



**PKEE**

Polski Komitet  
Energii Elektrycznej

**ENERGETYKA  
NA DRODZE  
INNOWACJI**



# SPIS TREŚCI

01.



02.



03.





▶ <b>Wstęp – cel raportu i metodologia</b> .....	3
▶ <b>Podsumowanie zarządcze</b> .....	4
▶ <b>KIERUNKI INNOWACJI I POTENCJAŁ INWESTYCYJNY POLSKICH SPÓŁEK</b> .....	6
Czym są innowacje w energetyce.....	7
Skąd bierze się popyt na innowacje w energetyce?.....	8
3D-2E: kluczowe zmiany technologiczne w energetyce .....	10
Aktywność innowacyjna największych polskich firm elektroenergetycznych.....	12
Innowacje w największych spółkach elektroenergetycznych w Europie.....	19
▶ <b>FORESIGHT TECHNOLOGICZNY – KTÓRE OBSZARY ZMIAN TECHNOLOGICZNYCH BĘDĄ ROZWIJAĆ SIĘ NAJSZYBCIEJ</b> .....	24
Innowacje w łańcuchu wartości w elektroenergetyce .....	25
Mapa innowacji w energetyce .....	26
Poligeneracja.....	28
Czyste technologie węglowe .....	28
Elektrownie wiatrowe onshore.....	29
Elektrownie wiatrowe offshore.....	29
Fotowoltaika .....	30
Energetyka prosumencka .....	30
Cyfryzacja przemysłu – przemysł 4.0 .....	30
Smart grid i smart metering .....	31
Magazyny energii .....	31
Klustry energii.....	32
Elektryfikacja (w tym głównie elektromobilność).....	33
Cyfryzacja relacji z klientem i świadomość energetyczna .....	33
Efektywność energetyczna.....	34
Przyszłość polskiej energetyki – spojrzenie naukowe i biznesowe.....	35
Spojrzenie naukowe.....	35
Spojrzenie biznesowe .....	36
▶ <b>FILARY POLSKIEGO SYSTEMU INNOWACJI – SZANSE I WYZWANIA</b> .....	38
Filary systemu innowacji .....	39
Zasoby inwestycyjne .....	40
Regulacje branżowe .....	42
Kapitał ludzki i organizacyjny.....	44
Podsumowanie.....	47
▶ <b>Bibliografia</b> .....	49



## Wstęp – cel raportu i metodologia

Celem raportu **„Energetyka na drodze innowacji”** jest oszacowanie potencjału inwestycji w innowacje największych polskich firm energetycznych oraz podsumowanie kluczowych trendów technologicznych, które będą kształtować branżę produkcji i dystrybucji energii elektrycznej w najbliższej przyszłości. Innowacje odegrają kluczową rolę w transformacji polskiej gospodarki w kierunku niskoemisyjności. Raport wskazuje, które obszary zmian technologicznych mogą mieć największy udział w tym procesie. Innowacje w branży energetycznej oraz branżach z nią powiązanych mają bardzo szeroki zakres i obejmują wszystkie ogniwa łańcucha wartości. Dlatego jednym z celów raportu jest pogrupowanie kluczowych trendów w przejrzyste kategorie.

Informacje i tezy zawarte w raporcie opierają się na kilku źródłach. Pierwszym źródłem są analizy sprawozdań największych firm energetycznych w Polsce i Europie. Drugim źródłem są analizy wydatków na innowacje, oparte o dane z OECD i Eurostatu. Trzecie źródło to szczegółowe wywiady z przedstawicielami najważniejszych grup interesariuszy procesu innowacji energetycznych: naukowcami, menedżerami dużych firm energetycznych, założycielami start-upów oraz inwestorami finansowymi. Autorzy raportu przeprowadzili kilkadziesiąt wywiadów. Dobór respondentów opierał się na analizie źródeł zastanych

oraz identyfikacji uczestników debaty publicznej i naukowej, biorących aktywny udział w procesach inwestycyjnych związanych z innowacjami. Czwartym źródłem jest ankieta przeprowadzona wśród naukowców zajmujących się energetyką na największych uczelniach technicznych.

Raport jest jedną z pierwszych tego typu publikacji w Polsce. Wcześniej ukazała się m.in. publikacja Ministerstwa Energii pt. „Innowacje dla Energetyki”, obejmująca obszar całej polskiej energetyki. Na świecie ukazuje się coraz więcej opracowań analizujących zmiany technologiczne. Regularnego przeglądu postępu technologii energetycznych dokonuje Międzynarodowa Agencja Energii (IEA). Wyodrębnia ona kluczowe obszary zmian w kierunku tzw. czystej energii w poszczególnych sektorach gospodarki. Wiele analiz w obszarze definiowania innowacji i transformacji energetycznych publikuje także Światowe Forum Ekonomiczne (WEF). Oprócz tego, że jest organizatorem prestiżowej konferencji gospodarczej, WEF odgrywa również rolę think-tanku. Warto także zwrócić uwagę na publikacje Bloomberg New Energy Finance. Podczas pracy nad niniejszym raportem uwzględniono wszystkie istotne analizy dotyczące trendów technologicznych.



## Podsumowanie zarządcze

- ▶ Zmiany technologiczne wpływające na innowacje w elektroenergetyce można podzielić na kilka grup, które układają się w schemat 3D-2E. W elektroenergetyce kluczowe są następujące trendy technologiczne: **1) digitalizacja, 2) dywersyfikacja oraz 3) decentralizacja**. Dodatkowo, istnieją dwa obszary innowacji, obejmujące nie tylko energetykę, ale też sektory generujące popyt na energię i przez to wpływające na modele świadczenia usług. Można je opisać akronimem EE: **1) efektywność energetyczna, 2) elektryfikacja**.
- ▶ **Największe polskie firmy energetyczne znacząco zwiększają nakłady na innowacje.** Jednym z najbardziej widocznych przejawów tego zjawiska jest znaczący wzrost nakładów na badania i rozwój. Jeszcze w 2014 roku sektor energetyczny wydawał na badania i rozwój ok. 40% średniej dla całej gospodarki (w przeliczeniu na pracownika). Dziś spółki tylko z samej tzw. wielkiej czwórki deklarują budżety na badania i rozwój w wysokości niemal 200% średniej dla gospodarki (w przeliczeniu na pracownika).
- ▶ **Są dwa najważniejsze rodzaje inwestycji w innowacje. Z jednej strony firmy zwiększają wydatki na badania i rozwój. Z drugiej zaś zakładają fundusze inwestycyjne.** Tym samym polskie firmy wpisują się w globalne trendy. Coraz więcej dużych firm na świecie decyduje się przeznaczać część wydatków na innowacje na zakup istniejących firm. Upraszcza to pokonanie barier organizacyjnych związanych z wprowadzaniem nowych innowacyjnych usług lub rozwiązań.
- ▶ **Wśród technologii, które najbardziej zwiększą skalę zastosowania w nadchodzących latach są te związane z farmami wiatrowymi offshore, magazynowaniem energii, usługami cyfrowymi dla konsumentów czy energią prosumencką.** Wysokie tempo zmian w tych dziedzinach w znacznej mierze będzie wynikało z faktu przewyżnienia istniejących obecnie silnych barier technologicznych i finansowych.
- ▶ **W raporcie wyróżnione zostały trzy kluczowe obszary innowacji krytyczne dla transformacji energetycznej. Są to: 1) zasoby inwestycyjne, 2) regulacje branżowe, 3) zasoby kapitału ludzkiego i organizacyjnego.** W każdym z tych obszarów w Polsce istnieją zarówno czynniki wspierające, jak i ograniczające innowacje.











**PKEE**  
Polski Komitet  
Energii Elektrycznej



# ROZDZIAŁ 1

Kierunki innowacji i potencjał  
inwestycyjny polskich spółek

## Czym są innowacje w energetyce

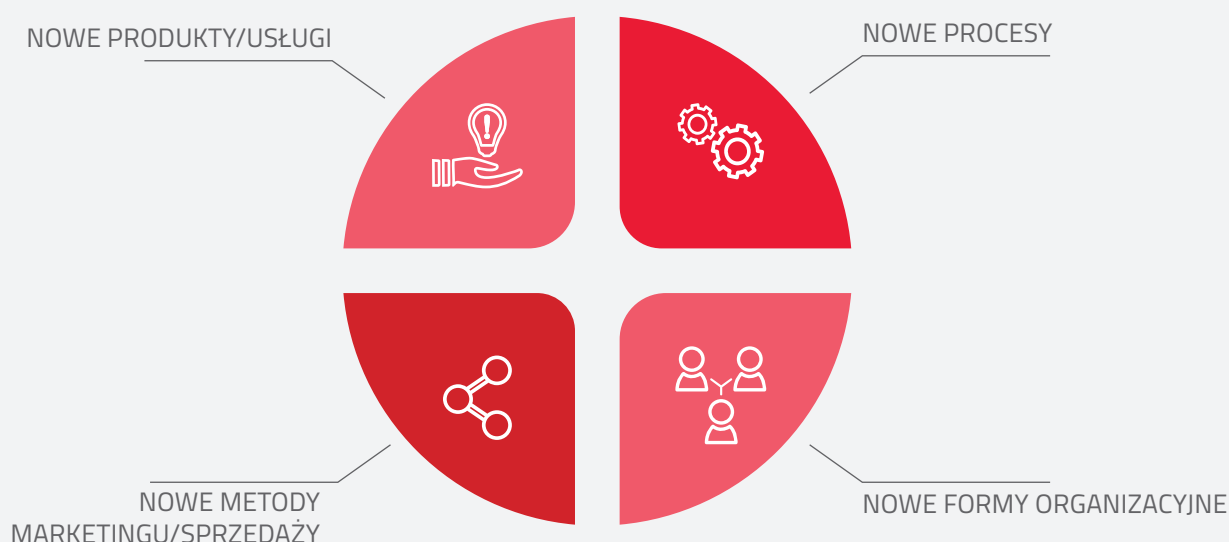
Innowacyjność to bardzo popularny, ale rzadko precyzyjnie rozumiany termin. Najczęściej innowacje kojarzą się z nowoczesnymi technologiami, choć są one tylko fragmentem procesu innowacyjności.

Naukowcy zajmujący się innowacjami na świecie wypracowali standardową definicję, która została opublikowana pod tytułem „Podręcznik z Oslo”. Jest to punkt odniesienia dla większości badań nad innowacjami. Zgodnie z definicją innowacją jest: „wdrożenie nowego lub znacząco udoskonalonego produktu (wyrubu lub usługi) lub procesu, nowej metody marketingowej lub nowej metody organizacyjnej w praktyce gospodarczej, organizacji miejsca pracy lub stosunkach z otoczeniem”. Istotne są zatem dwa wymiary: cztery rodzaje innowacji oraz to, czym innowacja jest. Cztery rodzaje innowacji to: nowy produkt (usługa), nowy proces, nowy rodzaj marketingu lub nowa metoda organizacji. Zaś innowacja to pewna nowość dla firmy. Nie musi to być przełomowa technologia lub innowacja na skalę globalną. Wystarczy, że firma wprowadzi produkty, usługi, proces, sposób sprzedaży i metodę organizacji istotnie odmienne od dotychczas stosowanych.

Podczas konsultacji społecznych związanych z tworzeniem Funduszu Innowacyjności Unii Europejskiej, który będzie wspierał niskoemisyjne innowacje, eksperci zgodzili się, że innowacje mają charakter „neutralny technologicznie”.<sup>1</sup> Oznacza to, że dla procesu innowacyjności definicja konkretnych technologii jest mniej istotna niż określenie rezultatów osiągniętych dzięki połączeniu istniejących i nowych technologii z nowymi modelami biznesowymi. Dokument podsumowujący konsultacje wymienia 80 technologii i grup technologicznych w różnych branżach, które mogą być kluczowe dla transformacji w kierunku niskoemisyjnej gospodarki. Jednocześnie podkreśla, że lista nie powinna być nigdy zamknięta. Dla polityki publicznej ważne jest, by wspierane technologie były na relatywnie wysokim poziomie tzw. „gotowości technologicznej”, czyli żeby były możliwe do stosunkowo szybkiego wdrożenia komercyjnego.

**DIAGRAM 1**

Cztery rodzaje innowacji (źródło: opracowanie własne na podstawie „Podręcznika z Oslo”)



<sup>1</sup> Climate & Strategy Partners, European Commission, „Finance for Innovation: Towards the ETS Innovation Fund. Summary Report”, 2017



# Skąd bierze się popyt na innowacje w energetyce?

Dwa rodzaje czynników oddziałują na aktywność innowacyjną firm z branży energetycznej. Po pierwsze, są to czynniki, które generują popyt na innowacyjne rozwiązania. Po drugie, są to czynniki, które generują podaż innowacji. Chodzi głównie o rozprzestrzenianie się określonego rodzaju technologii i modeli produkcji lub dystrybucji.

Komisja Europejska wymienia pięć czynników generujących popyt na innowacje w sektorze energetycznym:

- 1 szukanie oszczędności,
- 2 rosnące ceny paliw kopalnych,
- 3 rozwój modeli współpracy międzybranżowej,
- 4 dążenie do zmniejszania negatywnych efektów środowiskowych,
- 5 międzynarodowa konkurencja w obszarze produktów niskoemisyjnych (*ang. low carbon products*).<sup>2</sup>

Te czynniki można ostatecznie podzielić na dwie kluczowe grupy. Z jednej strony, w sektorze przedsiębiorstw istnieje naturalny trend do poszukiwania rozwiązań obniżających koszty produkcji, a rosnące ceny surowców na świecie w ostatnich latach ten trend bardzo wzmocniły. Z drugiej strony, w społeczeństwie i sektorze publicznym rozwija się globalny trend wspierania niskoemisyjnych źródeł energii, napędzany troską o klimat, środowisko i zdrowie oraz chęcią uniezależnienia się od paliw kopalnych. Regulacje związane z tym trendem wymuszają na polskich firmach istotne dostosowania w obszarze metod pozyskiwania i produkcji energii oraz efektywności energetycznej.

Regulacje środowiskowe są wprowadzane na kilku poziomach – przez porozumienia globalne, na poziomie Unii Europejskiej oraz na poziomie krajowym. W ujęciu globalnym ważne były m.in. Protokół z Kioto z 1997 r. i wprowadzona do niego poprawka dauhajska (Polska wypełnia z nadwyżką cele tego porozumienia), a później Porozumienie Paryskie z 2015 roku zakładające okresowe zaostrzenie celów

redukcji emisji gazów cieplarnianych. Na poziomie unijnym kluczowe są trzy filary polityki klimatycznej. Po pierwsze, UE stawia sobie za cel ograniczenie emisji gazów cieplarnianych do 2030 roku o 40% w relacji do poziomu z roku 1990 roku. Polska od 1990 r. ograniczyła emisję gazów o ok. 15%, co było bardzo dużym sukcesem przy kumulowanym wzroście PKB o ok. 270%. W tym samym czasie sektor elektroenergetyczny zredukował emisję o ponad 32%.<sup>3</sup> Po drugie, UE stawia sobie za cel osiągnięcie udziału odnawialnych źródeł energii w konsumpcji energii do 2030 r. na poziomie 32%<sup>4</sup>.

W Polsce zainstalowane moce OZE wynoszą 14,5% w relacji do ogólnej mocy zainstalowanej w krajowym systemie elektroenergetycznym (dane Polskich Sieci Elektroenergetycznych za 2017 r.). A zatem podobnie jak w przypadku limitów emisji możemy mówić zarówno o sukcesie, jak i wielkich wyzwaniach stojących przed polską branżą elektroenergetyczną. Wyzwania te można przedstawić w trójce: **a)** nakłady finansowe, **b)** stabilność sieci, **c)** koszty społeczne. Po trzecie, UE stawia sobie za cel osiągnięcie poprawy efektywności energetycznej o 32,5% w relacji do scenariusza bazowego do 2030 r. W tym obszarze istnieje wiele wskaźników i celów szczegółowych, zakładających m.in. rozprzestrzenienie inteligentnych technologii zarządzania zużyciem.

