



Wizje **Nowej** **Energetyki**

2022

Spis treści

Wstęp	3
Jan POPCZYK Transformacja energetyki w trybie innowacji przełomowej do elektroprosumeryzmu – polski triplet realizacyjny	5
Michał KURTYKA Polityka energetyczna w dobie kryzysu	11
Ireneusz ZYSKA Kluczowe ogniwa transformacji energetycznej	17
Grzegorz ONICHIMOWSKI Jak zmienić rynki energetyczne, by wykorzystać potencjał energetyki obywatelskiej i prosumenckiej?	25
Joanna MAĆKOWIAK-PANDERA 10 kroków do wyjścia z kryzysu	33
Wojciech MYŚLECKI Polska transformacja energetyczna – pytania fundamentalne	41
Jerzy BUZEK Przyszłość polskiej energetyki – kontekst europejski	47
Piotr NAIMSKI Energetyka nuklearna jako rozwiązanie niezbędne dla bezpieczeństwa energetycznego Polski	53
Rafał GAWIN Wolny i bezpieczny rynek przyszłości – rola regulatora w zmieniającym się systemie energetycznym	59
Wojciech SUWAŁA Ścieżki transformacji polskiej energetyki	67

Wstęp

Szanowni Państwo,

Agresja Rosji na Ukrainę oraz konsekwencje pandemii w postaci przerwania łańcuchów kooperacji i dostaw doprowadziły do rozchwiania porządku energetycznego świata, Europy i Polski. W efekcie mamy do czynienia z największym od dziesięcioleci kryzysem energetycznym. Jakie będą jego długofalowe skutki dla Polski? Czy zostaną zahamowane procesy transformacyjne? A może obecny kryzys – tak jak kryzys naftowy z lat siedemdziesiątych – stwarza szansę na przyspieszenie procesów modernizacyjnych? Jeśli tak, to jakie działania należy podjąć, by tę szansę wykorzystać? W jakim kierunku powinna rozwijać się polska energetyka?

Idea cyklu wykładów, w których wybitne autorytety prezentują autorskie koncepcje transformacji polskiej energetyki w realiach globalnego kryzysu, zrodziła się w trakcie dyskusji w środowisku SKER oraz redakcji czasopisma „Energetyka Rozproszona”. W ramach cyklu, któremu nadaliśmy nazwę „Wizje Nowej Energetyki”, osobowości polskiej energetyki analizują i interpretują kierunki transformacji oraz przedstawiają osobiste rekomendacje działań niezbędnych do podjęcia.

Określenie zakresu i formy wykładów pozostawiliśmy autorom. W efekcie niektóre z wystąpień zawierają całościowe koncepcje, a inne koncentrują się na wybranych aspektach kluczowych dla przyszłości polskiej transformacji.

Jan Popczyk wskazuje, że transformacja energetyki staje się jedną z ważnych sił napędowych nowego globalnego ładu ustrojowego i społecznego. Przedstawiając autorską wizję transformacyjną dla Polski w trybie innowacji przełomowej do elektroprosumeryzmu, argumentuje, że jej implementacja będzie oznaczać rewolucyjne zmiany na miarę dokonującej się rewolucji cyfrowej.

Z tym, że wchodzimy w XXI-wieczny świat elektryfikacji, zgadza się **Michał Kurtyka**, podkreślając, że wielkim wyzwaniem staje się bezpieczeństwo cybernetyczne. Ponieważ zwiększenie podaży energii można najszybciej osiągnąć przez rozwijanie źródeł rozproszonych, należy uprościć procedury, np. dotyczące dołączania OZE do systemu

dystribucyjnego. Rosnący udział niestabilnych OZE powinny ubezpieczać magazyny energii oraz wielkoskalowa i mała energetyka jądrowa. Należy też stworzyć warunki prawne umożliwiające wykorzystanie potencjału biogazu i biometanu.

Według **Ireneusza Zyski** bezpieczeństwo energetyczne może zapewnić wytwarzanie energii z uzupełniających się źródeł odnawialnych i stabilnych źródeł wielkoskalowych bazujących obecnie na węglu, a w przyszłości na energetyce jądrowej. Dwukierunkowy i rozproszony system elektroenergetyczny powinien umożliwiać powszechną elektryfikację i „zazielenianie” gospodarki. Konieczne będzie rozwijanie magazynów energii oraz nowoczesnych narzędzi teleinformatycznych.

