

**KOMITET NAUK EKONOMICZNYCH PAN
POLSKIE TOWARZYSTWO EKONOMICZNE
WARSZAWA
2 10 2019**

**Elektroenergetyka w procesie
zmiany paradygmatu
Przesłanki, kierunki oraz implikacje
transformacji sektora**

*Prof. dr hab. Andrzej T. Szablewski
Instytut Nauk Ekonomicznych PAN*

4 Tezy wyjściowe

- **Elektroenergetyka w procesie nieuchronnych zmian prowadzących do nowego paradygmatu, którego elementami będą**
 - 1. nowa architektura oparta w coraz większym stopniu na rozproszonych, odnawialnych źródłach energii**
 - 2. rozwój rynków regionalnych, lokalnych i mikrorynków o rosnącym stopniu samowystarczalności**
 - 3. stopniowy zanik sieciowego monopolu naturalnego**
 - 4. odchodzenie od ekonomiki opartej na kosztach krańcowych na rzecz opłat za dostęp do energii elektrycznej**

Tezy wyjściowe

- Siłami napędowymi tego procesu są
 1. polityka klimatyczna
 2. przyspieszające tempo transformacji technologicznej, której należy przypisać rolę *game changera*
- Rodzi on poważne wyzwania wobec sektora wielkoskalowej energetyki oraz polityki energetycznej i regulacyjnej
- Postęp w transformacji elektroenergetyki przyspieszać będzie odchodzenie od obecnego paradygmatu rynku paliw kopalnych i prowadzić do nowego paradygmatu energetycznego określanego jako monizm energetyczny

Historyczny kontekst procesu transformacji

- **Pierwsza faza procesu transformacji –
odchodzenie od tradycyjnego modelu jego
funkcjonowania (1990)**
 1. **Oparty na administracyjnie chronionym monopolu objętym nadzorem państwa realizowanym w dwóch formach**
 - a. **regulacji ekonomicznej traktowanej jako substytut konkurencji**
 - b. **sprawowania uprawnień właścielskich**
 2. **Do lat 70. XX wieku niekwestionowany szerzej zarówno na gruncie teoretycznym jak i praktyki działania**
 3. **Przesłanki reform**
 - a. **słabości regulacji (*regulatory failure* - brak bodźców proefektywnościowych, *regulatory capture***
 - b. **ograniczony zakres monopolu naturalnego**

Pierwsza faza

- **Zalecany kierunek reform – urynkowienie sektora przez**
 - 1. demonopolizację i deregulację**
 - 2. zmianę sposobu regulacji – jej instytucjonalizacja i bodźcowy typ regulacji**
 - 3. prywatyzacja - wzmocnienie siły bodźców rynkowych i usunięcie dualizmu regulacyjnego**
- **Odgórnie wprowadzany program reform implementowany w bardzo różnym stopniu**
- **Zróżnicowane w zależności od kraju efekty reform**

Pierwsza faza

- **Proces urynkwienia nie podważył architektury sektora opartej na**
 - 1. Wielkoskalowych węglowych, później jądrowych a po 1990 roku gazowych źródeł wytwarzania**
 - 2. Zcentralizowanym systemie jednokierunkowego rozprowadzania energii do odbiorców przez sieci przesyłowe i dystrybucyjne**
 - 3. Całkowicie pasywnej stronie popytowej**

Kluczowe uwarunkowania obecnego procesu rewolucyjnych przekształceń sektora

- **Polityka klimatyczna – postulat odchodzenia od węgla na rzecz odnawialnych źródeł energii (OZE)**
 - 1. Geneza pierwszych prób wykorzystania OZE**
 - 2. Globalne inicjatywy – pierwsza Szczyt w Kioto 1992 – bez skutecznego mechanizmu implementacyjnego i efektów**
 - 3. UE pierwszym liderem promowania i wdrażania polityki rozwoju OZE – 2009 pakiet 3x20 i wdrożenie mechanizmu handlu emisjami**
 - 4. Podstawy sceptycyzmu wobec działań UE**
 - a) kwestionowanie antropogenicznego charakteru zmian klimatu – polityczny aspekt kontrowersji**
 - b) bardzo wysokie koszty i niewielki efekt w skali globalnej**

