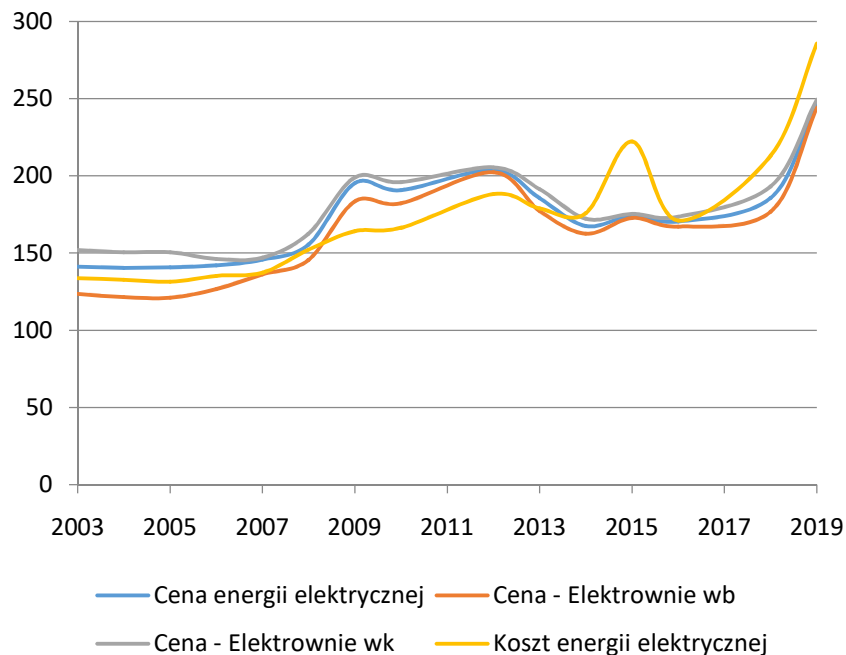
Moc zainstalowana u prosumentów w 2019 r. to ok. **1,7 %** mocy krajowego systemie elektroenergetycznym, a energia elektryczna wprowadzona do sieci OSD stanowi ok. **0,2 %** produkcji energii elektrycznej

Wg. Instytutu Energetyki Odnawialnej, na koniec 2020 r. moc zainstalowana PV wyniosła **3935,74 MW** (z czego 75 % to mikroinstalacje), co oznacza wzrost o 2463 MW rok do roku (200 %).