Możliwości zmiany rynków energetycznych w kierunku wykorzystywania potencjału energetyki obywatelskiej i prosumenckiej analizuje **Grzegorz Onichimowski**. Źródła niskoemisyjne stają się konkurencyjne finansowo, jednak ich zależność od warunków pogodowych powoduje, że kluczem do ich wykorzystania staje się elastyczność. Autor postuluje wydzielenie na poziomie krajowym rynku niskoemisyjnego, a także budowanie lokalnych rynków energii.

Joanna Maćkowiak-Pandera przedstawia program 10 kroków umożliwiających wyjście z kryzysu. Zakłada on m.in. połączenie ambitnej strategii rozwoju OZE ze zwiększaniem elastyczności krajowego systemu energetycznego, a także włączanie samorządów w systemy wsparcia dla lokalnych, zdecentralizowanych inicjatyw energetycznych.

Wojciech Myślecki wskazuje, że w obliczu dwóch wielkich kryzysów Unia Europejska podjęła nieodwracalną decyzję o przyspieszeniu procesu tranzycyjnego do nowego stanu energetycznego. W interesie Polski leży współuczestniczenie w tym procesie. Oznacza to, że transformacja naszej energetyki powinna być zgodna z założeniami REPowerEU, możemy jednak negocjować polską ścieżkę dojścia do celów UE.

Zdaniem **Jerzego Buzka** Europejski Zielony Ład jest drugim, zaproponowanym dwieście pięćdziesiąt lat po pierwszym, wielkim projektem cywilizacyjnym

Europy. Zakłada on utrzymanie celów tego pierwszego, ale przy rezygnacji z paliw kopalnych. Istotą programu dla Polski powinna być budowa samowystarczalności energetycznej, dla której podstawę stanowiłyby zielony prąd, zielony wodór i biometan.

Piotr Naimski podkreśla, że podstawowy cel polityki klimatycznej obszaru transatlantyckiego, czyli osiągnięcie zeroemisyjności sektora energii do połowy stulecia, nie został w ciągu ostatniego roku zakwestionowany. Należy jednak zweryfikować ścieżki dochodzenia do niego. Podstawą jest samowystarczalność energetyczna Polski, dla której kluczowe znaczenie ma rozwijanie energetyki jądrowej.

Omawiając rolę Urzędu Regulacji Energetyki w procesie transformacji energetycznej, **Rafał Gawin** wskazuje, że najbardziej skuteczna jest regulacja bazująca na celach. Europa odchodzi od celów energetycznych w kierunku celów klimatycznych. To otwiera dla Polski szansę na rozwój gospodarczy. Wyzwaniem dla regulatora jest znalezienie równowagi pomiędzy coraz tańszą energią z OZE a kosztami, które trzeba ponieść, by zintegrować tę energię w systemie.

Próbę przetłumaczenia wizji polskiej transformacji energetycznej na język scenariuszy oraz wynikające z nich konsekwencje przedstawia **Wojciech Suwała**. Przy założeniu dekarbonizacji do 2050 r. oraz minimalizacji kosztów wytwarzania energii elektrycznej dobór scenariusza determinują dojrzałość założonych technologii i akceptacja społeczna dla ich stosowania, a także właściwe oszacowanie harmonogramów inwestycyjnych.

W przedstawionych rekomendacjach widoczne są punkty wspólne. Należą do nich: uznanie za pewnienia samowystarczalności energetycznej Polski za nadrzędny cel działań, konieczność podążania w kierunku wyznaczonym przez politykę klimatyczną obszaru transatlantyckiego, oparcie

transformacji na powszechnej elektryfikacji, a także uznanie istotnej roli energetyki rozproszonej i rozwijania OZE w powiązaniu ze zwiększaniem elastyczności systemu energetycznego. Pewne rozbieżności można zauważyć na poziomie doboru konkretnych rozwiązań i technologii. Dla przykładu, według niektórych autorów podstawą samowystarczalności energetycznej kraju powinna być energetyka jądrowa, gdy inne wypowiedzi postulują skupienie się w większym stopniu na poprawianiu efektywności energetycznej, zielonym wodorze i biogazie, systemach magazynowania energii oraz wykorzystywaniu nowoczesnych narzędzi teleinformatycznych. Wybór konkretnej ścieżki rozwoju polskiej energetyki powinien być podjęty świadomie i uwzględniać wyniki analiz ekonomicznych, środowiskowo-klimatycznych i społecznych.