Wzrost znaczenia polityki klimatycznej

- **Rozszerzanie i wzmacnianie poparcia**

- 1. Elit politycznych wielu krajów Chiny, Indie i USA ale na poziomie stanowym**
- 2. Opinii publicznej (sondaże i ostatnie wybory do PE)**
- 3. Kręgów biznesowo-finansowych – inicjatywy zakupu tylko zielonej e.e., odmawianie finansowania inwestycji w brudną energetykę**
- 4. Wniosek: niezależnie od tego czy wierzymy czy nie w tezę o antropogenicznym charakterze zmian klimatu stała się ona rodzajem poprawności politycznej, szczególnie silnej w UE**
- 5. Z krajowej perspektywy zasadnicze znaczenie mają plany KE związane z programem Europejskiego Zielonego Ładu**

Transformacja technologiczna jako *game changer*

- Aby zrozumieć zdolność nowych technologii do uruchomienia przełomowych zmian w sektorze należy
 1. Ujmować je jako rozszerzający się stale zbiór równolegle rozwijanych się technologii obejmujących wszystkie ogniwa tworzenia wartości, łącznie ze zużyciem e.e.
 2. Dostrzegać że znajdują się one na różnym etapie zaawansowania jako
 - a) już dostępne i stosowane (*available today*)
 - b) w zasięgu ręki (*near at hand*)
 - c) technologie przyszłościowe (*on the horizon*) ale z potwierdzoną doświadczalnie możliwością ich aplikacji
 3. Przyjąć że będą one osiągać coraz szybciej stan gotowości do aplikacji komercyjnej
 4. Taktować je perspektywy holistycznej, czyli dostrzegać ich współzależność i wynikający stąd rosnący potencjał do wywołania efektu synergii

Kluczowe technologie determinujące kierunek transformacji sektora

- **Technologie uruchamiające zasoby energetyki rozproszonej (*distributed energy resources - DER*)**
 1. **Technologie OZE**
 2. **Technologie wspomagające rozwój OZE i umożliwiające łagodzenie a w dalszej przyszłości minimalizowanie podstawowej wady OZE – przerywalności dostaw**
 - a) **technologie magazynowania energii elektrycznej**
 - b) **technologie cyfryzacji elektroenergetyki**

Technologie OZE

- **Fotowoltaika – najbardziej perspektywiczny rodzaj OZE**
 - 1. Szybki spadek kosztów: 90% w latach 2009-2018 w niektórych krajach już na poziomie lub nawet poniżej *grid parity***
 - 2. Spodziewany wzrost potencjału produkcyjnego przez**
 - a) zwiększanie dzięki nowym materiałom powierzchni pochłaniania promieniowania słonecznego**
 - b) rozszerzanie spectrum pochłanianego promieniowania z 7% do 44% (potwierdzone doświadczalnie) do 90% teoretycznie możliwe**

Technologie OZE

- **Energetyka wiatrowa – kontrowersje w niektórych krajach**
 1. **spadek kosztów w okresie 2009-2018 o 70% - bliski *grid parity***
 2. **główny obecnie kierunek rozwoju – źródła morskie o coraz większej mocy lokowane na pływających platformach**
- **Technologie wykorzystujące biomasę – czynnik zapewniający stabilizację dostaw na rynkach lokalnych**

Technologie wspomagające rozwój OZE

• Technologie magazynowania energii elektrycznej

1. Obecnie najważniejszy i najszybciej rozwijający kierunek badań i rozwoju technologii zarówno w zakresie magazynowania w dużej skali jak i małej
2. większe perspektywy rozwoju magazynowania w małej skali – baterie – także dzięki postępowi elektryfikacji transportu
3. Obecne tempo poprawy konkurencyjności kosztowej (50% obniżki kosztów w ciągu 5 lat) i sprawności wskazuje że *grid parity* może być osiągnięta w ciągu dekady
4. W Niemczech uważa się jako drugi etap Energiewende
 - a. szybkie tempo wzrostu w odniesieniu do prosumentów
 - b. nie tylko ekonomiczna motywacja (uniezależnienie od sieci, wsparcie Energiewende)
5. Korzyści
 - a. obniża koszty rozbudowy i modernizacji sieci dystrybucyjnych
 - b. pozwala zagospodarować nadwyżki energii z OZE