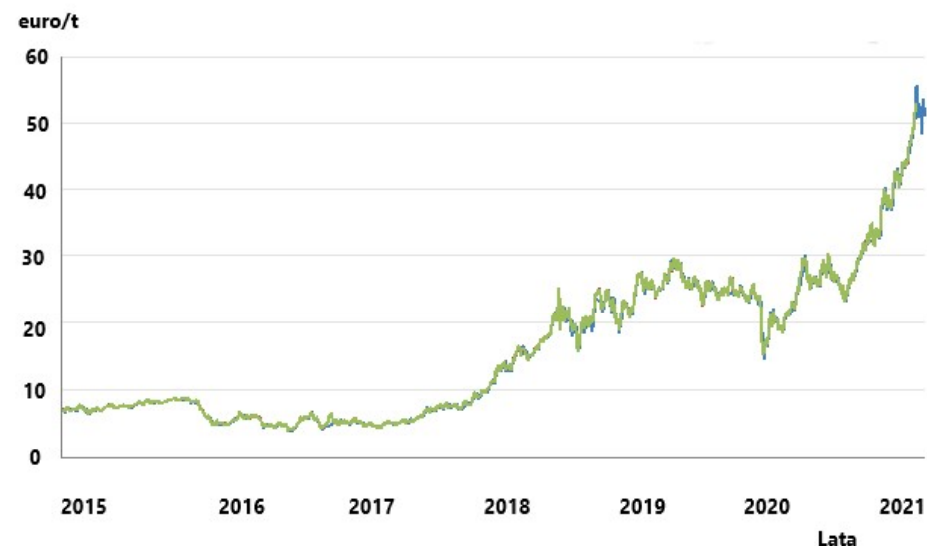
Grid parity

- Pojęcie **grid parity** (lub **socket parity**) rozumiane jest przez analityków finansowych jako sytuacja, w której alternatywne źródło wytwarza energię elektryczną przy koszcie LCOE (tzw. **Levelized Cost Of Electricity**) równym lub mniejszym od ceny jej nabycia z sieci elektrycznej.
- **Grid parity** zależy od podmiotu wykonującego analizę, bo uzyska się inny wynik dla detalicznego konsumenta (zazwyczaj prosumenta) i inny dla wytwórcy na hurtowym rynku energii.
- Z punktu widzenia wytwórcy konkurującego na hurtowym rynku energii, **grid parity** jest osiągnięty, gdy koszt wytworzenia energii elektrycznej z OZE jest nie większy niż koszt w energetyce konwencjonalnej, wykorzystującej paliwa kopalne (węgiel, pochodne ropy naftowej lub gaz ziemny).
- Osiągnięcie **grid parity** jest więc **punktem krytycznym (zwrotnym)**, umożliwiającym szerokie wykorzystanie OZE, a zarazem przyspieszającym dekarbonizację sektora wytwórczego energii elektrycznej.

Cena energii elektrycznej na rynku hurtowym i ceny EUA



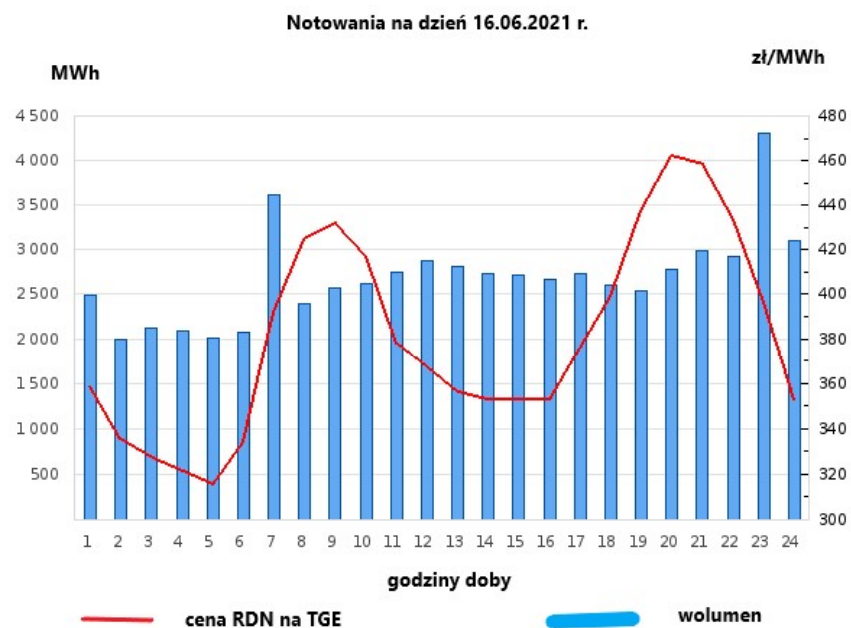
Rys. 7. Cena energii elektrycznej na HRE i koszt energii elektrycznej w zł/MWh (Źródło: ARE S.A. Statystyka elektroenergetyki polskiej, Warszawa 2020)



Rys. 8. Cena uprawnień do emisji CO₂ (Źródło: www.cire.pl notowania spot)