<sup>2</sup> Climate & Strategy Partners, European Commission, "Finance for Innovation: Towards the ETS Innovation Fund. Summary Report", 2017

<sup>3</sup> Propozycja DYREKTYWY PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (wersja przekształcona) COM/2016/0767 final/2 - 2016/0382 (COD)

<sup>4</sup> Propozycja DYREKTYWY PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY zmieniającej dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej COM/2016/0761 final - 2016/0376 (COD)

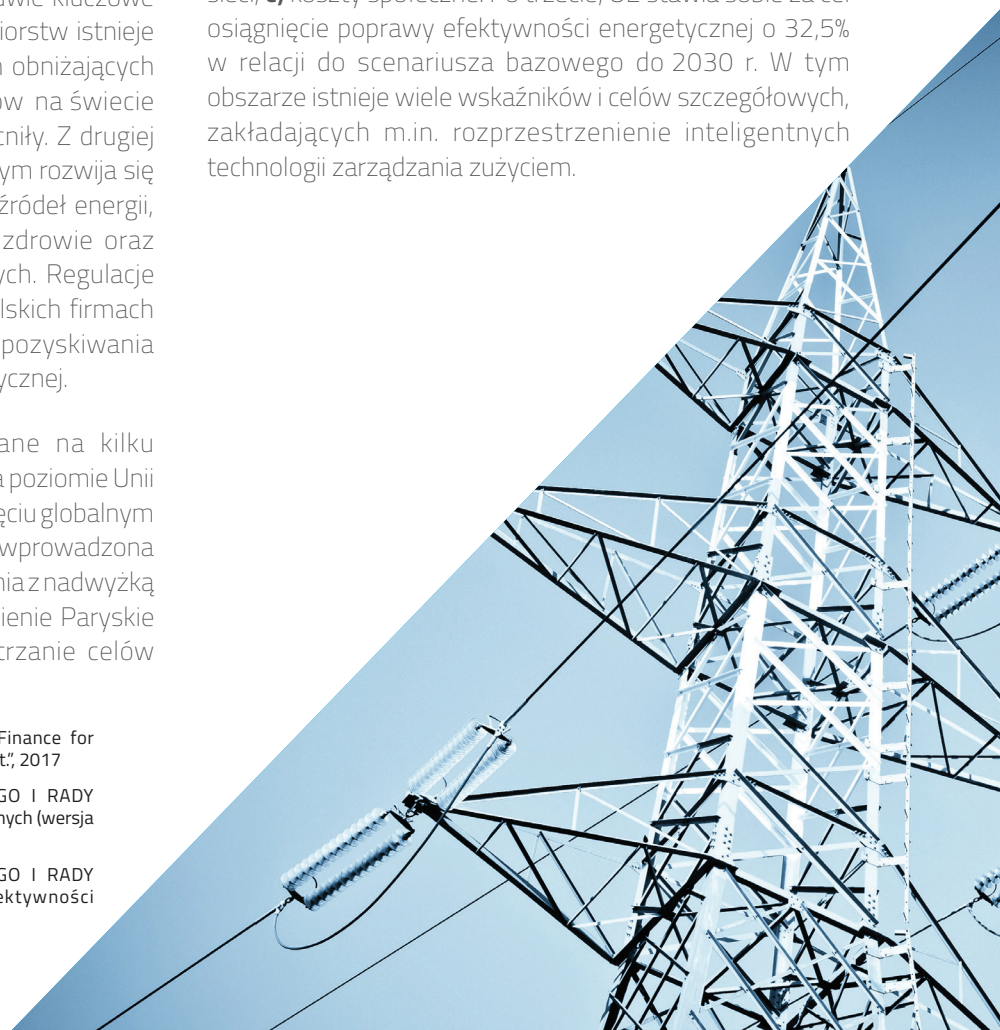


DIAGRAM 2

Źródła popytu na innowacje w elektroenergetyce (opracowanie własne)



DIAGRAM 3

Ceny surowców liczone przez Bank Światowy. Rosnące ceny surowców energetycznych to jedna z głównych przyczyn poszukiwania przez firmy przemysłowe rozwiązań ograniczających koszty energii (źródło: Bank Światowy)





## 3D-2E: kluczowe zmiany technologiczne w energetyce

DYWERSYFIKACJA, DIGITALIZACJA, DECENTRALIZACJA  
EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA, ELEKTRYFIKACJA

Na podstawie rozmów z osobami ze świata biznesu (producenci), finansów (inwestorzy) i nauki (pracownicy uczelni wyższych) oraz przeglądu dostępnych badań wyróżnione zostały trzy kluczowe trendy technologiczne, które mają wpływ na innowacje w elektroenergetyce.

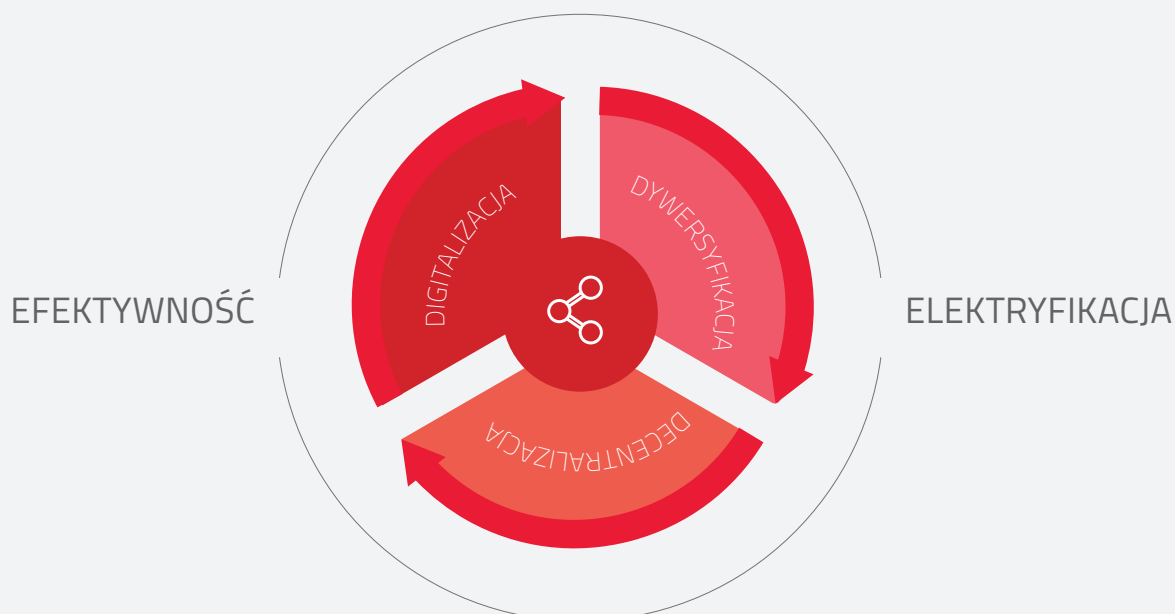
**W samej elektroenergetyce kluczowe są następujące trendy technologiczne: 1) digitalizacja, 2) dywersyfikacja oraz 3) decentralizacja. Dodatkowo istnieją dwa obszary innowacji, które dotyczą nie tylko sektora energetyki, ale też sektorów powiązanych z energią łańcuchem dostaw i przez to wpływających również na strategię firm energetycznych. Można je opisać akronimem EE: 1) efektywność energetyczna, 2) elektryfikacja.**

Trendy wyróżniono w oparciu o dwie przesłanki. Zgodnie z zasadą Brzytwy Ockhama najważniejsze zjawiska powinny być opisane w możliwie najprostszy sposób, a liczba elementów opisujących trendy jak najkrótsza. Jednocześnie, wyróżnione trendy powinny oddzielać od siebie najważniejsze rodzaje przemian w technologiach i praktykach biznesowych.



Trendy technologiczne mające największy wpływ na zmiany w łańcuchu wartości w elektroenergetyce (źródło: opracowanie własne)

DIAGRAM 4



## ► DIGITALIZACJA

Digitalizacja lub cyfryzacja, jest kluczowym trendem w innowacjach w wielu branżach, a energetyka jest tylko jednym z frontów tej zmiany. Trend polega na tym, że coraz więcej procesów biznesowych opiera się na nowoczesnych metodach zbierania, przetwarzania i analizy danych. W ramach szeroko pojętej cyfryzacji można wyróżnić takie technologie jak IoT, czyli Internet rzeczy (wykorzystanie czujników do automatyzacji zarządzania zestawami urządzeń i maszyn), machine learning (nowe algorytmy służące wyciąganiu wniosków z danych), blockchain (rozproszone księgi rachunkowe służące szybszej akceptacji transakcji – w energetyce istotne dla tworzenia systemów bilansowania popytu i podaży), ale też znacznie prostsze technologicznie przemiany, takie jak migracja wielu usług do Internetu czy przeniesienie relacji z konsumentem do aplikacji na smartfony.

## ► DYWERSYFIKACJA

Pod hasłem dywersyfikacji kryją się wszystkie technologie produkcji i dystrybucji, które pozwalają na pozyskiwanie energii z różnych źródeł. Wyróżnić tu można m.in.: technologie pozwalające na coraz bardziej wydajne i mniej kosztowne dla środowiska produkowanie energii ze źródeł konwencjonalnych, technologie pozwalające na coraz tańsze pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych (OZE), technologie pozwalające na jednoczesną produkcję ciepła i energii elektrycznej (kogeneracja), a także technologie pozwalające na magazynowanie zasobów energii. Wiele z tych zmian technologicznych dotyczy również kolejnego obszaru – decentralizacji.

## ► DECENTRALIZACJA

Decentralizacja oznacza modyfikację organizacji rynku energetycznego. Chodzi przede wszystkim o uzupełnienie działalności energetyki scentralizowanej, w której produkcja odbywa się w dużych blokach energetycznych, o energetykę zdecentralizowaną, opartą w większym stopniu na mniejszych instalacjach. Transformacja systemu w kierunku rozproszonych źródeł generacji wykorzystuje technologie opisane w poprzednich grupach, ale zawiera w sobie również elementy wyróżniające ją jako oddzielną kategorię innowacji (systemy bilansowania popytu i podaży, systemy zarządzania popytem, systemy kształtowania cen, nowe modele biznesowe).

## ► EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA

Podnoszenie efektywności energetycznej to trend, który dotyczy zarówno wytwórców energii, jak i jej odbiorców. Po stronie wytwórców mamy do czynienia z coraz bardziej wydajnymi technologiami produkcji energii. Po stronie użytkowników są to nowe sposoby wykorzystania energii, które zmniejszają popyt na energię w przeliczeniu na jednostkową wartość produkowanego albo zużywanego dobra lub usługi. Jest to bardzo szeroka grupa nowych technologii z różnych dziedzin gospodarki – od przemysłu po transport i gospodarstwa domowe. Dla elektroenergetyki ten trend oznacza stworzenie nowych źródeł popytu na produkty i usługi związane z wdrażaniem nowych technologii.

## ► ELEKTRYFIKACJA

Elektryfikacja oznacza zwiększenie wykorzystania energii elektrycznej do mechanizmów napędzanych dotąd innymi źródłami energii. Główna zmiana dotyczy samochodów osobowych i transportu publicznego, stąd rozpowszechnione pojęcie elektromobilności. Duże znaczenie dla elektroenergetyki ma też elektryfikacja ogrzewania oraz niektórych procesów przemysłowych. Trend ten jest istotny dla branży elektroenergetycznej, ponieważ oznacza wzrost popytu na energię, konieczność rozbudowy nowej infrastruktury (np. do ładowania pojazdów) oraz wzrost popytu na usługi związane z optymalizacją zużycia energii (np. rozłożeniem w trakcie doby).

## Aktywność innowacyjna największych polskich firm elektroenergetycznych

Największe polskie firmy elektroenergetyczne postrzegają innowacje jako jeden z kluczowych elementów swoich strategii rozwojowych. Firmy te, zgodnie z trendami światowymi, mają dedykowane strategie rozwoju innowacji. Można wyróżnić dwa kierunki wzrostu nakładów na ten cel. Po pierwsze, firmy zwiększają wydatki na wewnętrzną aktywność badawczą i rozwojową. Po drugie, firmy budują dedykowane wehikule inwestycyjne, które zajmują się inwestycjami w innowacyjne firmy.

Kluczowy w analizie trendów w nakładach na innowacje jest fakt, że nakłady te istotnie rosną w stosunku do wartości historycznych. Ostatnie dostępne dane wskazują,

że w 2014 roku cały sektor energetyczny i wodociągowy (czyli elektroenergetyka, ciepłownictwo, gaz oraz uzdatnianie i dostarczanie wody<sup>5</sup>) wydawał na badania i rozwój 40% średniej dla całej gospodarki (w przeliczeniu na liczbę pracujących). Dziś same spółki z tzw. wielkiej czwórki, czyli PGE, Tauron, Enea i Energa mają budżety na badania i rozwój w wysokości niemal 200% średniej dla całej gospodarki (w przeliczeniu na liczbę pracujących).



Największe firmy w Polsce mają zamiar osiągnąć poziomy potencjału zbliżone do największych firm europejskich. Analizując strategie i komunikaty prasowe firm można szacować, że wydatki na aktywność badawczą i rozwojową będą wynosiły ok. 0,3% w relacji do przychodów. W Europie Zachodniej wydatki te są zbliżone do 0,4% w relacji do przychodów. Różnica nie jest duża, biorąc pod uwagę fakt, że Polska zawsze była w większym stopniu biorcą niż twórcą innowacji i znajduje się dopiero na początku ścieżki inwestycyjnej w innowacje. Jest to prawdziwe novum na

polskim rynku, ponieważ do tej pory firmy nie posiadały takich funduszy. Jednak zgodnie z aktualnymi trendami na świecie duże korporacje coraz większą część innowacji kupują w formie istniejących już przedsiębiorstw.

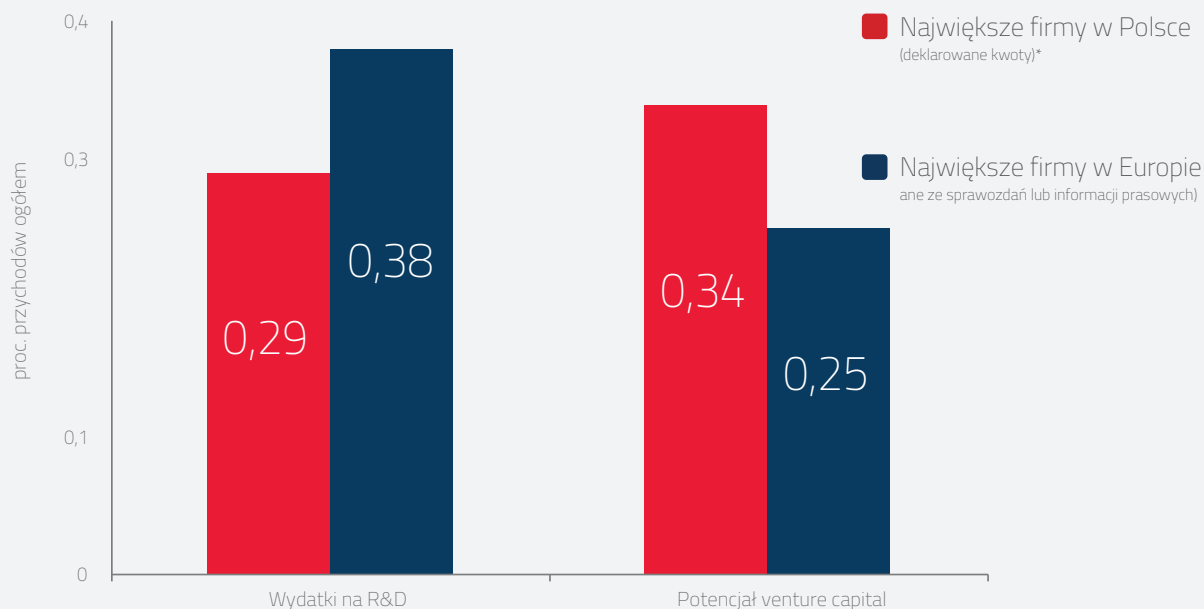
<sup>5</sup> Branże te w statystykach są często podawane wspólnie

<sup>6</sup> Źródłem danych za rok 2014 jest OECD. Źródłem danych za rok 2018 są raporty spółek Wielkiej Czwórki oraz szacowana wartość wydatków na badania i rozwój dla całej gospodarki – szacunek został wykonany na podstawie ekstrapolacji trendu z lat 2010-2016.



DIAGRAM 5

Planowane wydatki na innowacje w największych polskich firmach elektroenergetycznych w porównaniu z wydatkami największych firm europejskich (źródło: opracowanie własne na podstawie dokumentów firm i informacji prasowych)



\*PGE, TAURON, ENEA, ENERGA

\*\*EDF, ENGIE, ENEL, RWE, EON, VATTENFALL, IBERDOLA, EnBW

Dlaczego wydatki na innowacje w elektroenergetyce, podobnie jak w innych branżach, są organizowane w dwutorowy sposób? Każdy rodzaj inwestycji w nowe technologie i rozwiązania ma zalety i wady. Wydatki na badania i rozwój dają firmom większą kontrolę nad kierunkami innowacji, pozwalają dostosować nowe technologie do wymogów biznesowych, umożliwiają zaangażowanie polskiej nauki w rozwój nowych rozwiązań. Z kolei inwestycje kapitałowe w innowacyjne firmy pozwalają pokonać jedną z kluczowych barier

utrudniających wprowadzenie innowacji - inercją organizacyjną. Czasami łatwiej jest zainwestować w firmę, która posiada gotowe rozwiązanie technologiczne i model biznesowy umożliwiający wprowadzenie go w życie niż podejmować duże ryzyko własnego rozwoju danej technologii i dokonywania a zmian organizacyjnych koniecznych do wprowadzenia jej w życie.

”

CZASAMI ŁATWIEJ JEST  
ZAINWESTOWAĆ W FIRME,  
KTÓRA POSIADA GOTOWE  
ROZWIĄZANIE TECHNOLOGICZNE



## DYWERSYFIKACJA (i obniżenie emisji CO<sub>2</sub> z tradycyjnych źródeł)

PGE rozwija niskoemisyjne źródła energii, m.in. **wysokosprawną kogenerację** oraz **trigenerację**. Ponadto grupa inwestuje w technologie ograniczające emisje zanieczyszczeń, takie jak **hybrydowy system spalania** zmniejszający ilość składowanego popiołu oraz pozwalający na produkcję materiału użytecznego, który może znaleźć zastosowanie w różnych branżach gospodarki, m.in. w budownictwie. Inny obszar inwestycji to **niskonakładowa metoda zwiększająca skuteczność procesu odsiarczania spalin**, dostosowująca proces produkcji do konkluzji BAT. PGE jest również zaangażowane w rozwój OZE, obecnie prowadzi badania pomiarowe na Morzu Bałtyckim pod kątem budowy **farmy typu offshore, w ramach projektu Pływającego Lidara**.

Niskoemisyjne technologie wytwarzania energii to jeden z czterech priorytetowych kierunków aktywności grupy. Grupa jest m.in. liderem konsorcjum CO<sub>2</sub>-SNG, grupującego polskie i francuskie podmioty i realizującego projekt zakładający **przekształcanie dwutlenku węgla powstającego w wyniku spalania paliw w instalacjach przemysłowych na syntetyczny gaz ziemny (SNG)**. W projekt zaangażowane są m.in. Akademia Górniczo-Hutnicza z Krakowa (AGH) oraz Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla z Zabrze (ICHPW).