Technologie wspomagające - cyfryzacja procesów energetycznych

- **Doskonalenie już trwającego procesu tworzenia infrastruktury inteligentnych sieci i systemów pomiarowych**
 1. **systemy zdalnej kontroli przepływów w sieci i zużycia u odbiorców**
 2. **przekazywania odbiorcom istotnych informacji o stanie sieci cenach w czasie realnym)**
- **Internet rzeczy – podłączenie do internetu wszystkich urządzeń u odbiorcy w celu regulowania ich pracy na podstawie określonego algorytmu**
- **Blockchain – umożliwia rozwój bezpośrednich transakcji między prosumentami pozwalających handlować nadwyżkami wytworzonej energii elektrycznej**
- **Sztuczna inteligencja – ułatwia przewidywanie**
 1. **wielkości produkcji OZE zależnych od pogody**
 2. **zmian wielkości popytu**

Skutki rosnącego stopnia wykorzystania technologii DER

- **Szybki wzrost podaży energii elektrycznej wytwarzanej w małych i mikro (prosumenckich) OZE**
- **Aktywizacja strony popytowej - ułatwia działanie systemu w warunkach niestabilności dostaw z OZE**
- **Postępująca decentralizacja energetyki:**
 1. **rozwój rynków lokalnych (w formie wirtualnych elektrowni)**
 2. **rosnący stopień ich niezależności od wielkoskalowej energetyki konwencjonalnej**
 3. **słabnięcie sieciowego monopolu naturalnego**
- **Tworzenie nowego trwalszego fundamentu bezpieczeństwa energetycznego**

Zagrozenie spiralą śmierci

- **Pojawia się tam gdzie rośnie udział produkcji z OZE w całkowitej podaży energii elektrycznej co powoduje**
 - 1. spadek zapotrzebowane na energię ze źródeł konwencjonalnych dostarczaną przez sieć**
 - a) w związku z tym spadek przychodów przedsiębiorstw energetyki konwencjonalnej**
 - b) przykład:**
 - a. instalacja przez gospodarstwo domowe źródła fotowoltaicznego wraz z baterią obniża pobór z sieci o 70%**
 - b. W 2018 – 100 000 instalacji, w 2020 - 200 000**
 - 2. wzrost wymagań w zakresie elastyczności tych źródeł czyli zdolności do współpracy z niestabilnie działającymi OZE**

Zagrożenie spiralą śmierci

- **Mechanizm spirali śmierci**
 1. spadek przychodów wywołuje konieczność podniesienia cen energii elektrycznej co
 2. jeszcze bardziej stymuluje rozwój OZE i wzrost efektywności energetycznej odbiorców wzmacniając tym samym tendencję spadkową popytu na energię z sieci
 3. aby skompensować ubytki przychodów rośnie jej cena
 4. co ponownie zwiększa bodźce do rozwoju OZE
- **Mechanizm ten prowadzi do destrukcji ekonomiki przedsiębiorstw energetyki konwencjonalnej**

Dlaczego mechanizm spirali śmierci zagraża najbardziej energetyce jądrowej i węglowej?

- **Cztery powody**

- 1. wysoki udział kosztów stałych (najwyższy w energetyce jądrowej (80/20))**
- 2. niski stopień elastyczności powodujący dodatkowe pogorszenie ich ekonomiki (problem cen negatywnych)**
- 3. internalizacja rosnących kosztów emisji CO₂ (energetyka węglowa)**
- 4. rosnące zagrożenie ze strony energetyki gazowej ze względu na jej strukturę kosztów i elastyczność oraz brak korzyści skali**

Skutki spirali śmierci

- Jej uruchomienie będzie

1. uderzać w uboższych odbiorców, których nie stać na zainstalowanie własnej instalacji fotowoltaicznej
2. w dłuższym okresie powodować utratę zdolności aktywów wytwórczych do generowania przychodów niezbędnych do ich spłacenia i przekształcanie ich w aktywa osierocone

- Spirala śmierci

1. już dotknęła niemieckie koncerny – *How to lose half a trillion euros?*, The Economist 15. 10 2013 - wymuszając ich głęboką restrukturyzację
2. według ekspertów zagraża 71% amerykańskich *utilities*
3. według samych *utilities* w ciągu 10 grozi to 50%

Jak powstrzymać spiralę śmierci?