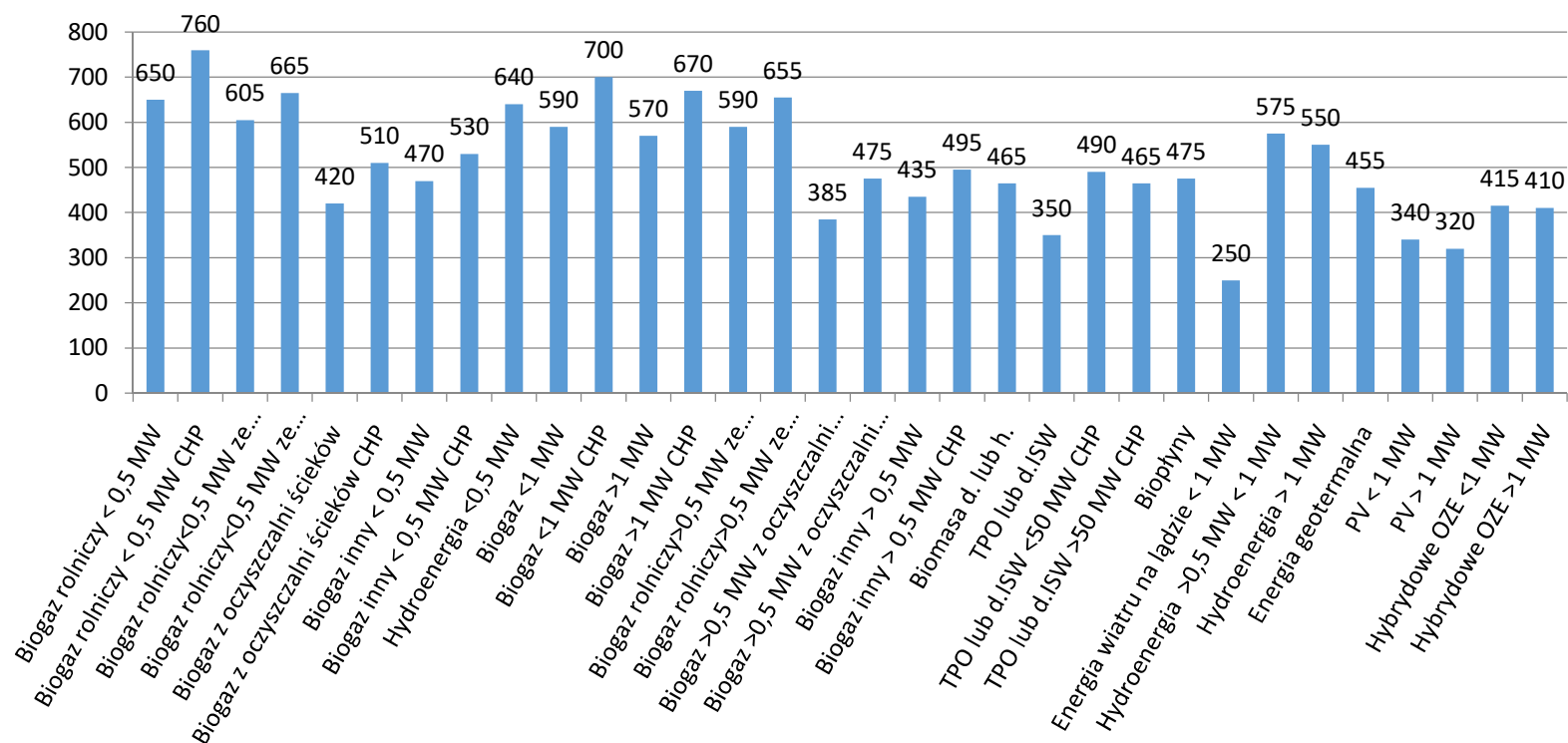
Średnia ważona wolumenem obrotu cena na RDN ukształtowała się w maju 2021 r. na poziomie **300,62 zł/MWh** i jest to wzrost o **24,42 zł/MWh** w porównaniu do poprzedniego miesiąca oraz **pierwszy przypadek w historii TGE**, kiedy cena miesięczna RDN przekracza 300 zł/MWh.

Cena energii elektrycznej na rynku hurtowym



Rys. 9. Ceny i ilości energii na TGE na dzień dostawy 16.06.2021 r. FIXING I - kontrakty godzinowe RDN
(Źródło: www.cire.pl)

System wsparcia OZE – aukcje



Rys. 10. Wysokość cen referencyjnych w zł/MWh według rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 16 kwietnia 2021 r. w sprawie ceny referencyjnej energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w 2021 r. oraz okresów obowiązujących wytwórców, którzy wygrali aukcje w 2021

Magazyny energii

- **International Renewable Energy Agency** analizuje efekty zmian w energetyce **do 2050 roku** w grupie państw G20 i przewiduje, że do tego czasu **ponad 80% energii elektrycznej będzie wytwarzana z nośników odnawialnych**, a udział w niej PV i źródeł wiatrowych wyniesie 52%.
- Scenariusz powyższy przewiduje **do 2030 roku** dwukrotny wzrost udziału OZE w zużyciu energii przy jednoczesnym potrojeniu potencjału magazynowania energii elektrycznej.
- Mimo braku wiarygodnych statystyk dotyczących magazynów energii, szacuje się obecnie ich wielkość na **4,67 TWh**, toteż do 2030 roku powinna wzrosnąć do **11,89÷15,72 TWh**.