Ponadto, grupa inwestuje w technologię **wysp poligeneracyjnych**, czyli wieloproduktowej instalacji energetycznej do zastosowania w małych i średnich miejscowościach, dzięki której pozyskiwana będzie niskoemisyjna energia elektryczna i ciepło z odpadów, lokalnie dostępnej biomasy i innych paliw stałych.

Grupa inwestuje m.in. w sieci inteligentne wspierające **poprawę jakości i niezawodności zasilania odbiorców**. Jednym z kluczowych celów w tym obszarze jest obniżenie wskaźników SAIDI i SAIFI do 2020 roku względem roku 2015 o 56%, a średniego czasu przyłączenia odbiorcy o 40%. Realizacja tych celów wspomagana będzie m.in. przez rozwój **systemów monitorowania jakości energii, inteligentne opomiarowanie pracy sieci i jej automatyzację oraz budowę systemu transmisji cyfrowej**.

Tauron prowadzi prace nad **Zintegrowanym Systemem Diagnostyki Sieciowej**, umożliwiającym stworzenie prototypu systemu wspomagającego proces zarządzania populacją transformatorów WN/SN w oparciu o **wieloparametryczną analizę wyników pomiarowych**.

Inny projekt związany z intensywnym wykorzystaniem danych to **platforma zarządzania danymi z zaawansowanej infrastruktury pomiarowej**. Grupa pracuje również nad rozwiązaniami z obszaru **Internetu Rzeczy**, umożliwiającymi śledzenie w czasie rzeczywistym procesu wytwarzania i dystrybucji energii.

Obszar digitalizacji jest też jednym z priorytetów działania PGE Ventures, czyli funduszu przeznaczonego na inwestycje w małe, innowacyjne firmy. Wśród dziedzin, w których fundusz szuka innowacji są m.in. **przemysł 4.0, cyfryzacja kontaktu z klientem oraz technologie big data**.

PGE pracuje nad rozwojem **zintegrowanego i zautomatyzowanego systemu zarządzania infrastrukturą sieci dystrybucyjnej nN**. Będzie on współpracował z rozproszonymi źródłami energii oraz zasobnikami zainstalowanymi w instalacjach prosumenckich. Projekt jest realizowany m.in. we współpracy z Politechniką Lubelską i Politechniką Łódzką. Ponadto, spółka inwestuje w technologię **magazynowania energii**, m.in. w magazyn energii o mocy 500 kW i pojemności 750 kWh zintegrowany z należącą do spółki farmą fotowoltaiczną i służący opracowaniu usług wspierających stabilizację oraz regulację pracy sieci dystrybucyjnych. W związku z rozwojem technologii baterii, grupa prowadzi też prace badawcze, rozwojowe oraz wdrożeniowe w zakresie nowych metod przetwarzania i recyklingu akumulatorów litowych.

Tauron realizuje kilka projektów badawczo rozwojowych w obszarze systemu energetyki rozproszonej. Grupa opracowuje **model funkcjonowania energetyki rozproszonej 2.0** - samobilansujących się obszarów sieci elektroenergetycznej. Projekt swoim zakresem obejmuje między innymi stworzenie narzędzia analitycznego służącego do określania głównych parametrów technicznych oraz szacowania rentowności mikrosieci. Inny projekt to opracowanie **platformy pozwalającej na zagregowanie potencjału wytwórczego i regulacyjnego rozproszonych źródeł energii odnawialnej** i zasobników energii oraz wybranych kategorii odbiorów sterowalnych.

Poprzez fundusz VC spółka rozwija technologię pozwalającą na **automatyczne redukowanie w czasie rzeczywistym zapotrzebowania na energię** poprzez niewielkie zmiany w ustawieniach urządzeń, np. zmniejszenie natężenia oświetlenia. Zaś w projekcie **„SmartEnergy – efektywne zarządzanie zużyciem energii elektrycznej w domu i w firmie”**, PGE opracowuje dedykowane klientom z grupy taryfowej C i G rozwiązanie pozwalające na monitorowanie zużycia energii elektrycznej, zarządzania jej wykorzystaniem oraz sterowania urządzeniami domowymi.

Grupa realizuje program ProMoc, którego produktem końcowym ma zostać prototyp narzędzia wspomagającego **aktywne zarządzanie bilansem energetycznym** i preferencjami klientów. Skutkiem takiego działania będzie efektywne wykorzystanie potencjału redukcji popytu na energię i otwarcie nowych obszarów do świadczenia usług dla wszystkich klientów.

Tauron realizuje również projekty, które zmierzają do **podniesienia świadomości energetycznej konsumentów** i bodźcowania ich do aktywnego zarządzania zużyciem. Projekt **MOBISTYLE** dąży do wpływania na zachowania klientów poprzez podniesienie świadomości i poczucia własności u konsumentów. A projekt **UtilitEE** ma na celu wdrożenie rozwiązania zwiększającego efektywność zużycia energii poprzez zaangażowanie klientów. Projekt wykorzystuje technologie informacyjno-komunikacyjne oraz mechanizmy DSM (**demand side management**).

PGE inwestuje w **infrastrukturę do ładowania pojazdów elektrycznych** (stacje do ładowania oraz system rozliczania transakcji ładowania). Razem z Politechniką Lubelską firma prowadzi badania nad **systemem ładowania połączonym z infrastrukturą oświetleniową**.

Tauron rozwija **punkty do ładowania samochodów elektrycznych** oraz usługę **carsharingu** tych pojazdów.

0100100101010010  
0100100101010010  
0100100101010010  
0100100101010010

## DIGITALIZACJA



## DECENTRALIZACJA



## EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA



## ELEKTRYFIKACJA



Rozproszone źródła energii to jeden z głównych obszarów zainteresowań grupy. W tej dziedzinie strategia zakłada m.in. inwestycje w lokalne źródła poligeneracyjne.

Enea inwestuje również w **tradycyjne, ale nowoczesne i wysoko-sprawne bloki**. Rozwija ona niskoemisyjne technologie węglowe – obecnie pracuje nad wdrożeniem **technologii zgazowania węgla (IGCC)**.

W grupie rozpoczęto obejmowanie wybranych ciągów SN funkcjonalnością FDIR (Fault Detection, Isolation & Restoration) w celu zlokalizowania w czasie rzeczywistym uszkodzenia sieci SN i jej rekonfiguracji poprzez wyizolowanie uszkodzonych odcinków sieci oraz przywrócenie napięcia odbiorcom zasilanym z odcinków linii nie objętych uszkodzeniem. Kolejnym realizowanym projektem zwiększającym „inteligencję” sieci jest opracowanie i wdrożenie narzędzi systemu dynamicznego zarządzania zdolnościami przesyłowymi sieci (DOL) sieci przy wykorzystaniu innowacyjnych technik pomiarowych. Inny projekt to wyposażenie stacji SN/nN w układy bilansujące oraz układy telemechaniki i telepomiaru. Celem tych działań jest zapewnienie sterowalności oraz monitorowania parametrów na poziomie stacji i tym samym poprawa jakości energii, ochrony obiektów oraz wspomaganie zarządzania ruchem sieci. W innym obszarze digitalizacji spółka analizuje możliwość wykorzystania technologii **blockchain m.in. do rozliczania transakcji na rynku energetycznym**.

Enea rozwija **energetykę prosumencką** i jest zaangażowana w rozwój **klastrów energetycznych**. Spółki grupy zaangażowane są w takie inicjatywy klastrowe jak: Leszczyński Klaster Energii „Nowa energia dla Leszna”, Zielonogórski Klaster Energii, Klaster Energii w Środzie Wielkopolskiej, Piłski Klaster Energetyczny.

Enea wprowadziła produkt **Enea Smart**, łączący umowy na zakup energii z rozwiązaniami inteligentnego domu, które mają zwiększać bezpieczeństwo i zabezpieczać dom przed skutkami pożaru, zalania czy włamania, a także pozwalają lepiej kontrolować zużycie energii oraz zapewniają użytkownikowi rzeczywisty dostęp do informacji zwrotnych poprzez aplikację. W ramach projektu rozwoju hybrydowego układu grzewczo-chłodzącego dla budynków, Enea prowadzi prace nad **oprogramowaniem wspierającym zarządzanie efektywnością energetyczną** budynków mieszkalnych, biurowych i przemysłowych.

Enea jest zaangażowana w **sieć stacji do ładowania pojazdów elektrycznych**. Ponadto, wraz innymi spółkami energetycznymi, w ramach **ElectroMobility Poland**, opracowuje projekt **krajowego samochodu elektrycznego**.

Energia posiada największy wśród polskich grup energetycznych udział energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych w produkcji własnej. Wciąż intensywnie rozwija ten obszar aktywności, również poprzez innowacje.

Na przykład, w zbiorniku przy elektrowni wodnej w Łąpinie Energia po raz pierwszy w Polsce umieściła **panele PV wytwarzające energię elektryczną na wodzie**. Instalacje te mają na celu poprawę ich efektywności i zwiększenie poziomu generowanej energii.

Energia rozwija również technologie niskoemisyjne w konwencjonalnej energetyce – inwestuje np. w **wykosprawne i niskoemisyjne bloki**, takie jak elektrownia węglowa w Ostrołęce. Ponadto jest zaangażowana w technologię produkcji energii elektrycznej i ciepła (**kogeneracji**) z biomasy i odpadów komunalnych.

Spółka jest zaangażowana w rozwój inteligentnych sieci. Jako pierwsza w Polsce pilotażowo wdrożyła projekt **Smart Toruń**, dzięki któremu na terenie województwa kujawsko-pomorskiego powstał jeden z najbardziej nowoczesnych elementów systemu elektroenergetycznego w Polsce – inteligentna sieć elektroenergetyczna. Podobny projekt spółka realizowała na Helu.

Energia jest też największym operatorem **inteligentnych systemów opomiarowania** na polskim rynku.

Należy również wspomnieć o projekcie **UPGRID, którego celem jest zreweryfikowanie wybranych technologii w zakresie poprawy niezawodności i optymalizacji pracy sieci SN i nN**, wraz z rozwiązaniami wspomagającymi przyłączanie generacji rozproszonej, na wybranym obszarze demonstracyjnym sieci miejskiej w Gdyni.

Energia realizuje projekt **„Lokalne Obszary Bilansowania”**. Pozwoli on m.in. na opracowanie i przetestowanie nowych usług systemowych i regulacyjnych mocy, w ramach zwiększenia elastyczności systemu.

Spółka jest również zaangażowana w **polsko-japoński projekt badawczy z obszaru magazynowania energii**. Celem projektu jest przetestowanie nadzielonym obszarze KSE systemu realizującego funkcję **automatyki odciążającej sieć elektroenergetyczną (SPS)** oraz **hybrydowego magazynu energii elektrycznej (BESS)**. Zaproponowane w projekcie rozwiązanie wykorzystuje japońską technologię automatyk systemowych oraz hybrydowy magazyn energii elektrycznej (BESS).

Efektywność zużycia energii w gospodarstwach domowych ma wspierać projekt **ENERGA LIVING LAB**, czyli projekt badawczy, którego uczestnicy testują nowe technologie i nowoczesne produkty energetyczne w swoich domach. Do udziału w projekcie zaproszone zostały gospodarstwa domowe z Gdyni, których mieszkańcy testują nowe rozwiązania cenowe i narzędzia wspierające zarządzanie energią elektryczną: wielostrefowe Programy Cenowe, raporty o zużyciu energii elektrycznej, innowacyjny system Inteligentnej Sieci Domowej oraz urządzenie pozwalające na pomiar całkowitego zużycia energii elektrycznej i narzędzie on-line pomagające w doborze optymalnej dla danego gospodarstwa taryfy. Grupa inwestuje również w **nowoczesne liczniki, dzięki którym zdalnie można odczytać zużycie**. Wszystkie te narzędzia zwiększają możliwości świadomego użytkownika prądu.

Energia inwestuje w **stacje do ładowania samochodów elektrycznych**. Testowała również usługę **carsharingu** tych pojazdów.

**1 ŁĘBA**

(32 km na północ, na Morzu Bałtyckim)

Na Morzu Bałtyckim niedaleko Łeby **PGE Energia Odnawialna** prowadzi badania warunków wietrznych przy pomocy tzw. pływającego Lidaru, czyli urządzenia pomiarowego umieszczonego na platformie pływającej i wykorzystującego wiązkę lasera do pomiaru prędkości wiatru. Projekt jest elementem „Programu Offshore” prowadzonego przez PGE EO, który zakłada budowę morskiej farmy wiatrowej o maksymalnej mocy ok. 1 GW w Wyłącznej Strefie Ekonomicznej Morza Bałtyckiego i stanowi jedną z opcji strategicznych rozwoju Grupy Kapitałowej PGE po 2020 r.

**2 POZNAŃ**

**Grupa Enea** planuje realizację projektu B+R w zakresie innowacyjnego hybrydowego układu grzewczo-chłodzącego, który będzie wykorzystywał energię elektryczną pochodzącą ze źródeł odnawialnych i sieci elektroenergetycznej, a także powietrzne pompy ciepła z możliwością pracy rewersyjnej (chłodzącej). Całość będzie zarządzana przez dedykowane oprogramowanie, które umożliwi również dobór układu dla dowolnego typu obiektu tj. budynek mieszkalny, biurowy, hala przemysłowa. Projekt będzie realizowany przez Spółki Grupy Enea we współpracy z Uniwersytetem Zielonogórskim.

**3 ZIELONA GÓRA**

Wspólnie z Instytutem Inżynierii Elektrycznej Uniwersytetu Zielonogórskiego **Enea** realizuje projekt badawczy dotyczący świadczenia różnych usług systemowych przy pomocy magazynów energii. Projekt zakłada budowę magazynów energii o mocy 100 kW wykonanych w 5 różnych technologiach: superkondensatory dwuwarstwowe (EDLC), baterie litowo-jonowe (LIC), baterie litowo-żelazowo-fosforowe (LFP), baterie litowo-tytanowe (LTO), baterie niklowo-cynkowe (NiZn). Wybór optymalnej technologii magazynowania energii ma przyczynić się do wyrównania wahań mocy, częstotliwości, asymetrii napięcia, harmonicznych napięcia (THD) i prądu, przerw w zasilaniu spowodowanych nieciągłością pracy urządzeń eksploatacyjnych.

**4 KATOWICE**

**Tauron** realizuje program badawczy ProMoc, którego produktem końcowym ma zostać prototyp narzędzia wspomagającego aktywne zarządzanie bilansem energetycznym i preferencjami klientów. Chodzi o tzw. usługę DSR (demand side response), czyli redukcję mocy w celu utrzymania stabilności systemu. Dzięki usłudze klient będzie mógł zarządzać zużyciem energii poprzez



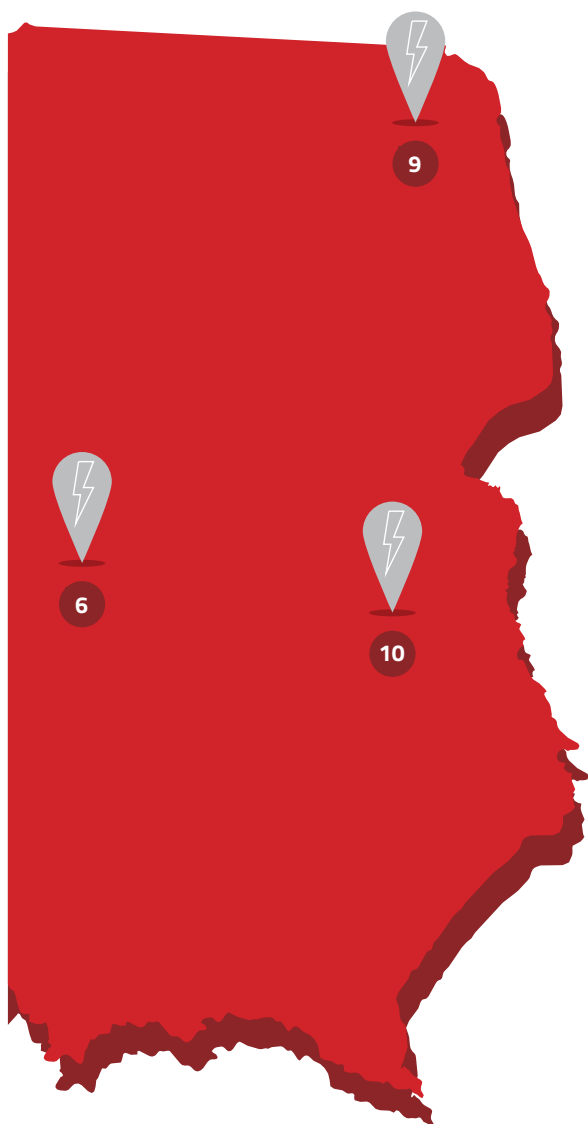
przenoszenie energochłonnych procesów produkcyjnych na godziny najmniejszego obciążenia systemu energetycznego. Firma kontraktująca energię elektryczną może zyskać na zmniejszonej ilości szczytowego zapotrzebowania na energię, a operator systemu energetycznego zyska możliwość aktywnego wpływania na zapotrzebowanie klientów.

**5 ŁAZISKA GÓRNE**

**Tauron** inwestuje w technologie wysp poligeneracyjnych, czyli wieloproduktowej instalacji energetycznej do zastosowania w małych i średnich miejscowościach, dzięki której pozyskiwana będzie niskoemisyjna energia elektryczna i ciepło z odpadów, lokalnie dostępnej biomasy i innych paliw stałych. W rozwój technologii, oprócz Tauron Wytwarzanie, zaangażowane są Rafako (lider projektu badawczego), gliwicka spółka Exergon, hiszpański Eqtec, francuskie Cea i Atmosstat oraz Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla z Zabrze.