Mimo zauważalnych różnic w szczegółach proponowanych rozwiązań, widoczna jest zgoda co do konieczności myślenia w dłuższej perspektywie czasowej – niezbędne jest budowanie doktryny energetycznej państwa przy porozumieniu głównych sił politycznych, tak by zapewnić jej stabilność i respektowanie przez kolejne rządy.

Pragnę podziękować wykładowcom za poświęcenie czasu na podzielenie się przemyśleniami ze słuchaczami i czytelnikami. Liczymy na dalszą współpracę przy kolejnych edycjach cyklu!

Dziękuję również zespołowi AGH KlastER, a zwłaszcza pani Malwinie Mus-Frosik, za zaangażowanie w proces przygotowywania w trybie ekspresowym zapisu wykładów do publikacji, a także Wydawnictwom AGH za pomoc i elastyczność w działaniu.

Zapraszam do lektury,

Sławomir Kopeć
Pełnomocnik Rektora AGH
ds. Analiz Strategicznych

Kraków, listopad 2022

Pełne wersje wykładów w formie zapisów wideo są dostępne na portalu [energetyka-rozproszona.pl](https://www.energetyka-rozproszona.pl/):
<https://www.energetyka-rozproszona.pl/wydarzenia/wizje-nowej-energetyki/>

Transformacja energetyki w trybie innowacji przelomowej do elektroprosumeryzmu – polski triplet realizacyjny

Jan POPCZYK

Profesor tytularny, główny autor koncepcji reformy rynkowej elektroenergetyki w Polsce. Tworzył Polskie Sieci Elektroenergetyczne i był ich pierwszym prezesem. Angażuje się w tworzenie startupów, prowadzi Konwersatorium Inteligentna Energetyka. Tworzył elektroniczną Bibliotekę Źródłową Energetyki Prosumenckiej (2013–2018), którą przekształca w Powszechną Platformę Transformacyjną Energetyki 2050. W 2018 r. opublikował triplet paradygmatyczny transformacji energetycznej w trybie innowacji przelomowej do elektroprosumeryzmu (TETIPE). Prowadzi prace na rzecz urzeczywistnienia tej koncepcji.



Wyrażam uznanie dla Akademii Górniczo-Hutniczej za podjęcie tematu określonego w tytule cyklu *Wizje Nowej Energetyki*. Uważam przy tym, że niezbędne jest, by oprócz poszukiwania wizji (wskazuje ją główny tytuł mojego wykładu) przejść do praktycznych działań (zapowiadanych w podtytule). Dlatego w wykładzie będę koncentrował się na wykorzystaniu koncepcji transformacji TETIP (transformacja energetyki w trybie innowacji przelomowej) jako odpowiedzi na szokowo zmieniającą się sytuację globalną będącą skutkiem napaści Rosji na Ukrainę.

Okoliczności wymagają z jednej strony ochrony celu długoterminowego, jakim jest neutralność klimatyczna świata w horyzoncie 2050, oznaczająca całkowite wygaszenie paliw kopalnych, a z drugiej strony zaradzenia kryzysowi, który osiągnie Polskę w bardzo ostrej postaci w najbliższym szczycie

jesiennie-zimowym. Dlatego w wykładzie formułuję nie tylko hipotezy ważne w kontekście transformacji energetycznej do elektroprosumeryzmu (w horyzoncie 2050), ale również działania konieczne do budowy bieżącej odporności elektroprosumentów potrzebnej przy podejmowaniu kryzysowych działań w kolejnych miesiącach.