- **Główna uwaga w krajach zachodnich koncentruje się na ochronie przedsiębiorstw sieciowych, w tym zwłaszcza dystrybucyjnych ze względu na ich rolę w rozwoju rozproszonej energetyki odnawialnej i przyspieszenie procesu odchodzenia od węgla**
- **Trzy możliwe strategie**
 1. **zmiana sposobu kształtowania i regulacji cen**
 2. **przyjęcie nowych strategii biznesowych zorientowanych na aktywne wspieranie rozwoju rozproszonych OZE przez oferowanie różnych usług**
 3. **budowa infrastruktury obsługującej zelektryfikowany transport**

Jak powstrzymać spiralę śmierci?

- **Zmiana sposobu regulacji cen**

1. odejście od cen kształtowanych na podstawie jednostkowych kosztów skalkulowanych tak aby przy założonej wielkości sprzedaży pokryć koszty całkowite
2. na rzecz opłaty opartej na założeniu, że płaci ją odbiorca z własną instalacją OZE podłączony do sieci za korzystanie z możliwości zarówno dokupienia jak i sprzedaży do sieci nadwyżki wytworzonej energii elektrycznej
3. jej wysokość może być kalkulowana w różny sposób w zależności od
 - a) czasu poboru lub odsprzedaży (w szczycie czy poza szczytem)
 - b) stopnia obciążenia sieci
 - c) wielkości poboru

Czy zasiedziałe przedsiębiorstwa zdolne są podjąć wyzwania transformacji sektora?

- **Duże wątpliwości zwłaszcza w odniesieniu do przedsiębiorstw sieciowych z uwagi na**
 1. **ich brak doświadczeń w działaniu na konkurencyjnych, podlegających dużym zmianom otoczeniu, w tym zwłaszcza zdolności sprostanania wymogom coraz bardziej aktywnych odbiorców**
 2. **ekspansywność nowych przedsiębiorstw wykorzystujących nowe technologie informacyjne do prowadzenia działalności na różnych rynkach w sposób wypierający z tych rynków zasiedziałe przedsiębiorstwa**
- **Zagrożenia te kumulują się zwłaszcza w odniesieniu do przedsiębiorstw państwowych**

Polska wobec wyzwań transformacji sektora

• Stracona szansa

- 1. 2000 r.: Program rozwoju energetyki odnawialnej z ambitnym wówczas celem 14% OZE w 2020**
- 2. 2001r.: rząd zadeklarował, aby zwiększać znaczenie lokalnego bezpieczeństwa energetycznego w oparciu o rozwój rozproszonej energetyki odnawialnej**

Polska wobec wyzwań transformacji sektora

- **Po 2001 odwrót od koncepcji rozwoju OZE i budowy lokalnego bezpieczeństwa na rzecz postawienie na wielkoskalową energetykę**
 1. **konsolidacji energetyki konwencjonalnej (utworzenie 4 pionowo zintegrowanych koncernów)**
 2. **uruchomienie inwestycji w nowe wielkoskalowe źródła węglowe (25 mld. zł - 4300 MW)**
 3. **plany budowy źródeł jądrowych jako alternatywy dla OZE**
 4. **postępująca nacjonalizacja**

Polska wobec wyzwań transformacji sektora

- **Obecny rząd w otwartej kontrze wobec transformacji w sferze**

- 1. werbalnej (deklaracje o przywiązaniu do węgla)**

- 2. realnej**

- a) zapowiedź budowy nowej elektrowni węglowej i kopalni**

- b) działania powstrzymujące rozwój OZE (tzw. ustawa odległościowa zahamowała b. szybki rozwój energetyki wiatrowej (w 2016 przybyło 1400 MW a w 2017 -2018 tylko 160 MW**

Dlaczego nie jest możliwe utrzymanie tego kursu w krajowej polityce energetycznej?