**6 ŁÓDŹ**

Wraz z Politechniką Łódzką (lider projektu) oraz Politechniką Lubelską **PGE Dystrybucja** realizuje projekt systemu zarządzania pracą sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia



poprzez wprowadzenie usługi pozwalającej operatorowi na sterowanie urządzeniami mikrogeneracji zainstalowanymi w układach prosumenckich. Jest to projekt z obszaru smart-grid. Przekaz sygnałów odbywać się będzie poprzez linie operatora sieci dystrybucyjnej z wykorzystaniem inteligentnych liczników energii AMI zainstalowanych u prosumentów oraz systemu informatycznego SCADA nadzorującego pracę układów prosumenckich, dla którego aparatura zainstalowana będzie częściowo u operatora oraz częściowo u prosumentów.

## 7 TORUŃ

**Energa Operator** pilotażowo wdrożyła projekt Smart Toruń, dzięki któremu na terenie województwa kujawsko-pomorskiego powstał jeden z najbardziej nowoczesnych elementów systemu elektroenergetycznego w Polsce – inteligentna sieć elektroenergetyczna. Przedsięwzięcie było realizowane na terenach gmin: Czernikowo, Chełmża, Łysomice, Lubicz, Obrowo, Zbójno, Radomin, Golub Dobrzyń, Ciechocin, Kikół i Toruń, i objęło co najmniej

200 tys. mieszkańców. Spodziewanym efektem ekologicznym było ograniczenie lub uniknięcie emisji dwutlenku węgla o 8901,01 Mg rocznie oraz zmniejszenie zapotrzebowania na energię o ponad 6,5 tys. MWh/rok. Działania inwestycyjne obejmowały budowę elektrowni fotowoltaicznej w gminie Czernikowo, modernizację oświetlenia sterowanego dedykowanym systemem teleinformatycznym w gminie Chełmża, automatyzację sieci dystrybucyjnej i przygotowanie infrastruktury pomiarowej AMI z systemem przetwarzania danych na wyznaczonym obszarze pilotażowym oraz opracowanie i przetestowanie nowych produktów i taryf dla klientów.

## 8 ŁAPINO

(województwo pomorskie)

W zbiorniku przy elektrowni wodnej w Łapinie Energa po raz pierwszy w Polsce umieściła panele PV wytwarzające energię elektryczną na wodzie. Instalacje te mają na celu poprawę ich efektywności i zwiększenie poziomu generowanej energii. Jak wynika z analizy zastosowania tej technologii w świecie, przeniesienie paneli PV na wodę pozwala istotnie zwiększyć wielkość wyprodukowanej energii elektrycznej.

## 9 AUGUSTÓW

PGE Dystrybucja zainstalował niemal 24 tys. urządzeń pomiarowych oraz 639 koncentratorów i modemów w Augustowie i okolicach. Wymiana liczników na urządzenia klasy AMI (z ang.: Advanced Metering Infrastructure) wpływa na usprawnienie pracy Operatora Systemu Dystrybucyjnego (PGE Dystrybucja) i przyczynia się do poprawy jakości obsługi klientów, którzy dzięki wdrażanym narzędziom informatycznym będą mieli możliwość wglądu do szczegółowych danych o zużyciu energii. Liczniki klasy AMI rejestrują nie tylko stan licznika, widoczny na wyświetlaczu, ale także pozwalają rejestrować pobór mocy i bieżące zużycie energii elektrycznej w regularnych odstępach czasu, np. godzinowych oraz informacje o zanikach napięcia.

## 10 LUBLIN

PGE we współpracy z Politechniką Lubelską planuje do 2020 roku stworzenie w Lublinie systemu ładowania samochodów elektrycznych wprost z ulicznych latarni. To element szerszego programu wspierania elektromobilności, w który zaangażowane są wszystkie spółki energetyczne.

## Innowacje w największych spółkach elektroenergetycznych w Europie



### ► ÉLECTRICITÉ DE FRANCE (EDF)

**Przychody:** 69,6 mld euro

**Wydatki na R&D:** 546 mln euro

**Budżet funduszy VC:** 190 mln euro

**Główne elementy strategii:** Energetyka jądrowa, OZE, dystrybucja (nowe usługi, smart grid)

Francuska spółka jest największym producentem energii elektrycznej w Europie i jednym z największych na świecie. EDF jest zaangażowany we francuski start-up Cornis, który opracował system skanowania do monitorowania stanu turbin wiatrowych. W krótkim czasie dostarcza on zdjęcia turbin wysokiej rozdzielczości, dzięki czemu skraca się czas przeprowadzania inspekcji z jednego dnia do maksymalnie dwóch godzin. Francuski gigant energetyczny zainwestował także w Forsee – jednego z najbardziej innowacyjnych producentów baterii litowo-jonowych do pojazdów elektrycznych, urządzeń mobilnych i magazynów energii. Francuska firma wytwarza baterie o jednej z najwyższych wydajności i gęstości. Ponadto EDF jest zaangażowany w norweski start-up Seatower, który opracował innowacyjną technologię stawiania morskich farm wiatrowych. W przeciwieństwie do tradycyjnej metody rozwiązanie Seatower nie wymaga użycia dźwigu – turbina instaluje się samoczynnie.



### ► ENGIE

**Przychody:** 65 mld euro

**Wydatki na R&D:** 180 mln euro

**Budżet funduszy VC:** 165 mln euro

**Główne elementy strategii:** decentralizacja, magazynowanie, efektywność energetyczna

ENGIE jest największym producentem energii słonecznej we Francji. Ponadto należy do jednych z największych w Europie inwestorów w dziedzinie R&D – spółka zatrudnia 1000 pracowników w 11 centrach badań i rozwoju na całym świecie. Engie jest zaangażowane w lidera rynku organicznych ogniw fotowoltaicznych (OPV) Heliatek. Niemiecki start-up wytwarza najbardziej wydajne ogniwa tego typu na świecie. Francuska spółka inwestuje także w producenta wodorowych ogniw paliwowych Symbio, który jako pierwszy zintegrował pojazd elektryczny z układem zwiększania zasięgu opartym na ogniwie wodorowym. Dzięki temu zasięg pojazdu elektrycznego zwiększył się dwukrotnie. Engie zaangażowane jest także w Sigfox, francuski start-up dostarczający infrastrukturę sieciową do obsługi Internetu Rzeczy (IoT). Jest on jednym z pionierów na rynku niskokosztowych usług łączności, tzw. Low Power Wide Area.



# RWE

## ► RWE

**Przychody:** 44,6 mld euro

**Wydatki na R&D:** 182 mln euro

**Budżet funduszy VC:** 130 mln euro

**Główne elementy strategii:** energetyka konwencjonalna, OZE, smart grid

Największa niemiecka spółka energetyczna jest jedną z najbardziej innowacyjnych w Europie – opatentowała już około 490 wynalazków, a w ubiegłym roku złożyła aplikacje na kolejne 76. RWE inwestuje w składowanie i utylizację dwutlenku węgla (Carbon capture and utilisation), w swoim centrum innowacji prowadzi trzy projekty związane z technologią CCU. Niemiecka spółka zaangażowana jest również w amerykański start-up Stem, lidera na rynku zaawansowanych rozwiązań z zakresu magazynowania energii. Według World Economic Forum jest on jednym z pięćdziesięciu najbardziej obiecujących start-upów z branży nowych technologii. RWE inwestuje także w brytyjskiego producenta małych turbin wiatrowych Quiet Revolution, wykorzystywanych do lokalnego wytwarzania energii.

# enel

## ► ENEL

**Przychody:** 74,6 mld euro

**Wydatki na R&D:** 94 mln euro

**Budżet funduszy VC:** brak danych

**Główne elementy strategii:** OZE, smart grid, digitalizacja

Chociaż włoska grupa zanotowała w ubiegłym roku drugą najwyższą w Europie sprzedaż energii, pod względem wydatków na R&D jest w ogonie. Pomimo to posiada siedem centrów R&D na całym świecie i jest zaangażowana w innowacyjne projekty. Enel inwestuje w Ultrasolar – spółkę, która opracowała technologię zwiększającą wydajność każdego rodzaju ogniwa fotowoltaicznego o co najmniej 10%. Ponadto włoski gigant energetyczny jest zaangażowany w start-up Archon, oferujący autonomiczny system monitorowania dużych instalacji fotowoltaicznych. Wykorzystuje do tego drony i sztuczną inteligencję. Ponadto Enel inwestuje w magazynowanie, jej spółka córka Enel Green Power stworzyła pierwszą bezemisyjną mikrosieć elektroenergetyczną.



### ► VATTENFALL (EDF)

**Przychody:** 13,1 mld euro

**Wydatki na R&D:** 52,8 mln euro

**Budżet funduszy VC:** brak danych

**Główne elementy strategii:** OZE, dystrybucja, magazynowanie energii, elektromobilność

Szwedzka spółka ma jeden z najmniejszych departamentów R&D spośród największych firm energetycznych – zatrudnia tylko 130 pracowników. W ostatnich latach Vattenfall odchodzi od badań nad innowacjami w produkcji energii na rzecz poszukiwania nowych rozwiązań w zakresie *customer centric*, z naciskiem na digitalizację, rozproszone źródła energii dla klientów, elektromobilność i nowe sposoby użycia elektryczności. Vattenfall inwestuje w austriacki start-up Grid Singularity, pracujący nad stworzeniem platformy przechowywania i wymiany danych energetycznych, opartej na blockchainie. Szwedzka spółka jest także zaangażowana w niemiecką spółkę Caterna, oferującą innowacyjny system zarządzania energią. Umożliwia on domom posiadającym instalacje fotowoltaiczne wynajem części wolnej mocy baterii operatorom sieci. Ponadto Vattenfall inwestuje w platformę Lumenaza, która ma zdecentralizować handel energią, poprzez połączenie małych producentów z lokalnymi konsumentami.



### ► EON

**Przychody:** 38 mld euro

**Wydatki na R&D:** 64 mln euro

**Budżet funduszy VC:** brak danych

**Główne elementy strategii:** OZE, magazynowanie energii, elektromobilność

EON inwestuje poprzez spółkę Kite Power Systems w rozwój powietrznej energetyki wiatrowej. Brytyjski start-up opracował niskokosztową technologię, która umożliwia pozyskiwanie energii z wiatru poprzez latawce znajdujące się wysoko w powietrzu. Ponadto niemiecki gigant energetyczny inwestuje w duńską sieć stacji do ładowania pojazdów elektrycznych Clever. EON zaangażowany jest również w Enervee, amerykańską platformę, umożliwiającą konsumentom na bardziej efektywne energetycznie wykorzystanie urządzeń gospodarstwa domowego.

# IBERDROLA

## ► IBERDROLA

**Przychody:** 31,3 mld euro

**Wydatki na R&D:** 250 mln euro

**Budżet funduszy VC:** 70 mln euro

**Główne elementy strategii:** OZE, efektywność energetyczna, dystrybucja

Hiszpańska spółka energetyczna ma największe w Europie moce wytwórcze w zakresie odnawialnych źródeł energii. Poza tym jest trzecią w Europie i czwartą na świecie firmą energetyczną, która najwięcej inwestuje w badania i rozwój, a w ciągu ostatniej dekady zwiększyła je niemal 2,5 razy. Iberdrola jest zaangażowana w Aracnoptero, hiszpański start-up produkujący drony do monitorowania małych farm wiatrowych. Ponadto poprzez spółkę Oceantec inwestuje w technologię pozyskiwania energii z fal morskich. Rozwiązanie hiszpańskiej firmy opiera się na zasadzie oscylującego słupa wody (Oscillating Water Column) – specjalna turbina napędzana jest ruchami powietrza, wywołanymi wznoszeniem i opadaniem fal.

# — EnBW

## ► EnBW

**Przychody:** 22 mld euro

**Wydatki na R&D:** 38 mln euro

**Budżet funduszy VC:** 100 mln euro

**Główne elementy strategii:** OZE, magazynowanie energii, elektromobilność

EnBW jest trzecim największym w Niemczech dostawcą energii elektrycznej. Większą część środków na R&D wydaje na badania nad zarządzaniem innowacjami, produkcją energii z OZE oraz magazynowaniem energii, elektromobilnością i hydroenergetyką. EnBW jest zaangażowane w start-up Clevercity, dostarczający technologię inteligentnego parkowania. Umożliwia ona m.in. lokalizowanie wolnych miejsc za pomocą specjalnych czujników oraz płatność za użytkowanie miejskich parkingów poprzez aplikację, co może zwiększyć efektywność procesu parkowania, a przez to przyczynić się do redukcji emisji zanieczyszczeń. EnBW inwestuje także w Theva, niemieckiego producenta innowacyjnej taśmy nadprzewodnikowej, która może znaleźć zastosowanie w wielu różnych branżach, m.in. w elektromobilności oraz produkcji turbin wiatrowych. W porównaniu do tradycyjnej taśmy, umożliwia ona przesył prądu bez strat energii.







**PKEE**  
Polski Komitet  
Energii Elektrycznej



## ROZDZIAŁ 2

Foresight technologiczny, czyli które obszary zmian technologicznych będą rozwijać się najszybciej

## Innowacje w łańcuchu wartości

Innowacje występują w każdym ogniwie łańcucha wartości dodanej w energetyce: od wytwarzania energii, przez przesył i dystrybucję, po sprzedaż. Do tego należy dodać istotne innowacje w zużyciu energii – po stronie konsumenta. Na podstawie rozmów z przedstawicielami branży

oraz przeglądu literatury i dokumentów strategicznych spółek energetycznych, wyróżniono następujące obszary, w których innowacje będą miały największy wpływ na łańcuch wartości.

### WYTWARZANIE ENERGII

- czyste technologie węglowe
- poligeneracja
- energetyka wiatrowa
- fotowoltaika
- energetyka prosumencka
- przemysł 4.0

### MAGAZYNOWANIE, PRZESYŁ I DYSTRYBUCJA

- przemysł 4.0
- smart grid
- smart metering
- klastry energii
- magazyny energii

### SPRZEDAŻ I ZUŻYCIE

- cyfryzacja relacji z klientem
- wsparcie klienta w osiągnięciu efektywności energetycznej
- wsparcie innych technologii zwiększania efektywności energetycznej
- elektryfikacja

### W kierunku decentralizacji



**Tomasz Jarmicki,**  
PREZES PGE NOWA ENERGIA

Główny trend w innowacjach? Następuje zmiana modelu rynku ze zcentralizowanego na zdecentralizowany. Obecnie, w miejsce małej liczby jednostek wytwórczych powstaje duża liczba małych producentów energii, którzy mogą być równocześnie odbiorcami. Na rynku będzie coraz więcej źródeł energii o mniejszej mocy, w związku z tym zmieni się sposób dostarczania energii. Na rynku będzie więcej graczy, którzy będą wykorzystywali magazyny energii, będą zarządzali energią w mniejszych obszarach, będą wykorzystywali nowe rozwiązania w tym powstającą właśnie infrastrukturę do ładowania samochodów elektrycznych.

Rynek energetyczny przyszłości będzie inaczej zorganizowany. Podstawowym trendem innowacji jest to, jak identyfikować i opracowywać rozwiązania zwiększające efektywność i stabilność takiego nowego modelu rynku.

Drugi trend to digitalizacja, która dotyczy wszystkich dziedzin życia, a w energetyce stwarza potencjał dla pojawiania się nowych usług. Przykładem mogą być rozwiązania stosowane w inteligentnych domach, które opomiarowane, połączone z Internetem i wyposażone w odpowiednie aplikacje mogą wykonywać wiele zadań związanych z optymalizacją wykorzystania energii. Digitalizacja jest również istotna na poziomie wytwarzania energii, gdzie odpowiednie rozwiązania wspierają zarządzanie klastrami energetycznymi albo bilansowanie popytu i podaży.