Źródło: IRENA, Electricity storage and renewables: Costs and markets to 2030, October 2017

Magazyny energii (cd)

- W magazynowaniu energii szczególne znaczenie odgrywają magazyny w postaci **elektrowni szczytowo-pompowych**, bo dziś stanowią 96% magazynowanej energii. Raport IRENA przewiduje, że do roku 2030 pojemność elektrowni szczytowo-pompowych **wzrośnie o 1560÷2340 GWh** ponad poziom z roku 2017 przy scenariuszu podwojenia udziału OZE w systemie elektroenergetycznym.
- W tym samym czasie, w powyższym scenariuszu, spadek kosztów akumulatorów przy jednoczesnym rozwoju fotowoltaiki spowoduje przyrost bateryjnych magazynów energii z estymowanych **162 GWh w 2017 roku do 5821÷8426 GWh w 2030 roku**. Największy potencjał tkwi w nowych instalacjach PV z akumulatorami u prosumentów.

Źródło: IRENA, Electricity storage and renewables: Costs and markets to 2030, October 2017

Magazyny energii (cd)

- Znaczny jest już teraz i będzie w przyszłości **spadek nakładów inwestycyjnych** technologii magazynowania energii elektrycznej.
- W przypadku **akumulatorów litowych** przewiduje się obniżenie nakładów o **54÷61%** do roku 2030.
- Również znaczną obniżkę, o **ok. 2/3**, przewiduje się w zakresie **akumulatorów przepływowich (vanadium redox i zinc-bromine)**, dla których dodatkowo wzrośnie sprawność w wyniku poprawy konstrukcji elektrod, przepływów i membran.
- Postęp technologiczny może także poprawić konstrukcje **wysokotemperaturowych akumulatorów NaS i NaNiCl**, prowadząc do obniżenia nakładów inwestycyjnych o **56÷60%**.
- Obecnie instaluje się głównie akumulatory NaS o całkowitych nakładach inwestycyjnych poniżej **400 USD/kWh (nawet 265 USD/kWh)**, ale o stosunkowo wysokich rocznych kosztach eksploatacyjnych z zakresu **40÷80USD/kW**.

Magazyny energii (cd)

- W przypadku **kół zamachowych** nakłady inwestycyjne mogą obniżyć się o **35%** do 2030 roku, a w przypadku układów **magazynowania energii pod postacią sprężonego powietrza (CAES)** o **17 %**.
- Dla **systemów CAES** w 2016 średnie nakłady inwestycyjne wynosiły **53USD/kWh**, a w 2030 roku powinny obniżyć się do **44 USD/kWh**.
- W przypadku magazynów energii w postaci **kół zamachowych** koszty instalacji kształtują się od **1500 USD/kWh do 6000 USD/kWh** i powinny obniżyć się do **1000÷3900 USD/kWh**.

Źródło: IRENA, Electricity storage and renewables: Costs and markets to 2030, October 2017

Magazyny energii – silnik PM BLDC

- W Katedrze Elektroenergetyki WE PCz (zespół – Zbigniew.Galuszkiewicz@pcz.pl i in.) w kooperacji z innymi ośrodkami naukowymi opracowano **wysokoobrotowy silnik PM BLDC** (Permanent Magnet Brushless Direct Current) jako magazyn energii kinetycznej wraz z elementami infrastruktury zapewniającej doładowywanie magazynu energii oraz jej odzyskiwanie i przetwarzanie do formy i parametrów pozwalających na wykorzystanie odzyskanej energii przez standardowe urządzenia.
- Innowacyjne rozwiązanie technologiczne z optymalizacją parametrów układu chronione w ramach **patentu nr 225294**
- Produkt w postaci magazynu energii o wysokiej pojemności z możliwością efektywnego doładowywania, jak również przechowywania zgromadzonej energii przez **okres 60-70 godzin** oraz ze sprawnością w przedziale **92-93%**.
- Unikalny system **szybkiego ładowania pojazdów** energią zgromadzoną w magazynie.
- Obecnie rozwiązanie testowane w ramach prób przedwdrożeniowych.