Ponadto na wstępie chciałbym zasygnalizować bardzo ważną sprawę. Przez wiele lat czekałem, aby temat transformacji energetycznej wszedł do szerokiej debaty publicznej. Dzisiaj za przyczyną polityki i sytuacji globalnej jest to już fakt. Na razie jednak mamy kłopot. Zamiast porządku metodologicznego transformacji TETIP (przykładowo tej) bazującego na jej podstawach fundamentalnych (na silnym triplecie paradygmatycznym monizmu elektrycznego, zwłaszcza na silnych prawach fizycznych, w szczególności na drugiej zasadzie

termodynamiki oraz na równaniach elektromagnetyzmu) pojawia się na wielką skalę chaos. Dzieje się tak dlatego, że współczesne media informacyjne umożliwiają masowe rozpowszechnianie błędów poznawczych na temat ogromnie złożonego procesu, jakim jest – chcemy czy nie – przetwarzająca się już przez świat transformacja energetyczna.

Zauważalne są „stare” błędy metodyki naukowej, takie na przykład jak błąd prognozowania zapotrzebowania (za pomocą modeli regresyjnych), błąd efektu skali i monopolu naturalnego (technicznego), zwłaszcza w wypadku istniejących systemów elektroenergetycznych osiągających ekstremalnie wielki (kontynentalny) zasięg, i wiele innych. Upublicznienie debaty na temat transformacji energetycznej wytworzyło dodatkowo nowy rodzaj błędów poznawczych. Błędów będących skutkiem zastąpienia wiedzy falą poglądów, która wdarła się do przestrzeni publicznej na masową skalę i przejściowo skutkuje ignorancją. To było nieuchronne jako naturalny etap wielkich przemian społecznych spowodowanych cyfryzacją.

Potrzebne jest jednak jak najszybsze pokonanie opóźnienia poznawczego transformacji energetycznej, wyeliminowanie go w maksymalnym (osiągalnym) czasie i wymiarze. Oznacza to eliminację błędów starego i nowego typu.

Zadanie jest bardzo trudne, ale nie da się go uniknąć. Transformację energetyczną trzeba bezwzględnie odkłamać.

W tym celu zacznę od zaprezentowania słownika kanonicznego postulowanego Prawa elektrycznego, które powinno stać się jednym z trzech filarów (zarazem obszarów) praktycznej realizacji transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu (w skali całego kraju trzeba ją przeprowadzić nie później niż w horyzoncie 2050, czyli praktycznie w ciągu trzech dekad). Nie bez powodu na pierwszym miejscu w proponowanym słowniku znajduje się koszt elektroekologiczny. W transformacji TETIP jest to miara oddziaływania na środowisko przyrodnicze w szerokim kontekście zasobów surowcowych (w szczególności pierwiastków ziem rzadkich), a nie tylko w zakresie efektu klimatycznego (najniebezpieczniejszego). To podkreślenie jest ważne,

bo wygaszenie energetyki paliw kopalnych uwalniające świat od efektu klimatycznego nie uwalnia go jednak w całości od zagrożeń środowiskowych.

Słownik kanoniczny Prawa elektrycznego porządku ustrojowego wschodzących rynków elektroprosumeryzmu (inaczej – jednego z dwóch porządków transformacji TETIP)

1. Koszt elektroekologiczny
2. Elektroprosument
3. Samorząd realizujący transformację energetyczną JST do elektroprosumeryzmu, w ośrodkach kontrolnych: OK(JST/S) oraz OK(JST 1, ..., 4)
4. Certyfikator transformacji elektroprosumenckiej
5. Inżynier transformacji elektroprosumenckiej
6. Elektroprosumencka platforma handlowa
7. Wirtualny system elektryczny
8. Operator wirtualnego systemu elektrycznego
9. Zasada współużytkowania zasobów KSE (ZWZ-KSE)
10. Urząd Rozwoju Elektroprosumeryzmu
11. Rada Odporności Elektroprosumeryzmu

Dotychczas w energetyce paliw kopalnych wskaźnikiem oddziaływania środowiskowego proponowanym przez termodynamików (w Polsce: J. Szargut, *Termodynamika techniczna*, Gliwice 2011), lecz niestety nigdy nie wdrożonym do praktyki, był koszt termoeekologiczny.

Jeśli jednak do 2050 r. musimy wygasić wszystkie paliwa kopalne (w koncepcji transformacji TETIP dotyczy to również paliw jądrowych, które na razie są jednym z podstawowych filarów naszej polityki energetycznej) i zastąpić je energią elektryczną ze źródeł OZE, to należy niezwłocznie zacząć myśleć w kategoriach kosztu elektroekologicznego, który staje się najważniejszym kryterium działań praktycznych.