## Mapa innowacji w energetyce

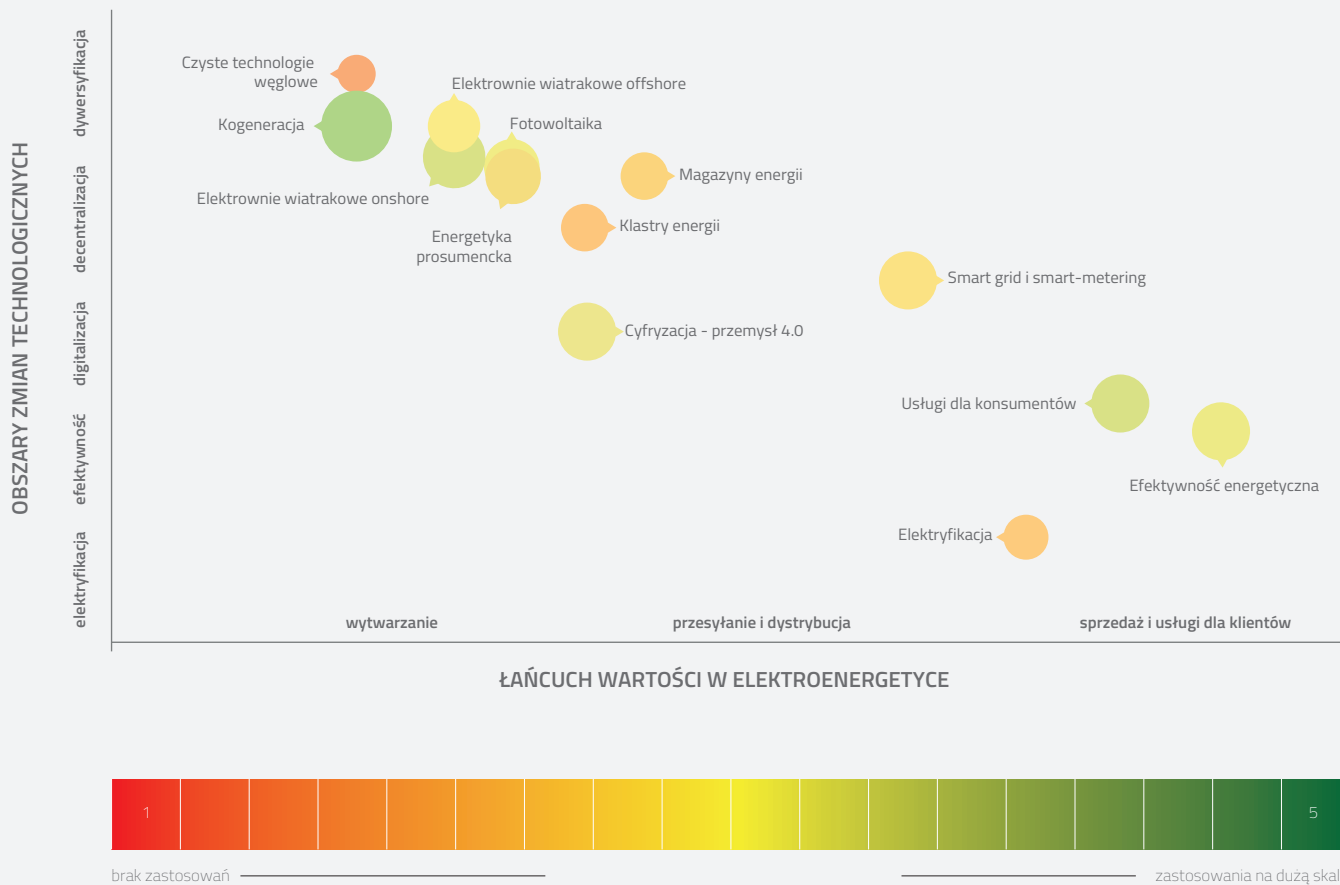
Mapa innowacji pokazuje, jak główne trendy technologiczne będą wpływały na zmiany w funkcjonowaniu łańcucha wartości w elektroenergetyce. Na mapie pokazane zostały wybrane obszary zmian, które nie wypełniają w pełni spektrum potencjalnych transformacji, ale wyznaczają kluczowe aspekty, w których ta transformacja będzie następowała.

W celu oceny znaczenia poszczególnych obszarów zmian, przeprowadzona została ankieta wśród naukowców zajmujących się energetyką – pracowników największych

uczelni technicznych w Polsce, m.in. Politechniki Warszawskiej, Akademii Górniczo-Hutniczej czy Politechniki Wrocławskiej. Eksperti zostali poproszeni o subiektywną ocenę tego, jaka ich zdaniem jest skala zastosowań wybranych obszarów w polskiej elektroenergetyce oraz jaka będzie skala zastosowań w przyszłości w skali od 1 (brak zastosowań) do 5 (zastosowania na bardzo dużą skalę). Jest to uproszczona forma tzw. foresightu technologicznego, którego elementem zwykle jest ekspercka ocena trendów technologicznych.

**DIAGRAM 6**

Foresight technologiczny — jak główne trendy technologiczne będą wpływały na zmiany w funkcjonowaniu łańcucha wartości w elektroenergetyce. (źródło: opracowanie własne). Kolor i wielkość kół wskazują szacowaną ekspercko skalę zastosowań w najbliższej dekadzie.



W nadchodzącej dekadzie polska elektroenergetyka przejdzie ewolucję, ale nie rewolucję. Taki wniosek można wysnuć z eksperckiej oceny rozwoju poszczególnych obszarów zmian technologicznych. Wynika to głównie z długiej perspektywy czasowej identyfikacji i wdrożenia projektów innowacyjnych. Zgodnie z opiniami cytowanymi w dokumencie z konsultacji na temat powołania Europejskiego Funduszu Innowacyjności, rozwój nowej technologii od fazy działającego prototypu do wdrożenia zajmuje ok. 5-10 lat.<sup>7</sup> Wdrożenie technologii już gotowych (co, jak wspomniano na początku raportu, też może być innowacją) często jest kosztowne i postępuje stopniowo. Większość technologii przejdzie od fazy pilotażu lub ograniczonych zastosowań komercyjnych do rosnących zastosowań komercyjnych, ale nie na bardzo dużą skalę.

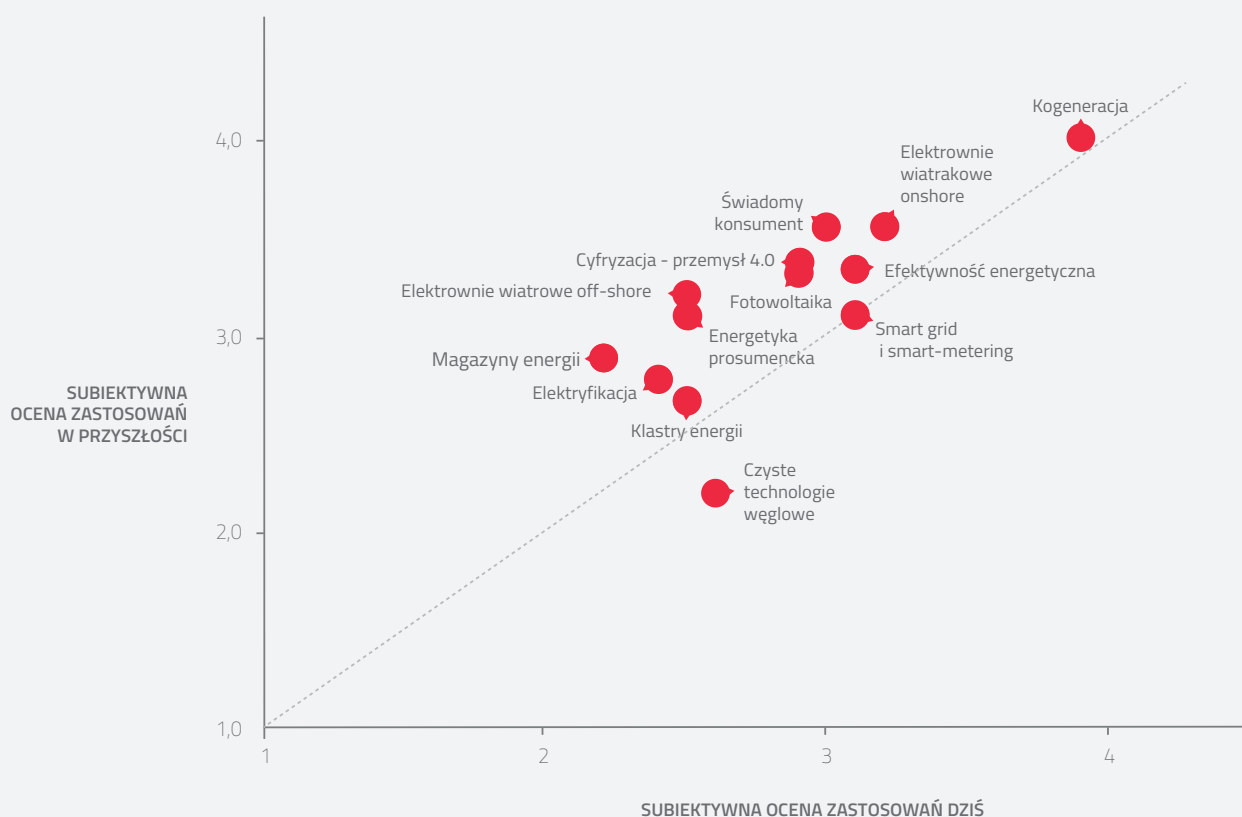
Kilka wniosków szczegółowych wysuwa się na pierwszy plan. Po pierwsze, prawie wszystkie technologie opisane w raporcie będą stosowane w przyszłości na większą skalę niż dziś – energetyka jest obszarem istotnego

postępu technologicznego. Po drugie, wśród technologii, które najbardziej zwiększą skalę zastosowania w nadchodzących latach są te związane z farmami wiatrowymi offshore, magazynowaniem energii, usługami cyfrowymi dla konsumentów czy energetyką prosumencką. Wysokie tempo zmian w tych dziedzinach w znacznej mierze będzie wynikało z faktu, że dziś są one relatywnie mało rozwinięte. Po trzecie, kogeneracja i poligeneracja jest technologią (lub raczej grupą technologii), która zarówno dziś, jak i w przyszłości będzie miała największe zastosowania. Wiązać się to może z faktem, że technologia ta jest wykorzystywana zarówno w samej energetyce, pozwalając na bardziej efektywne środowiskowo wytwarzanie energii, jak i w przetwórstwie przemysłowym, gdzie może pozwolić na redukcję zapotrzebowania na zewnętrzne źródła energii i tym samym zmniejszenie emisji. Po czwarte, na wiele barier natrafia rozwój tzw. czystych technologii węglowych, z którymi część firm i ekspertów wiąże w Polsce duże nadzieje.

<sup>7</sup> Climate & Strategy Partners, European Commission, "Finance for Innovation: Towards the ETS Innovation Fund. Summary Report", 2017

## DIAGRAM 7

Uproszczony foresight technologiczny c.d. – jaka jest skala zastosowań poszczególnych technologii lub grup technologicznych dziś (oś X), a jaka będzie w przyszłości (oś Y) (źródło: opracowanie własne).





## Poligeneracja

### Opis

Kogeneracja polega na jednoczesnym wytwarzaniu ciepła i energii elektrycznej, co pozwala na znaczne oszczędności w zużyciu energii pierwotnej i dzięki temu zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych (w przypadku trigeneracji dochodzi jeszcze produkcja chłodu). Często używa się pojęcia „wysokosprawna kogeneracja”, które oznacza proces produkcji, w którym jednoczesne wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej daje oszczędność w zużyciu energii pierwotnej przekraczającą 10% w relacji do produkcji oddzielnej.

### Obecna skala zastosowania 4

(skala zastosowań dziś w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Kogeneracja jest szeroko rozpowszechniona w polskiej energetyce – odpowiada za ponad 16% produkcji energii elektrycznej brutto. Dla porównania, średnia unijna wynosi niecałe 12%<sup>8</sup>. Wytwarzanie skojarzone ma swoje miejsce w działalności wszystkich polskich spółek energetycznych z tzw. „wielkiej czwórki”.

### Przewidywany rozwój 4

(skala zastosowań w nadchodzącej dekadzie w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Wykorzystanie kogeneracji będzie rosnąć, a skala zastosowania będzie najwyższa wśród wszystkich obszarów zmian technologicznych, które pozwalają na transformację niskoemisyjną polskiej gospodarki. Wynika to m.in. z faktu, że zarówno potencjał przemysłowy, jak i naukowy w tej dziedzinie w Polsce jest wysoki. Jak wskazano w poprzednim rozdziale, polskie spółki energetyczne szeroko pracują nad badaniami dotyczącymi zwiększenia zastosowania kogeneracji m.in. w instalacjach zasilanych biomasą i odpadami komunalnymi.

## Czyste technologie węglowe

### Opis

Do tej szerokiej grupy można zaliczyć wszystkie technologie, które pozwalają produkować energię z węgla przy znacznie niższych emisjach. Hausner i Białecka (2012)<sup>9</sup> do czystych technologii węglowych zaliczają: wzbogacanie i uszlachetnianie węgla, procesy zgazowania w technologii naziemnej i podziemnej, współspalanie biomasy z węglem, technologie wychwytywania i składowania CO<sub>2</sub> czy przetwarzanie węgla w kierunku produkcji paliw płynnych i produkcji wodoru do zasilania ogniw paliwowych.

### Obecna skala zastosowania 2,6

(skala zastosowań dziś w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Międzynarodowa Agencja Energii szacuje, że potencjał wychwytywania i składowania dwutlenku węgla jest obecnie na poziomie ok. 3% tego, co jest potrzebne, by osiągnąć cele polityki klimatycznej<sup>10</sup>. Komisja Europejska w konsultacjach dotyczących Funduszu Innowacyjności w ogóle nie wymienia czystych technologii węglowych wśród technologii możliwych do wdrożenia i wymagających wsparcia. W Polsce niektóre firmy stosują pilotażowe wdrożenia czystych technologii węglowych, m.in. we współpracy z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju oraz innymi instytucjami badawczymi (np. w ramach zakończonego już programu „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii”). Np. w 2017 roku Tauron zapowiedział zaangażowanie się w projekty dotyczące m.in. zagospodarowania mułów węglowych, wysokosprawnych i niskoemisyjnych technologii wytwarzania energii, CCU, czyli zamiany dwutlenku węgla w produkt oraz tzw. elektrowni bezodpadowych. Enea rozważa budowę elektrowni w technologii IGCC (ang. Integrated Gasification Combined Cycle).

### Przewidywany rozwój 2,2

(skala zastosowań w nadchodzącej dekadzie w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Przewidywany rozwój czystych technologii węglowych jest powolny, m.in. ze względu na ich wysokie koszty (dotyczy to szczególnie technologii CCS/CCU). Bardzo możliwe, że wraz z cenami za emisję dwutlenku węgla presja na badania i postęp w tej dziedzinie znacząco się zwiększy, stąd aktywność inwestycyjna wielu spółek.

<sup>8</sup>Główny Urząd Statystyczny, „Energia 2018”, 2018

<sup>9</sup>Hausner J., Białecka B., „Analiza procesu wdrażania czystych technologii węglowych w Polsce”, Prace Naukowe GIG, Górnictwo i Środowisko, 2/2012

<sup>10</sup>International Energy Agency. 2017. Tracking Clean Energy Progress 2017

## Elektrownie wiatrowe off-shore

### Opis

Elektrownie wiatrowe na morzu

### Obecna skala zastosowania 2,5

(skala zastosowań dziś w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Trwa proces przygotowywania wybranych inwestycji, prowadzenia badań i projektowania programów pilotażowych. Wprawdzie komercyjnych zastosowań w Polsce aktualnie brak, jednak duże zainteresowanie inwestorów i wielość planowanych projektów sprawiają, że ocena skali zastosowań w naszej ankiecie nie była najniższa. Najbardziej zaawansowany był projekt realizowany przez Polenergię. Zakłada on budowę dwóch morskich farm wiatrowych na Bałtyku o łącznej mocy 1,2 GW, pierwsza z nich miałaby zacząć działać w 2022 r., a druga – cztery lata później. Ponadto PGE rozpoczęło na początku roku dwuletnie badania pomiarowe wiatru na Bałtyku, w związku z projektem budowy do 2025 r. instalacji o mocy 1 GW.

### Przewidywany rozwój 3,2

(skala zastosowań w nadchodzącej dekadzie w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Farmy wiatrowe na morzu są prawdopodobnie jednym z najbardziej perspektywicznych odnawialnych źródeł energii w Polsce. Z raportu firmy McKinsey wynika, że do 2030 roku moc zainstalowanych farm wiatrowych na morzu może sięgać 6GW.<sup>11</sup> Z raportu stowarzyszenia WindEurope wynika, że może to być od 2 do 6 GW.<sup>12</sup> Tym samym farmy wiatrowe mogą odpowiadać za ponad 10% zainstalowanych mocy produkcyjnych w Polsce do 2030 r.

## Elektrownie wiatrowe on-shore

### Opis

Elektrownie wiatrowe na lądzie

### Obecna skala zastosowania 3,1

(skala zastosowań dziś w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

W Europie farmy wiatrowe odpowiadają za 55% instalowanych nowych mocy.<sup>13</sup> W Polsce farmy wiatrowe odpowiadają za ponad 8% produkcji energii elektrycznej.<sup>14</sup>

### Przewidywany rozwój 3,6

(skala zastosowań w nadchodzącej dekadzie w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Wiele wskazuje, że ze względu na konieczność spełnienia wymogów polityki środowiskowej, inwestycje w farmy wiatrowe na lądzie będą aktywnie rozwijane. W perspektywie dekady jest to jeden z korzystnych ekonomicznie sposobów, aby zwiększyć udział odnawialnych źródeł energii w produkcji energii elektrycznej. Postęp technologiczny w tej dziedzinie jest istotny, turbiny wiatrowe są teraz znacznie większe, ale też „inteligentne” – dzięki temu mogą lepiej wykorzystywać warunki pogodowe. O ile stare modele pracowały średnio przez 20 – 25% czasu, nowe technologie mogą umożliwić osiągnięcie współczynnika wykorzystania mocy na poziomie znacznie przekraczającym 30%.<sup>15</sup>

<sup>11</sup> McKinsey & Company, „Rozwój morskiej energetyki wiatrowej w Polsce. Perspektywy i ocena wpływu na lokalną gospodarkę”, 2016

<sup>12</sup> Wind Europe, „Wind Energy in Europe: Scenarios for 2030”, 2017

<sup>13</sup> Wind Europe, „Wind in power 2017. Annual combined on-shore and off-shore wind energy statistics”, 2018

<sup>14</sup> Dane Polskich Sieci Energetycznych za 2017 r.

<sup>15</sup> US Department of Energy, „2016 Wind Technologies Market Report”, 2016



## Fotowoltaika

### Opis

Panele fotowoltaiczne

### Obecna skala zastosowania 2,9

(skala zastosowań dziś w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Moc zainstalowana i przyłączona do sieci wynosi ok 300 MW, z czego większość pochodzi z mikroinstalacji.<sup>16</sup> Wszystkie spółki z „wielkiej czwórki” są zaangażowane w energetykę słoneczną (fotowoltaika prosumencka), a PGE i Energa posiadają własne farmy fotowoltaiczne.