Grid parity technologii OZE

- Konkurencyjność technologii OZE wzrasta zarówno wraz z **obniżaniem nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych** technologii OZE, jak i ze **wzrostem cen energii elektrycznej** na rynku.
- Osiągnięcie *grid parity* technologii OZE zależy głównie od **cen energii elektrycznej** na rynku w danym kraju, od regulacji dotyczących rynku (systemów wsparcia), ale również od warunków klimatycznych (nasłonecznienie, warunki wietrzne).
- Cykl publikacji **Grid Parity Monitor** (GPM) obejmuje już 11 opracowań dotyczących analizy głównie fotowoltaiki, a ostatnio również elektrowni wiatrowych.

Źródła:

CREARA Energy Experts, PV Grid Parity Monitor, Commercial Sector, 3rd issue, June 2016

CREARA Energy Experts, Wind Generation Parity Monitor, Utility-scale, 1st issue, July 201

Grid parity technologii OZE

- W zakresie fotowoltaiki dla segmentu komercyjnego (instalacje 30 kW) analizy wykonano dla siedmiu różnych krajów . **Pełny grid parity dla PV uzyskano w Niemczech i we Włoszech** (niskie koszty instalacji, niska stopa dyskonta i wysoka cena energii elektrycznej). W Meksyku niektórzy komercyjni odbiorcy osiągnęli *grid parity*, ale dla większości barierą jest niska cena energii elektrycznej w niektórych grupach taryfowych. **Z kolei w Hiszpanii również osiągnięto grid parity dla PV**, ale decydującym czynnikiem są dobre warunki nasłonecznienia i konkurencyjne ceny energii elektrycznej.
- Rezultaty analizy GPM wskazują, że obecnie tylko **pewne farmy wiatrowe w Hiszpanii osiągnęły pełny grid parity** w zakresie wytwarzania.
- Również **farmy wiatrowe w USA osiągnęły częściowo grid parity**. Analiza dotyczyła farm wiatrowych systemowych o mocy 30 MW.
- Należy podkreślić, że nawet jeśli nie osiągnięto *grid parity*, to nie oznacza to braku efektywności ekonomicznej elektrowni wykorzystującej OZE. Efektywność mogą zapewnić np. **rządowe dotacje** (w postaci zwolnień podatkowych - PTC Production Tax Credit lub taryf gwarantowanych FiT), dogodne umowy sprzedaży energii elektrycznej, ale również przewidywany wzrost ceny energii elektrycznej w perspektywie średnio i długoterminowej.

Podsumowanie

- Rola odnawialnych nośników w produkcji energii elektrycznej systematycznie zwiększa się.
- Po raz pierwszy w 2017 roku w Unii Europejskiej produkcja energii elektrycznej **ze źródeł wiatrowych (11,2%), fotowoltaiki (3,7%) i biomasy (6,0%)** przekroczyła produkcję energii elektrycznej łącznie **z węgla kamiennego (11%) i brunatnego (9,6%)**.
- Jeśli dodatkowo uwzględnic **elektrownie wodne** z udziałem w produkcji **9,1%**, to w sumie źródła odnawialne wytworzyły 30,0% energii elektrycznej. Udział **elektrowni jądrowych** w produkcji roku 2017 to **25,6%**.

Podsumowanie

- ▶ Przytoczone analizy rynku europejskiego i światowego wskazują, że tendencja do zwiększenia udziału odnawialnych nośników w produkcji energii elektrycznej utrzyma się w przyszłości, choć wymagać to będzie dalszego obniżania nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych oraz efektywności energetycznej technologii OZE.
- ▶ Przedstawione powyżej tendencje na rynkach światowych w zakresie energetyki wiatrowej i fotowoltaiki są podstawą formułowania opinii, że również **w Polsce w ciągu kilku najbliższych lat możliwe będzie osiągnięcie grid parity.**



POLITECHNIKA
CZĘSTOCHOWSKA

CZESTOCHOWA
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ



www.pcz.pl