- **Wzrost presji zewnętrznej w tym zwłaszcza ze strony UE gdzie rodzi się koncepcja Zielonego Ładu Europejskiego**
 1. **zwiększenie skali wymaganej redukcji do 2030 z 40% do 50% a nawet 55%**
 2. **osiągnięcie stanu neutralności klimatycznej do 2050**
- **Zmiany w podejściu krajowej opinii publicznej – wzrost świadomości ekologicznej, w tym klimatycznej**

Dlaczego nie jest możliwe utrzymanie tego kursu w krajowej polityce energetycznej?

- **Nieunikniony wzrost kosztów energetyki węglowej**
 1. **koszty emisji (wzrost cen uprawnień)**
 2. **skutki uruchomienia spirali śmierci**
- **Wzrost efektywności kosztowej OZE oraz implementacja technologii wspomagających tworzyć będzie warunki do**
 1. **uruchamianego przez mechanizmy rynkowe oddolnego rozwoju OZE**
 2. **zmniejszenia wpływu polityki państwa na ich rozwój**
- **Rosnąca groźba odmowy zakupu energii ze źródeł węglowych przez działające w kraju korporacje zagraniczne**

Znacznie trudniejsze warunki zmiany kursu

- Istnienie w kraju dużego potencjału rozwoju OZE grozi bardzo szybkim wzrostem ich produkcji i uruchomieniem spirali śmierci**
- Do jej uruchomienia przyczyniać się będzie się promowany przez UE rozwój transgranicznego handlu zieloną energią**

Znacznie trudniejsze warunki zmiany kursu

- Sytuację węglowej energetyki będzie pogarszać
 1. coraz lepszy - dzięki dywersyfikacji dostaw - stan bezpieczeństwa rynku gazowego
 2. ekspansja źródeł gazowych dostarczających *back up*
- Uruchomić to może niekontrolowany proces destrukcji ekonomiki źródeł węglowych skutkujący ogromnymi kosztami osieroconych ponoszonych przez budżet i odbiorców
- W przypadku budowy bloków jądrowych skala tych kosztów niepomiarnie wzrośnie

Stawia to polityków wobec trudnych dylematów

- **Najważniejszy - jak uruchomić nieuchronny proces odchodzenia od energetyki węglowej ograniczając skalę kosztów osieroconych?**
- **Potrzeba wiarygodnego długookresowego programu okresu przejściowego składającego się z**
 1. **harmonogramu zamykania elektrowni węglowych**
 2. **planu tworzenia miejsc pracy**
- **Im lepszy program tym większa szansa skorzystania z Funduszu Sprawiedliwej Transformacji oferowanego w ramach Zielonego Ładu**
- **Pytanie kluczowe - czy biorąc pod uwagę uwarunkowania polityczne możliwe jest opracowanie takiego programu?**

Odchodzenie od tradycyjnego paradygmatu rynku ropy

- **Tradycyjny paradygmat oparty na krzywej Hubberta (1956)**
 1. ograniczone zasoby paliw
 2. szybki wzrost popytu
 3. nieunikniony trwały wzrost cen i bariera wzrostu (Klub Rzymski)
- **Paradygmat ten już zaczynają podważać zmiany**
 1. po stronie podażowej postęp technologiczny coraz bardziej oddala perspektywę wyczerpywania się zasobów paliw
 2. po stronie popytowej – tendencja spadkowa wywołana
 - a) rozwojem energetyki odnawialnej w obszarze dostarczania ciepła i chłodu
 - b) elektryfikacja transportu
 - c) nowe technologie zastępujące produkty petrochemii
- **W nieodległej przyszłości początek zmierzchu potęgi paliw kopalnych w tym ropy - zamiast szczytu podaży szczyt popytu**
- **Przyszłość energetyki – monizm elektryczny**