### Przewidywany rozwój 3,3

(skala zastosowań w nadchodzącej dekadzie w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Ministerstwo Energii szacuje, że w 2020 roku potencjał farm fotowoltaicznych może przekroczyć 2 GW. Według Międzynarodowej Agencji Energii Odnawialnej, do 2030 roku zainstalowane moce mogą sięgnąć 5 GW.<sup>17</sup> Koszt pozyskiwania energii z tego źródła jest obecnie zbliżony do farm wiatrowych na morzu, ale ze względu na bardzo szybki postęp technologiczny, szybko spada. (Według danych Międzynarodowej Agencji Energii Odnawialnej średni koszt pozyskania energii ze słońca wynosi 0,1 dol./kWh, a z morskich farm wiatrowych – 0,14 dol./kWh).<sup>18</sup>

## Energetyka prosumencka

### Opis

Mikroinstalacje w prywatnych domach oraz w małych przedsiębiorstwach, wykorzystywane na własny użytek, podłączone do sieci energetycznej i umożliwiające sprzedaż nadwyżek energii. Chodzi m.in. o panele słoneczne, pompy ciepła, instalacje do zgazowania biomasy (dla rolników) czy instalacje kogeneracyjne w małych przedsiębiorstwach.

### Obecna skala zastosowania 2,5

(skala zastosowań dziś w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Niska, choć rosnąca. Brakuje oficjalnych danych, ponieważ Urząd Regulacji Energetyki nie podaje informacji o instalacjach prosumenckich. Jednak według Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej jest ich niemal 29 tys.

### Przewidywany rozwój 3,1

(skala zastosowań w nadchodzącej dekadzie w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Tempo rozwoju energetyki prosumenckiej będzie szybkie ze względu na spadające koszty tego typu instalacji. Na obecnym etapie rozwoju energetyka prosumencka nie jest jednak w stanie zapewnić stabilności systemu elektroenergetycznego, stąd wciąż kluczową rolę będą pełnił konwencjonalne jednostki wytwórcze.

## Cyfryzacja przemysłu – przemysł 4.0

### Opis

Szeroka grupa technologii umożliwiających cyfryzację procesów produkcji i dystrybucji a tym samym zwiększenie wydajności oraz bezpieczeństwa. W ramach tej grupy można wyróżnić również cyberbezpieczeństwo, czyli inwestycje w zapewnienie odporności systemu informatycznego i produkcyjnego na ataki.

### Obecna skala zastosowania 2,9

(skala zastosowań dziś w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Niska, choć rosnąca i wykraczająca poza eksperymenty i programy pilotażowe.

### Przewidywany rozwój 3,4

(skala zastosowań w nadchodzącej dekadzie w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Cyfryzacja to obecnie jeden z głównych megatrendów technologicznych – dotyka on większości obszarów aktywności

przedsiębiorstw, również procesów produkcyjnych. Ze względu na dużą skalę modernizacji w energetyce, coraz więcej procesów będzie podlegało cyfryzacji. Jednak Polskę od Europy Zachodniej wciąż dzieli duży dystans pod względem nakładów inwestycyjnych w tej dziedzinie. Kluczowym wyzwaniem będzie cyberbezpieczeństwo. Wraz z digitalizacją usług związanych z dostarczaniem energii i zarządzaniem siecią elektroenergetyczną, wyzwania związane z cyberbezpieczeństwem będą zyskiwały na znaczeniu.

<sup>16</sup> Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej, „Energetyka. Dystrybucja i przesył”, 2018

<sup>17</sup> International Renewable Energy Agency, „REmap 2030: Renewable Energy Prospects for Poland”, 2015

<sup>18</sup> International Renewable Energy Agency. 2018. Power Generation Costs in 2017.

## Smart grid i smart metering

### Opis

Szeroka grupa technologii umożliwiających cyfrową kontrolę nad procesem przesyłu, dystrybucji i zużycia energii. Technologie te stoją w centrum transformacji energetyki z systemu scentralizowanego do systemu zdecentralizowanego, w którym sygnały na temat popytu i podaży przesyłane są na bieżąco w każdą stronę między konsumentem i producentem. Ważnym pojęciem w tej dziedzinie jest wirtualna elektrownia, czyli system zarządzania produkcją pochodzącą z różnych źródeł i system bilansowania podaży i popytu.

### Obecna skala zastosowania 3,1

(skala zastosowań dziś w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Niska, choć rosnąca. Spółki dystrybucyjne już inwestują w kablowe linie przesyłowe i dystrybucyjne oraz cyfryzację procesu dystrybucji, która umożliwi zwiększenie bezpieczeństwa dostaw i łatwiejsze zarządzanie dostawami energii. Instalowane są również inteligentne liczniki, które pozwalają na bieżące monitorowanie zużycia energii. Energa jest zdecydowanym liderem polskiego rynku smart meteringu, posiada 842 tys. podłączonych inteligentnych liczników. Tauron ma zainstalowanych ok. 396 tys. liczników. PGE realizuje program pilotażowy w zakresie smart metering'u w Augustowie i Łodzi, w ramach którego zainstalował ponad 50 tys. liczników oraz 726 koncentratorów i modemów (urządzenia zbierające i przekazujące dane). Innogy zainstalował ok. 100 tys. inteligentnych liczników w Warszawie, na Pradze Południe. Enea pilotażowo zainstalowała ok. 1,5 tys. liczników.<sup>19</sup> Spółka prowadzi prace w zakresie wyposażenia stacji SN/nN w układy bilansujące oraz układy telemechaniki i telemiary. Jeśli chodzi o inteligentne sieci, to jak na razie w Polsce prowadzone były tylko pilotażowe programy. Na przykład, Energa testowała smart grid w Toruniu i na półwyspie Helskim.

### Przewidywany rozwój 3,1

(skala zastosowań w nadchodzącej dekadzie w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Cyfryzacja procesu dystrybucji i zużycia energii będzie zapewne postępować bardzo szybko. Same inwestycje w nowe liczniki mogą w ciągu dekady sięgnąć ok. 10 mld zł. Natomiast pełne przejście systemu elektroenergetycznego do rozproszonych metod produkcji, dystrybucji, sprzedaży i wyceny energii jest jeszcze odległe.

## Magazyny energii

### Opis

Święty Graal energetyki i główna przeszkoda technologiczna na drodze do pełnego rozproszenia systemu energetycznego w przyszłości. Gdyby można było przechowywać całość energii wytwarzanej przez źródła niesterowalne (głównie OZE), wówczas zapotrzebowanie na sterowalne źródła energii oparte o paliwa konwencjonalne byłoby znacznie niższe. Na razie jest to niemożliwe, ale postęp technologiczny w tej dziedzinie jest szybki. Ważnym elementem tych zmian są technologie power-to-gas, pozwalające wykorzystywać nadwyżki energii produkowanej ze źródeł niestabilnych w formie wodoru.

### Obecna skala zastosowania 2,2

(skala zastosowań dziś w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Niektóre spółki prowadzą inwestycje testujące wykorzystanie baterii do bilansowania systemu energetycznego opartego o odnawialne źródła energii. Na przykład, Energa, Hitachi i Polskie Sieci Elektroenergetyczne zbudują największy w Polsce hybrydowy baterijny magazyn energii o mocy 6 MW i pojemności 27 MWh. Swoją magazyn będzie testować również Tauron – pod koniec przyszłego roku zostanie on oddany do użytku, będzie dysponował mocą 2 MW i pojemnością 0,5 MWh. PGE także planuje budowę testowego magazynu o mocy 0,5 MW i pojemności 0,75 MW.

### Przewidywany rozwój 2,9

(skala zastosowań w nadchodzącej dekadzie w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Rozwój technologii będzie szybki, jednak ich wpływ na działanie całego systemu będzie uwidaczniał się powoli. Magazyny energii pozwolą na zwiększenie efektywności wykorzystania OZE, jednak ich rozwój będzie zbyt wolny, by system mógł obejść się bez dużych, sterowalnych źródeł energii.

<sup>19</sup> Dane ze spółek.



## Klastry energii

### Opis

Jest to innowacja systemowa, polegająca na tworzeniu relatywnie niewielkich, samobilansujących się obszarów produkcji i zużycia energii. Wymaga zastosowania wielu technologii jednocześnie, m.in. odnawialnych źródeł energii, magazynów energii, systemów odpowiadających za bilansowanie popytu i podaży. Klastry energetyczne mają umożliwić bardziej efektywne wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.

### Obecna skala zastosowania **2,5**

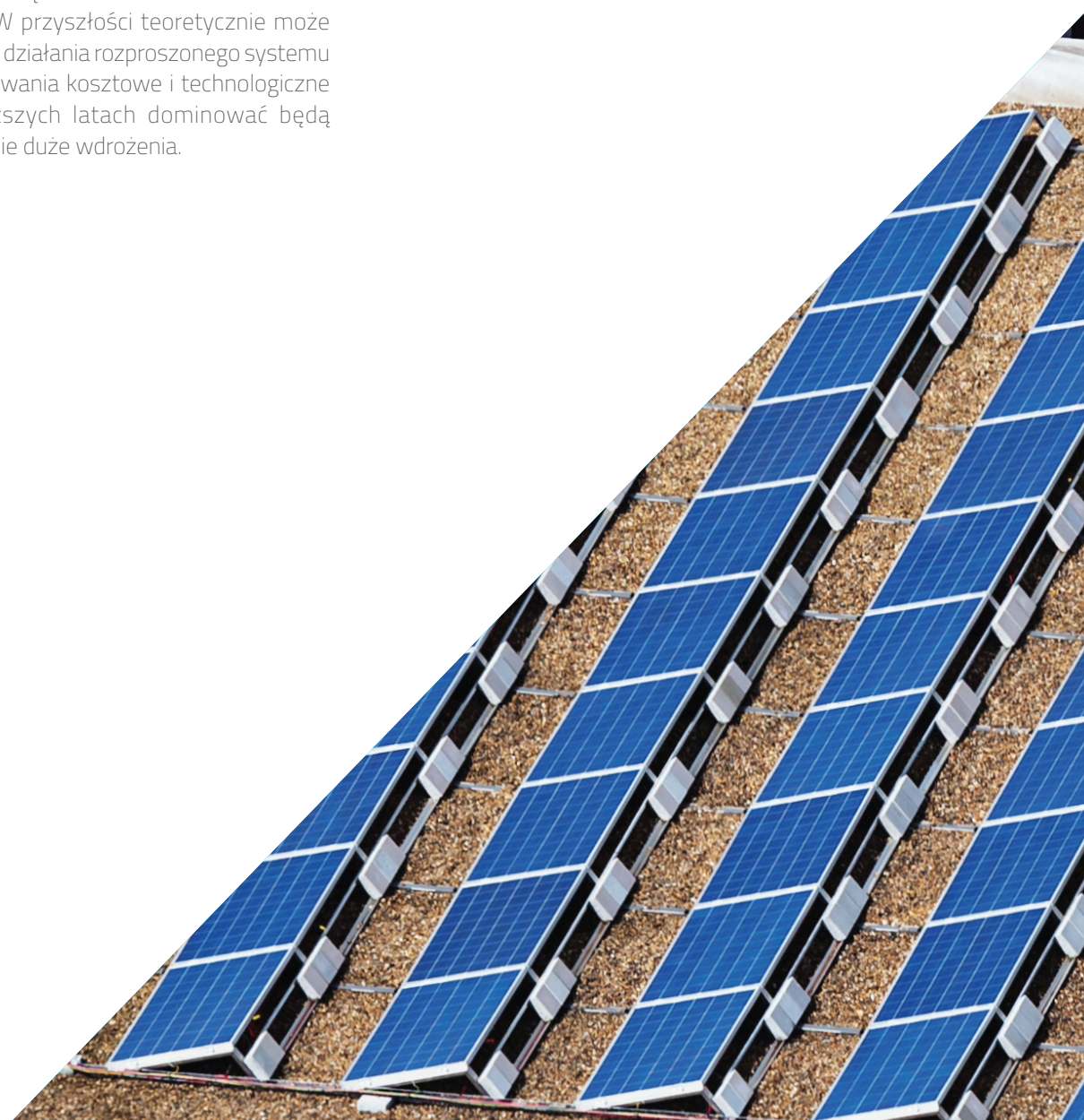
(skala zastosowań dziś w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Na szczeblu lokalnym odbywa się kilkadziesiąt (zgodnie z informacjami Ministerstwa Energii — 66) programów pilotażowych, które testują działanie klastrów.

### Przewidywany rozwój **2,7**

(skala zastosowań w nadchodzącej dekadzie w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Tempo rozwoju klastrów będzie umiarkowane lub niskie w najbliższej dekadzie. W przyszłości teoretycznie może będzie to istotny element działania rozproszonego systemu energetycznego, ale wyzwania kosztowe i technologiczne sprawiają, że w najbliższych latach dominować będą programy pilotażowe, a nie duże wdrożenia.



## Elektryfikacja (w tym głównie elektromobilność)

### Opis

Zwiększenie skali zastosowania energii elektrycznej kosztem innych źródeł energii (np. paliw płynnych). Dotyczy to głównie transportu, czyli upowszechniania pojazdów zasilanych bateriami elektrycznymi. Inny przykład elektryfikacji to upowszechnianie tzw. pomp ciepła.

### Obecna skala zastosowania 2,4

(skala zastosowań dziś w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Niska, ale szybko rosnąca. Według danych Polskiego Związku Przemysłu Motoryzacyjnego w 2017 roku zarejestrowano w Polsce ponad tysiąc nowych samochodów elektrycznych (włączając w to pojazdy hybrydowe plug-in) - niemal dwukrotnie więcej niż rok wcześniej i najwięcej w historii. Po krajowych drogach jeździ już ponad dwa tysiące „elektryków”, do dyspozycji których jest 259 publicznych punktów ładowania.<sup>20</sup> Według Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Pojazdów (ACEA) w ubiegłym roku dynamika sprzedaży pojazdów w pełni elektrycznych (EV) była trzecia najwyższa w Unii - wyniosła ponad 300%.<sup>21</sup> Bardzo ważnym elementem rozwoju elektromobilności w Polsce jest rozwój elektrycznych autobusów. Polska w 2017 r. była największym eksporterem autobusów z napędem wyłącznie elektrycznym.<sup>22</sup>

### Przewidywany rozwój 2,8

(skala zastosowań w nadchodzącej dekadzie w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Rozwój elektromobilności przyspieszy w najbliższych latach, napędzać go będą spadające ceny baterii, a w efekcie coraz tańsze samochody elektryczne. Przełomowym momentem będzie zrównanie całkowitych kosztów posiadania (Total Cost of Ownership) obu typów pojazdów. Według IEA nastąpi to między 2020 i 2030 r. Jak na razie hamulcem rozwoju jest brak ogólnodostępnej sieci ładowania, ograniczony zasięg oraz wysoka cena pojazdów. Dlatego w długim okresie niezbędne jest stworzenie infrastruktury i zwiększenie zasięgu pojazdów, co przełoży się na spadek ich ceny. Polskie spółki już intensywnie przygotowują się do rewolucji elektromobilnej. Spółki z Wielkiej Czwórki razem z NCBiR rozpoczęły współpracę w ramach programu „e-VAN”, którego celem jest stworzenie do 2022 r. elektrycznego auta dostawczego.

## Cyfryzacja relacji z klientem i świadomość energetyczna

### Opis

Technologicznie jest to zmiana pozornie prosta, jednak w praktyce jest to ogromne wyzwanie biznesowe. Chodzi o to, aby konsumpcja energii nie była traktowana przez gospodarstwa domowe niemal jak podatek, ale by stała się elementem świadomych wyborów dotyczących zużywania dóbr i usług. Do tego potrzebny jest nie tylko przejście relacji między dostawcą i klientem do internetu, ale również udostępnienie użytkownikowi w prosty i przejrzysty sposób wszystkich opcji związanych z pomiarem zużycia i zakupem energii. W teorii prosta zmiana, w praktyce rewolucja.

### Obecna skala zastosowania 3

(skala zastosowań dziś w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Niska, ale rosnąca. Tauron już oferuje klientom, posiadającym inteligentne liczniki, zdalne kontrolowanie zużycia energii za pomocą aplikacji (usługa dostępna poprzez podłączenie inteligentnego licznika do sieci domowej). Z kolei Energa zakończyła testować podobne rozwiązanie, a PGE niedawno wystartowało z programem pilotażowym.

### Przewidywany rozwój 3,6

(skala zastosowań w nadchodzącej dekadzie w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Tempo postępu będzie dość wysokie. Świadomość i aktywność konsumentów na rynku energetycznym to jeden z kluczowych celów polityki energetycznej UE, choć zmiana ustabilizowanego modelu biznesowego zajmie zapewne więcej niż kilka lat.

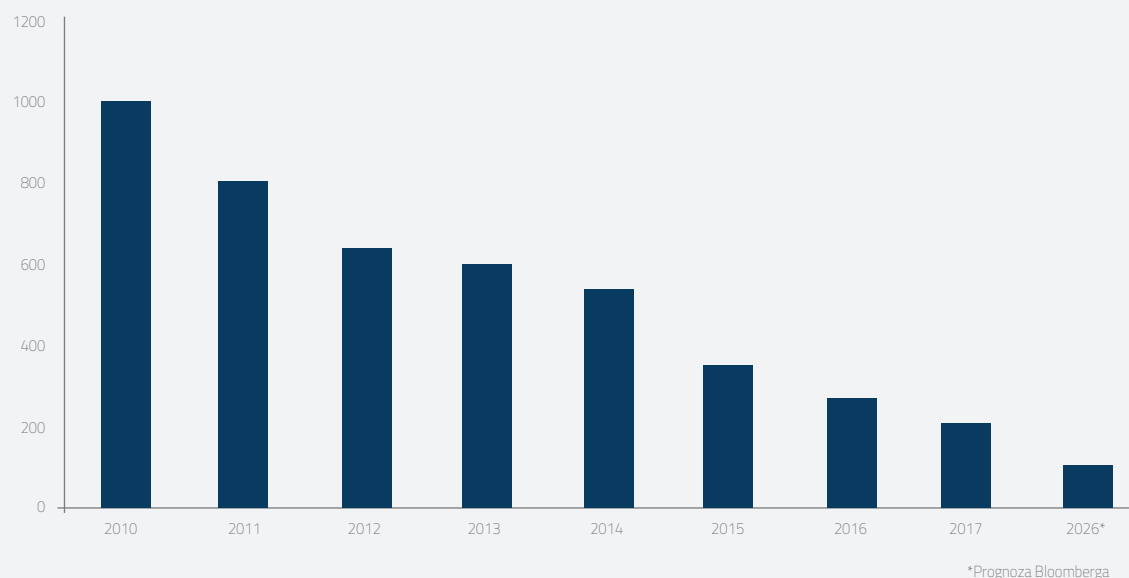
<sup>20</sup> Dane Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych

<sup>21</sup> Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego, „Branża motoryzacyjna 2018/2019”, 2018

<sup>22</sup> Dane z bazy Intrastat, 2018

DIAGRAM 8

Średnia cena baterii litowo-jonowej, w dolarach na kWh  
(źródło: Bloomberg New Energy Finance, Lithium-ion Battery Costs and Market, 2017).