Przejdźmy zatem do zdefiniowanego na platformie PPTe2050 (Powszechna Platforma Transformacyjna Energetyki) tripletu realizacyjnego transformacji TETIP. Po pierwsze jest to istniejąca już doktryna, czyli zsyntetyzowana koncepcja TETIP (obejmująca trzy wymiary transformacji: społeczny, gospodarczy i środowiskowy). Następnie jest to (jeszcze niezrealizowana) druga ustrojowa reforma elektroenergetyki (DURE), za którą odpowiada rząd. Po trzecie jest to rozpoczynająca się już oddolna działalność praktyczna: pasywizacja budownictwa, elektryfikacja ciepłownictwa, elektryfikacja transportu, a także budowa sieciowych rynków elektroprosumeryzmu w procesie reelektryfikacji OZE.

Jeżeli przejdziemy do realizacji tripletu realizacyjnego, w szczególności wykorzystamy istniejący już język i metodologię transformacji TETIP, parlament uchwali Prawo elektryczne, a rząd przeprowadzi reformę DURE, to fala oddolnych działań napędzanych siłami rynków elektroprosumeryzmu – czyli elektroprosumentów, przedsiębiorców MMŚP oraz jednostek JST (jednostki samorządu terytorialnego) – bardzo przyspieszy i możemy być pewni, że już w najbliższym czasie transformacja TETIP stanie się konkurencją dla transformacji napędzanej (szczególnie w UE) celami politycznymi. Ta ostatnia, obecnie obowiązująca, przypomina bardziej wyścig politycznych influencerów niż rzetelne budowanie fundamentów przemian. A to oznacza, że pojawia się dla Polski przestrzeń do budowania nowych koalicji na rzecz transformacji energetycznej, ale w trybie innowacji przełomowych, a nie przyrostowych (zachowawczych).

Triplet realizacyjny polskiej transformacji TETIP (A→B)

1. DOKTRYNA (koncepcja transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu obejmująca jego trzy wymiary:
 - społeczny (upodmiotowienie społeczeństwa),
 - gospodarczy (w tym technologiczny),
 - środowiskowy (w tym klimatyczny)
2. DRUGA USTROJOWA REFORMA ELEKTROENERGETYKI (DURE) pociągająca za sobą rynkową transformację całej wielkoskalowej energetyki paliw kopalnych, WEKPK(iEJ) (schodzące Prawo energetyczne)
3. BUDOWA SIECIOWYCH RYNKÓW ELEKTROPROSUMERYZMU W PROCESIE REELEKTRYFIKACJI OZE (wschodzące Prawo elektryczne)

Najsilniejszym argumentem na rzecz transformacji TETIP jest – w świetle tripletu paradygmatycznego monizmu elektrycznego – drugi z paradygmatów, mianowicie egzergetyczny. Potwierdzają to istniejące już heurystyki bilansowe transformacji energetycznej szybko rozprzestrzeniające się na świecie, poza formalnymi ramami koncepcji TETIP. W wypadku Polski (czyli koncepcji TETIP) heurystyki te potwierdzają przykładowo: sześciokrotnie wyższą wydajność egzergetyczną rynków elektroprosumeryzmu względem obecnych rynków pierwotnych energii chemicznej paliw kopalnych i trzykrotnie wyższą w wypadku rynków końcowych (energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych).

Podkreślam przy tym, że o ile triplet paradygmatyczny monizmu elektrycznego ma charakter globalny (fundamentalny), to triplet realizacyjny TETIP ma charakter lokalny, a doktryna (pierwsza w tym triplecie) – stanowiąca zsyntetyzowaną koncepcję TETIP – jest autorską propozycją szczegółowej wizji transformacyjnej dla Polski.

W rozpoczynającej się publicznej dyskusji nad tą koncepcją pojawią się zapewne koncepcje konkurencyjne. Trzeba będzie o nich rozmawiać, zderzać i porównywać je ze sobą, by wypracować model najbardziej racjonalny. Należy przy tym pamiętać, że fundamentalną sprawą jest zapewnienie obecności w dyskusji dwóch potrzeb. Pierwszej, polegającej na uwolnieniu siły społecznej gospodarki rynkowej za pomocą rynków elektroprosumeryzmu. I drugiej – związanej z zachodzącymi już zmianami geopolitycznymi – polegającej na dostrzeżeniu, że transformacja energetyki staje się jedną z ważnych sił napędowych nowego globalnego ładu ustrojowego i społecznego.