## Efektywność energetyczna

### Opis

Bardzo szeroki zbiór technologii, które pozwalają zmniejszyć wykorzystanie energii w przeliczeniu na jednostkę produkcji dóbr lub usług. W uproszczeniu, technologie efektywności energetycznej można podzielić na kilka grup, w zależności od sektora wykorzystania. Po pierwsze, są to technologie przemysłowe, wśród których można wymienić m.in. wysokoprężną kogenerację (np. produkcja energii elektrycznej na własne potrzeby przy okazji produkcji ciepła), zarządzanie popytem (optymalizację zużycia energii) czy tzw. najlepsze dostępne technologie branżowe (BAT) w obszarze produkcji poszczególnych dóbr. W tym zbiorze znajdują się również technologie pozwalające na coraz bardziej efektywne wytwarzanie samej energii. Po drugie, są to technologie transportowe, powiązane głównie z elektromobilnością – produkcja bardziej efektywnych baterii itd. Po trzecie, są to technologie w mieszkalnictwie, związane z optymalizacją wykorzystania energii przez budynki (np. optymalne ułożenie okien, aby minimalizować potrzebę zużycia światła sztucznego), optymalizacją zużycia energii przez sprzęty gospodarstwa domowego. Dla elektroenergetyki te zmiany oznaczają m.in. zwiększenie popytu na nowe usługi związane z wprowadzaniem rozwiązań efektywnościowych.

### Obecna skala zastosowania 3,1

(skala zastosowań dziś w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

W przemyśle powoli rozprzestrzeniają się instalacje kogeneracyjne oraz adopcja najlepszych dostępnych technologii. W transporcie powoli rozpędza się rewolucja elektromobilności. W mieszkalnictwie coraz więcej sprzętów wykorzystuje technologie energooszczędne.

### Przewidywany rozwój 3,3

(skala zastosowań w nadchodzącej dekadzie w ocenie eksperckiej w skali od 1 do 5)

Niektóre technologie mają bardzo duży potencjał rozwoju w Polsce. Izba Energetyki Przemysłowej i Odbiorców Energii szacuje na przykład, że rozwój wysokoprężnej kogeneracji może zapewnić niemal jedną trzecią redukcji emisji CO<sub>2</sub> wymaganej do 2030 roku<sup>23</sup>. Wzrost efektywności energetycznej prognozuje także Międzynarodowa Agencja Energetyczna. Według niej rosnąca efektywność będzie w nadchodzących latach głównym źródłem redukcji emisji dwutlenku węgla.<sup>24</sup>

<sup>23</sup> Ciepła D., „Kogeneracja przemysłowa także czeka na wsparcie”, Wirtualny Nowy Przemysł, 21.listopada 2017

<sup>24</sup> International Energy Agency, „Market Report Series: Energy Efficiency 2018”

## Przyszłość polskiej energetyki spojrzenie naukowe i biznesowe

### SPOJRZENIE NAUKOWE



**Profesor Maciej Chorowski,**

PREZES NARODOWEGO CENTRUM BADAŃ I ROZWOJU

W NCBR finansujemy prace badawczo-rozwojowe wykonywane przez przedsiębiorstwa oraz na rzecz przedsiębiorstw. Obserwujemy bardzo dużo działań wokół energetyki, które mają charakter systemowy i muszą być poprzedzone pracami badawczymi. Dobrym przykładem jest program „Bloki 200+” zakładający modernizację bloków energetycznych o mocy 200 megawatów. Chcemy, aby dzięki pracom B+R bloki te miały większą sprawność, były dostosowane do nowych wymagań BAT i określonego reżimu pracy z większą zmiennością obciążenia i z dużą liczbą odstawień i uruchomień.



**Profesor Wojciech Nowak,**

CENTRUM ENERGETYKI AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ

Jest kilka trendów, które uznałbym za kluczowe dla elektroenergetyki z punktu widzenia badań prowadzonych na AGH. Wymienię tylko kilka z nich. Po pierwsze, jest na AGH jedno z niewielu na świecie laboratorium do badania inteligentnych liczników, które stworzone zostało z Tauronem Dystrybucja. Testujemy liczniki, badamy jakość energii, układy rozproszone. Po drugie, ważnym trendem jest magazynowanie energii, ale również ciepła i wody. Prowadzimy badania nad bateriami litowo-jonowymi i sodowymi. Trzeci trend to inteligentne sieci (smart grids), to znaczy takie, w których włączone są rozproszone źródła energii, w tym prosumenckie, w których funkcjonują wirtualne elektrownie. Czwarty trend to klastry. Zainicjowaliśmy w Polsce taki program gminy samowystarczalnej energetycznie, którego efektem było studium wykonalności dla 17 gmin. Kolejne gminy zwracają się do nas, aby ten program kontynuować. Wreszcie piąty trend to poligeneracja i trigeneracja. Technologie w tym obszarze to jest nasz hit na Bliskim Wschodzie, w Arabii Saudyjskiej.



**Profesor Konrad Świrski,**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

W sektorze energetycznym ważniejsza od innowacji technologicznych jest zmiana koncepcji sektora, który przechodzi transformację od systemu scentralizowanego, opartego o wytwarzanie energii w wielkich elektrowniach konwencjonalnych, na docelowy model innego systemu. Przy czym do końca nie wiadomo, jak ten nowy model będzie wyglądał. Na pewno system będzie wykorzystywał rozproszone i scentralizowane OZE, zintegrowane z magazynami energii. Następuje przebudowa wytwarzania, ale też przesyłu i dystrybucji (model zdecentralizowany i większa rola sieci niskich napięć) oraz obrotu (hurtowego i detalicznego). To z kolei powoduje zmianę modelu funkcjonowania biznesu i przekształcanie istniejących korporacji energetycznych w... coś nowego, choć nie wiadomo jeszcze w co dokładnie. Na to dopiero nadszedły nowe trendy technologiczne, czyli na przykład cyfryzacja. Przy czym cyfryzacja na razie ma mniejszy wpływ na automatykę energetyczną (systemy DCS, SCADA), a większy na nowe systemy komunikacji z klientem i systemy analityczne. Ważną innowacją technologiczną są smart grids i smart metering, ale jak na razie zmiany w tym obszarze dają mieszane rezultaty.





## SPOJRZENIE BIZNESOWE



**Dr Dawid Klimczak,**

PREZES ENEA TRADING

Powinniśmy zdawać sobie sprawę, że jesteśmy świadkami ogromnej transformacji rynku energetycznego na świecie – generacja rozproszona w pewnym sensie zrywa z tradycyjnym modelem dostarczania energii, elektryfikacja pojazdów tworzy całkowicie nową relację między rynkiem transportowym a rynkiem energetycznym, wreszcie digitalizacja otwiera zupełnie dotąd niewyobrażalne możliwości zbierania, przetwarzania i wymiany danych z uczestnikami rynku. Wszystkie te czynniki prowadzą do przedefiniowania ról uczestników rynku energetycznego. Przede wszystkim rośnie znaczenie Odbiorców energii. Klient z biernej roli Odbiorcy stanie się jego aktywnym uczestnikiem zyskując możliwość bezpośredniego oddziaływania na ten rynek, albo poprzez możliwość „zrzeszania się” w małych, lekkich, tanich i często samowystarczalnych strukturach sieciowych, albo poprzez bezpośredni dostęp do hurtowych rynków energii albo możliwość korzystania z usług typu Smart home, a nawet



**Dr inż. Paweł Poneta,**

ZASTĘPCA DYREKTORA WYKONAWCZEGO DS. BADAŃ I INNOWACJI TAURON

Globalne trendy w energetyce określa się akronimem 3D: digitalizacja, dywersyfikacja i decentralizacja. Trendy te są ze sobą tak mocno powiązane, że niemożliwe jest wyszczególnienie jednego, a przełom jest rezultatem ich wzajemnego wzmocnienia. Wszystkie łącznie stanowią wachlarz wyzwań i szans, a ich potencjał wywoływania zmian ma szansę przebudować całkowicie obecny model funkcjonowania energetyki. Dotyczy to zarówno działalności całego sektora oraz kierunków dalszego rozwoju. Można podejrzewać, że znacznym zmianom ulegnie współpraca firm energetycznych z klientami np. dzięki rozwojowi technologii IT czy wykorzystaniu

Big Data. Przykładem może być zastosowanie technologii blockchain do rozliczeń z klientami. Ponadto rozwój technologii integracji rozproszonych źródeł wytwórczych (np. powstawanie mikrosieci) będzie wpływać na dystrybucję energii.



**Sylwia Pawlak,**

DYREKTOR, BIURO ROZWOJU I INNOWACJI W ENERGA

„Spółki Grupy Energa prowadzą prace projektowe i pilotaże w obszarach rozwojowych, które koncentrują się na poprawie efektywności posiadanego majątku np. projekt UPGRID, którego celem jest zweryfikowanie wybranych technologii w zakresie poprawy niezawodności i optymalizacji pracy sieci SN i nN lub projekt pt. „Lokalne Obszary Bilansowania”.

Współpracujemy z czołowymi Jednostkami Naukowo-Badawczymi, dzięki czemu zdobywamy nowe doświadczenia oraz kompetencje. Według opracowanej niedawno Strategicznej Agendy Badawczej, Grupa Energa będzie realizować projekty z obszaru BRI między innymi w następujących obszarach: inteligentna, automatyczna i niezawodna sieć, digitalizacja i zadowolenie klienta, optymalizacja mocy wytwórczych i DSR, elektromobilność.

W obszarach takich jak AMI, smart grid, DSR i elektromobilność posiadamy już bogate doświadczenie, lecz dalej planujemy realizować nowe projekty badawcze, celem utrzymania pozycji lidera.







**PKEE**  
Polski Komitet  
Energii Elektrycznej



# ROZDZIAŁ 3

Filary polskiego systemu innowacji  
– szanse i wyzwania



## Filary systemu innowacji

Polska od wielu lat przechodzi proces transformacji energetycznej. Zgodnie z metodologią opracowaną przez Światowe Forum Ekonomiczne (WEF), istnieje sześć elementów systemu gospodarczego, które decydują o gotowości tego systemu na transformację energetyczną. Są to:

- 1 kapitał i inwestycje
- 2 regulacje i polityki sektorowe
- 3 instytucje
- 4 infrastruktura i środowisko biznesowe
- 5 kapitał ludzki
- 6 struktura systemu energetycznego

W rankingu WEF, który ocenia gotowość krajów do transformacji energetycznej, a także ocenia bieżące działania systemu energetycznego w szerszym kontekście gospodarczym, Polska zajmuje dopiero 67. miejsce na świecie. To pokazuje skalę wyzwań, które stoją przed Polską w obszarze zmian energetycznych.

Na potrzeby tego Raportu, kryteria oceny systemu innowacji zostały nieco zawężone, ponieważ niektóre z kryteriów WEF wykraczają daleko poza obszar niniejszej analizy. Dotyczy to na przykład ogólnej oceny środowiska gospodarczego i warunków do prowadzenia działalności gospodarczej, stabilności politycznej kraju, przestrzegania umów międzynarodowych itd. Są to aspekty bardzo istotne, ale wykraczają poza analizę branżową. Dlatego wyróżniamy trzy obszary systemu innowacji kluczowe dla transformacji energetycznej. Są to:

- 1 zasoby inwestycyjne
- 2 regulacje branżowe
- 3 zasoby kapitału ludzkiego i organizacyjnego



# Zasoby inwestycyjne

## Silne strony systemu

### Duże grupy kapitałowe

„Wielka czwórka” polskiej branży energetycznej to spółki bardzo duże, stabilne finansowo, obecne na rynkach kapitałowych i posiadające duży potencjał mobilizowania kapitału i inwestowania w nowe projekty. Wykorzystanie tego potencjału będzie w dużej mierze zależało od regulacji, które zostaną wprowadzone.

### Programy wsparcia funduszy wysokiego ryzyka

Institucje państwowe, w tym głównie Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Polski Fundusz Rozwoju i Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości szybko rozwijają programy wspierania funduszy *venture capital*, które inwestują w małe, perspektywiczne firmy. Dzięki tym programom zwiększa się również zaangażowanie sektora prywatnego na rynku start-upów. A start-upy mogą i powinny być istotnym źródłem innowacji. Te elementy transformacji energetycznej, które są mniejsze pod względem jednostkowej wartości projektów, jak cyfryzacja, rozwój energetyki prosumenckiej, rozwój technologii magazynowania energii czy w szerszych trendach okołoenerygetycznych – rozwój elektromobilności i inwestycje w efektywność energetyczną, mogą być z powodzeniem rozwijane przez małe, prywatne, innowacyjne firmy.

### Stabilny system bankowy

Polska posiada dobrze dokapitalizowany, nowoczesny, dobrze zarządzany system bankowy, który uniknął kryzysu finansowego w latach 2008 – 2012 i stanowi istotne wsparcie rozwoju gospodarczego. W rankingu Doing Business Banku Światowego w obszarze dostępności finansowania Polska zajmuje jedno z najwyższych miejsc na świecie.

### Dostępność funduszy publicznych, m.in. z UE

Jest kilka źródeł finansowania związanych z polityką UE. Po pierwsze, są to fundusze strukturalne, z których część może być przeznaczona m.in. na inwestycje w efektywność energetyczną. Po drugie, od przyszłej dekady w UE będzie działał Fundusz Modernizacyjny, zasilany ze sprzedaży praw do emisji gazów cieplarnianych. Polska, jako

członek Unii Europejskiej, będzie miała dostęp do tego funduszu i powinien on stanowić istotne wsparcie wysiłku modernizacji energetyki.

Po trzecie, Komisja Europejska planuje powołać Fundusz Innowacji, który będzie wspierał rozwój nowych technologii w zakresie gospodarki niskoemisyjnej.

## Wyzwania

### Brak zdolności łatwego finansowania największych projektów

Choć polskie spółki z tzw. „wielkiej czwórki” są w stanie finansować duże projekty inwestycyjne, to finansowanie całości transformacji energetycznej nie będzie mogło opierać się wyłącznie na nich. Potrzebna jest długookresowa strategia kapitałowa, która określi, jakie będą źródła finansowania transformacji energetycznej – z podziałem na państwo, duże spółki energetyczne i sektor prywatny.

### Rynek kapitałowy na rozdrożu

Polski rynek kapitałowy w ostatnich latach napotkał wiele istotnych przeszkód w rozwoju, które mogą utrudnić pozyskiwanie kapitału z tego źródła na duże projekty inwestycyjne. Szansą na przerwanie impasu może być m.in. wprowadzenie programu Pracowniczych Planów Kapitałowych.



## Opinie gości



**Krzysztof Krawczyk,**

PREZES CVC CAPITAL PARTNERS

### Dobry program PFR

Z dużymi nadziejami podchodzę do projektu Corporate Venture Capital. Nie mylić z nazwą naszego funduszu, czyli projektu Polskiego Funduszu Rozwoju, który ma na celu stworzenie większego fermentu intelektualnego i innowacyjnego w dojrzałych firmach. PFR zdecydował się zastosować znaną na świecie formułę funduszy, które są związane z inwestorami strategicznymi. Ma to olbrzymi sens, jest to jeden z najlepszych sposobów, w jaki firmy dojrzałe mogą podejmować ryzyko innowacji, oceniać je w niezależny sposób i wspierać ich rozwój. Tutaj nawet nie chodzi mi o przedsiębiorstwa państwowe, ale generalnie duże korporacje, które mają problem kwestionowania zastałego porządku i innowacyjności, dlatego program współfinansowania takich funduszy przez PFR jest bardzo ciekawą i obiecującą propozycją.



**Maciej Chorowski,**

PREZES NARODOWEGO CENTRUM BADAŃ I ROZWOJU

### Programy NCBR w modelu problem driven research

NCBR w tej chwili uruchamia kolejne programy B+R, oparte na modelu problem driven research, zbliżonym do rozwiązań stosowanych w agencjach amerykańskich, m.in. DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency); ARPA – E (Advanced Research Projects Agency-Energy). Oznacza to, że definiujemy problem i zapraszamy do poszukiwania rozwiązań wszystkich innowatorów, którzy mogą mieć odpowiednie koncepcje technologiczne. Zaczynamy finansować szeroką grupę podmiotów, a następnie zawężamy ich liczbę po osiągnięciu kolejnych kamieni milowych, aby do celu doszły rzeczywiście najlepsze zespoły i koncepty badawcze. Taka, skierowana na określony rezultat, metoda finansowania prac

badawczych jest według nas efektywna pod warunkiem, że potrafimy odpowiednio zdefiniować cel badań. Aby z biznesowego punktu widzenia dała się ona zmonetyzować, program musi uwzględniać konieczność stworzenia środowiska do implementacji zwycięskich rozwiązań, tzw.



**Profesor Konrad Świrski,**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Wspieranie start-upów z pieniędzy publicznych to szczytny cel, ale ma to też wiele słabych stron. Łatwy dostęp do pieniądza sprawi, że duża część funduszy będzie „przepalona”. Start-up staje się modelem na życie dla wielu osób. Wreszcie, mamy w Polsce często do czynienia z niezrozumieniem, czym są innowacje i start-upy. Naturalna droga dla start-upu to stopniowa budowa organizacji i wprowadzenie produktów czy usług na rynek światowy. W Polskich warunkach wygląda to zwykle tak, że są badania, faza pilotażowa i koniec start-upu.



# Regulacje branżowe

## Silne strony systemu

### **Dostosowanie polskiego prawa do polityki klimatycznej UE**

Polskie prawo jest systematycznie dostosowywane do wymagań zawartych w prawodawstwie Unii Europejskiej, które jest głównym bodźcem transformacji energetycznej w Europie. Przykładem z ostatnich miesięcy może być przyjęcie nowelizacji ustawy o odnawialnych źródłach energii, ustawy o rynku mocy, ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych itd. Konieczność dostosowania prawa do wymogów UE daje inwestorom pewność, że bodźce regulacyjne do transformacji energetycznej będą podtrzymane i wzmocnione.

### **Plan rozwoju elektromobilności**

Jest to przykład polityki branżowej, która ma szansę zmobilizować istotne zasoby po stronie sektora publicznego i prywatnego. Ta inicjatywa może być istotnym bodźcem dla elektryfikacji transportu w Polsce. Umieszczając ten kierunek rozwoju na liście priorytetów polityki gospodarczej, rząd wysyła sygnał do sektora przedsiębiorstw, w jakich obszarach można oczekiwać istotnego wsparcia i w które projekty będą angażowały się duże firmy skarbu państwa.

## Wyzwania

### **Wysoka częstotliwość zmian regulacyjnych**

Regulacje dotyczące energetyki zmieniają się na poziomie unijnym często i nierzadko w sposób nieprzewidywalny. Nie ulega wątpliwości, że wysoka częstotliwość zmian nie służy inwestycjom. Co prawda rynek dla inwestorów OZE wydaje się dość stabilny, ale przed operatorami czy spółkami energetycznymi pojawiają się nowe wyzwania, w tym konieczność dostosowywania do regulacji i ponoszenia nakładów inwestycyjnych.



## Opinie gości

**Rafał Czyżewski,**  
CEO GREENWAY POLSKA**Za mało apetytu na ryzyko**

To czego brakuje w Polsce i wielu innych krajach to skłonności inwestorów do finansowania innowacyjnych projektów, z którymi związany jest wysoki poziom ryzyka. To z jednej strony wynika ze wczesnego etapu rozwoju rynku, a z drugiej strony z niskiego apetytu na ryzyko ze strony tych inwestorów, którzy już działają. Optymalny kształt rynku innowacji powinien być taki jak w Stanach Zjednoczonych, gdzie jest wiele funduszy związanych z różnymi profilami ryzyka inwestycyjnego – od wysokiego do niskiego.

**Wojciech Cetnarski,**  
PREZES WENTO**Pieniądze zbyt łatwo dostępne**

Od pewnego czasu państwo bardzo dużo pieniędzy przeznacza na innowacje, natomiast nie jestem przekonany, czy metoda, jaką państwo przyjęło, jest metodą najlepszą. Deszcz pieniędzy, który zalał rynek inwestycyjny (start-upy, venture capital itd.), może powodować zaburzenia na tym rynku. Pieniądze są zbyt łatwo dostępne i w związku z tym nierzadko przepadają, nie ma wystarczająco dobrej selekcji pomysłów, w które chcemy te pieniądze inwestować. Gdyby państwo zechciało zmniejszyć ilość bezpośrednich inwestycji na korzyść, na przykład rozwiązań prawnych i podatkowych, które uruchomiłyby prywatny kapitał, byłoby to dużo bardziej efektywne.

**Marcin Gałczyński**  
CZŁONEK ZARZĄDU ONE-METER**Elektromobilność na plus**

Prawo nie jest w Polsce barierą dla rozwoju innowacji, ale też nie daje wystarczających bodźców do tego rozwoju. Dobrze byłoby na przykład, by pojawiła się już strategia energetyczna kraju. Ciekawym zagadnieniem jest natomiast plan rozwoju elektromobilności w Polsce. Działania rządu pokazują, że jeżeli się chce to można. Nawet jeśli samochodów elektrycznych jeszcze nie produkujemy, to już są podejmowane określone działania, które mają na celu stymulowanie tego rynku w długim okresie.



# Kapitał ludzki i organizacyjny

## Silne strony systemu

### Wysoka jakość kadry menedżerskiej w energetyce

Trzy dekady po transformacji systemowej i kilka lat po wprowadzeniu największych spółek energetycznych na giełdę, polska branża energetyczna wykształciła zasoby ludzi dobrze zorientowanych w procesach rynkowych i regulacyjnych, którzy są w stanie przeprowadzić Polskę przez transformację energetyczną. Oto cytata z wypowiedzi jednego z inwestorów z sektora prywatnego: „Dużym plusem polskiej branży energetycznej jest kadra menedżerska, to są ludzie, którzy w tej branży są od wielu lat, mają bardziej długoterminowy pogląd. Gdyby pojawiły się pozytywne trendy regulacyjne, to one mogą trafić na dobrą glebę, ludzi, którzy chcą tę energetykę zmieniać”.

### Wysoki potencjał naukowy w obszarze nauk ścisłych

Polska posiada wiele liczących się na świecie ośrodków, takich jak Centrum Energetyki AGH, Politechnika Warszawska czy Politechnika Wrocławska. Ponadto mamy relatywnie wysoki potencjał w zakresie infrastruktury badawczej, o czym świadczy działalność Centrum Badawczego Konwersji Energii i Źródła Odnawialnego PAN oraz Centrum Czystych Technologii Węglowych. Polska posiada relatywnie wysoką pozycję na świecie (wyższą niż w innych obszarach) w takich dziedzinach jak fizyka, matematyka czy nawet chemia. Pozwala to mieć nadzieję, że będziemy nie tylko importerem technologii, ale również jej twórcami, np. w takich obszarach jak magazynowanie energii. Wymaga to jednak lepszej współpracy między sektorem przedsiębiorstw a jednostkami naukowymi.

### Wysoki potencjał sektora informatycznego

W Polsce branża produkcji oprogramowania rozwija się bardzo szybko i jest oparta w dużej mierze na producentach krajowych. Ponieważ cyfryzacja energetyki to będzie jeden z głównych trendów w innowacjach, branża informatyczna może mieć istotny udział w transformacji energetycznej.

### Nacisk na innowacje w dużych firmach energetycznych

Energetyka nie kojarzy się powszechnie z innowacjami, dlatego siła przyciągania innowatorów do tej branży nie jest wysoka. Ale w ostatnich latach zaczęło się to powoli zmieniać. Firmy z „wielkiej czwórki” zaczęły wprowadzać

programy promujące innowacje i otwierać dedykowane fundusze inwestycyjne. Wizerunek branży odменя się, a to może mieć istotne znaczenie dla jej potencjału przyciągania talentów.

## Wyzwania

### Brak doświadczeń w inwestycjach w ryzykowne projekty

Polska branża funduszy venture capital w segmencie nowych projektów praktycznie nie istniała przez pierwsze ćwierć wieku po transformacji gospodarczej. Dotacje publiczne zaczynają powoli mobilizować kapitał prywatny, ale wypracowanie doświadczeń biznesowych, relacji, zdobycie umiejętności komercjalizacji projektów na rynkach międzynarodowych musi zająć dużo czasu.

### Naturalna awersja do ryzyka w sektorze publicznym

W sektorze publicznym skłonność do podejmowania ryzyka jest w naturalny sposób niższa niż w biznesie. Jest to cecha administracji w wielu krajach, nie tylko w Polsce. Ponieważ sektor publiczny pełni nie tylko rolę promowania rozwoju, odpowiedzialność za porażkę w sektorze publicznym zawsze może mieć konsekwencje wykraczające poza czystą odpowiedzialność biznesową.

### Naturalne napięcie między bezpieczeństwem a innowacją

Jest to wyzwanie podobne do tego, które występuje w służbie zdrowia. Zarówno energetyka, jak i służba zdrowia dostarczają towarów/usług, które mają nie tylko wartość rynkową, ale również zapewniają bezpieczeństwo kraju i społeczeństwa. A bezpieczeństwo nie idzie łatwo w parze z innowacjami. Bezpieczeństwo opiera się na procedurach biznesowych promujących stabilność, innowacje opierają się na bodźcach promujących ryzyko. Dlatego generalnie w branżach związanych z bezpieczeństwem społecznym innowacje nie są łatwe do wprowadzenia.

## Opinie gości



**Piotr Czak**  
PREZES PGE VENTURES

**Energetyka jest ostrożna**

W Polsce istnieje ogromny potencjał do podejmowania działań o charakterze innowacyjnym, ale potrzeba cierpliwości z obu stron, zarówno korporacji jak i start-upów do wdrażania tych działań. To co my obserwujemy, to niski stopień świadomości start-upów na temat mechanizmów funkcjonujących w dużych korporacjach, zarówno w warstwie procesowej, jak i modelu biznesowego. Start-upy działają bardzo dynamicznie, nierzadko licząc nawet na kilkuset tysięczny roll-out klientów w przeciągu pół roku. Niestety prawie nigdy nie jest to możliwe. Działamy odpowiedzialnie i nie możemy sobie pozwolić na wdrożenie zewnętrznego produktu, który nie został wcześniej zwalidowany, m.in. w fazie testów. Bardzo ważne jest dla nas bezpieczeństwo dostaw energii, komfort jej użytkowania oraz bezpieczeństwo danych klientów. Dlatego wszystkie innowacyjne projekty prowadzimy stopniowo, aby dać sobie czas na dopracowanie wszystkich niezbędnych szczegółów.



**Jarosław Roszkowski**  
BONNEFFICE

**Odwagi dopiero musimy się uczyć**

Trzeba pamiętać o tym, że my wyszliśmy z systemu, który był absolutnie antyinnovacyjny. Innowacyjność była zwalczana, bo mogła naruszyć podstawy ustroju. Teraz uczyliśmy się odwagi, bo to wymaga odwagi i ryzyka finansowego, żeby inwestować w innowacje, budować start-upy itd. Jak ktoś tak jak my – ja i moi partnerzy z USA – inwestuje w seed capital, to najczęściej ma przekonanie, że coś z tego może nie wyjść. Jak się okazuje po trzech latach wydawania pieniędzy, że nic z tego nie wyszło, to nikt do nikogo nie chodzi skarżyć, nie robimy rabanu, tylko

mówimy: sunk cost – poszło, zatoneło, nigdy więcej już o tym nie będziemy mówić, bo to psuje nam nastrój. W Polsce brakuje takiego podejścia. Ludzie albo nie chcą ryzykować, albo za bardzo się spinają.



**Grzegorz Należyty**  
DYREKTOR GENERALNY BRANŻY POWER  
GENERATIONS W SIEMENS POLSKA

**Cyfryzacja energetyki ma dobre fundamenty w Polsce**

Innowacje w polskiej energetyce już się dzieją na dużą skalę w obszarze modernizacji branży. Ważne pytanie brzmi, jaki charakter mają mieć innowacje w przyszłości? Każda implementacja innowacji ma inne koszty początkowe niż zakup dojrzałej technologii. Pojawia się w związku z tym pytanie, czy Polska musi być w peletonie wdrażania innowacji, których koszt wdrożenia na początku jest największy, czy też możemy być tzw. smart followerem, gdzie inteligentnie korzystamy z dostępnych innowacji, by koszt ich wdrażania był najniższy. Moim zdaniem polska energetyka będzie podążać głównie tą drugą ścieżką, co może wesprzeć cel związany z możliwie najniższymi kosztami energii.



”

JEST OGROMNY POTENCJAŁ  
DLA INNOWACJI W POLSCE

**Piotr Czak**

PREZES PGE VENTURES



## Podsumowanie

Największe polskie firmy elektroenergetyczne postrzegają innowacje jako jeden z kluczowych elementów swoich strategii rozwojowych. Firmy te, zgodnie z trendami światowymi, mają dedykowane strategię rozwoju innowacji. Co najważniejsze, nakłady na innowacje przewidziane w tych strategiach znacząco rosną w relacji do poziomów historycznych. Dziś same spółki z tzw. wielkiej czwórki, czyli PGE, Tauron, Enea i Energa, mają budżety na badania i rozwój w wysokości niemal 200% średniej dla całej gospodarki (w przeliczeniu na liczbę pracujących).

W samej elektroenergetyce kluczowe są następujące trendy technologiczne: 1) digitalizacja, 2) dywersyfikacja, 3) decentralizacja. Dodatkowo istnieją dwa obszary innowacji, które dotyczą nie tylko sektora energetyki, ale też sektorów powiązanych z energetyką łańcuchem dostaw i przez to wpływających również na strategię firm energetycznych. Można je opisać akronimem EE: 1) efektywność energetyczna, 2) elektryfikacja.

Innowacje występują w każdym ogniwie łańcucha wartości dodanej w energetyce od wytwarzania energii, przez przesył i dystrybucję, po sprzedaż. Do tego należy dodać istotne innowacje w zużyciu energii – strona konsumenta. Kluczowe obszary, w których innowacje będą miały największy wpływ na łańcuch wartości to: czyste technologie węglowe, poligeneracja, farmy wiatrowe (onshore i offshore), panele fotowoltaiczne, cyfryzacja procesów produkcji i dystrybucji (tzw. przemysł 4.0), inteligentne sieci i liczniki (smart grid i smart metering), magazyny energii, klastry energetyczne, usługi cyfrowe dla konsumentów, technologie efektywnościowe w całym łańcuchu produkcji i odbioru energii oraz usługi związane z optymalizacją zużycia oraz elektromobilność.

Zgodnie z wynikami foresightu technologicznego, prawie wszystkie obszary zmian technologicznych opisane w raporcie będą w przyszłości rozwinięte na większą skalę niż dziś. Wśród obszarów o najwyższej dynamice rozwoju są: farmy wiatrowe offshore, magazyny energii, usługi cyfrowe dla konsumentów czy energetyka prosumencka. Wysokie tempo zmian w tych dziedzinach w znacznej mierze będzie wynikało z faktu, że dziś są one relatywnie mało rozwinięte. Kogeneracja i poligeneracja to grupa technologii, która zarówno dziś, jak i w przyszłości będzie miała największe zastosowania. Wiązać się to może z faktem, że technologia ta jest wykorzystywana zarówno w samej energetyce, jak i w przetwórstwie przemysłowym.

Polska ma wysokie i rosnące zasoby finansowe, które mogą zostać przeznaczone na innowacje. „Wielka czwórka” polskiej branży energetycznej to spółki bardzo duże, stabilne finansowo, obecne na rynkach kapitałowych i posiadające duży potencjał mobilizowania kapitału i inwestowania w nowe projekty. Instytucje państwowe, w tym głównie Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Polski Fundusz Rozwoju i Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości szybko rozwijają programy wspierania funduszy venture capital, które inwestują w małe, perspektywiczne firmy.

”

INNOWACJE WYSTĘPUJĄ  
W KAŻDYM OGNIWIE  
ŁAŃCUCHA WARTOŚCI  
DODANEJ W ENERGETYCE



# Bibliografia

- ▶ Bain & Company, World Economic Forum, "Frameworks for the Future of Electricity: Leading the Transformation through Multistakeholder Cooperation", 2018
- ▶ Białęcka B., Hausner J., „Analiza procesu wdrażania czystych technologii węglowych w Polsce”, Prace naukowe GIG. Górnictwo i Środowisko, 2012(2)
- ▶ Bloomberg New Energy Finance, Bloomberg New Energy Finance, "Lithium-ion Battery Costs and Market: Squeezed Margins and New Business Models"
- ▶ Climate & Strategy Partners, „Finance for innovation: Towards the ETS Innovation Fund"
- ▶ Eurelectric , "Annual Report 2017"
- ▶ European Commission, „Finance for innovation: Towards the ETS Innovation Fund"
- ▶ European Commission, "Energy Efficiency Directive Winter package", 2016
- ▶ Główny Urząd Statystyczny, „Efektywność wykorzystania energii w latach 2006-2016", 2018
- ▶ Innogy, „Autostrada do elektromobilności. Czy jesteśmy gotowi na samochody elektryczne?", 2017
- ▶ Instytut Energetyki Odnawialnej, „Rynek fotowoltaiki w Polsce", 2018 International Energy Agency, "Global EV Outlook 2017: Towards cross-modal electrification", 2017
- ▶ International Energy Agency, "Perspectives for the Energy Transition: The Role of Energy Efficiency", 2018
- ▶ International Energy Agency, "Tracking Clean Energy Progress", 2017
- ▶ International Energy Agency, "World Energy Outlook 2017", 2017
- ▶ International Renewable Energy Agency, "Power Generation Costs in 2017", 2017
- ▶ Komisja Europejska, „Podręcznik Oslo: Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji", OECD, 2008
- ▶ Komisja Europejska, „Konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do dużych obiektów energetycznego spalania", 2017
- ▶ McKinsey & Company, "Electrifying insights: How automakers can drive electric vehicle sales and profitability", 2017
- ▶ McKinsey & Company, World Economic Forum "Game Changers in the Energy System: Emerging Themes Reshaping the Energy Landscape", 2017







**PKEE**

Polski Komitet  
Energii Elektrycznej

## ► KONTAKT

**Polski Komitet  
Energii Elektrycznej**

ul. Świętokrzyska 18

00-052 Warszawa

+48228299145

+48228299143

[www.pkee.pl](http://www.pkee.pl)