Występująca w triplecie realizacyjnym reforma DURE (druga ustrojowa reforma elektroenergetyki) oznacza z kolei wdrożenie w tryb schodzący instytucji dotychczasowego porządku ustrojowego

wielkoskalowej elektroenergetyki paliw kopalnych (i energetyki jądrowej), akronim: WEK-PK(iEJ)). W praktyce jest to tożsame z zablokowaniem inwestycji rozwojowych w tej elektroenergetyce na rzecz niskokosztowej intensyfikacji wykorzystania jej istniejących (dostępnych) zasobów, na ogół całkowicie już zamortyzowanych, ale o jeszcze dużym potencjale wydłużenia czasu życia technicznego. Przede wszystkim dotyczy to wykorzystania zasobów sieciowych KSE (sięgającego istotnie poza horyzont 2050) oraz zasobów wytwórczych KSE zużywających paliwa kopalne (bardzo intensywnego na początku trajektorii TETIP (A→B), definitywnie zakończonego w horyzoncie 2050 r.).

Reforma DURE w koncepcji TETIP podstawowo jest powiązana z Prawem energetycznym, ale również

z Prawem elektrycznym – stanowiącym podstawę trzeciego filaru tripletu realizacyjnego, zwłaszcza w zakresie współużytkowania zasobów KSE. Trzeci filar tripletu realizacyjnego, czyli budowę sieciowych rynków elektroprosumeryzmu w procesie reelektryfikacji OZE, należy wdrażać bezzwłocznie i z jak największą skutecznością, w postaci zasady ZWZ-KSE będącej „następczynią” zasady TPA. Wdrożenie powinno mianowicie nastąpić za pomocą jednej z trzech ustaw pilotażowych tworzących zręby Prawa elektrycznego, czyli ustawy o zasadzie ZWZ-KSE – najważniejszej ustawie pilotażowej, tworzącej podstawy praktycznej budowy sieciowych rynków elektroprosumeryzmu poprzez ustanowienie dla nich odrębnego porządku ustrojowego, i poprzez uproszczenie regulacji.

Synteza praktycznego wymiaru transformacji TETIP: trajektoria dochodzenia do neutralności klimatycznej (wygaszania energetyki WEK-PK) w ostonach elektroprosumenckich: OK(JST/S), OK(JST 1,..., 4), OK(EP/P), OK(IK/T)

Segment (prosumencki)	Napięcie autonomizacji (względem KSE)	Udział w ogólnej liczbie ludności	Udział w rynku energii el. w stanie B	Podstawowe technologie	Horyzont neutralności klimatycznej
sołectwo do 1000 mieszkańców (40 tys. sołectw)	nN	22%	10%	PV, μEW, μEB,	2035
gmina wiejska (1500) i miejsko-wiejska (650)	nN-SN	28%	16%	PV, μEW, EWL, μEB, EB	2040
miasto do 50 tys. mieszkańców (1700)	nN-SN	12%	9%	PV, μEW, EWL, μEB, EB	2040
miasto od 50 do 500 tys. mieszkańców (70)	nN-SN-110 kV	18%	16%	PV, μEW, EWL, μEB, EB	2045
aglomeracje powyżej 500 tys. mieszkańców (8 aglomeracji)	nN-SN-110 kV-NN	20%	25%	PV, μEW, EWL, μEB, EB, GOZ, offshore, europejski jednolity rynek energii el. (JREE)	2050
elektroprosument w segmencie wielkiego przemysłu	110kV-NN-(AC-DC-AC)	(-)	10%	PV, μEW, EWL, μEB, EB, GOZ, offshore, europejski jednolity rynek energii el. (JREE)	2050
elektroprosument w segmencie krytycznej infrastruktury transportowej	SN-110kV-NN-(AC-DC-AC)	(-)	15%	PV, μEW, EWL, μEB, EB, GOZ, offshore, europejski jednolity rynek energii el. (JREE)	2050

W doktrynie TETIP zaleca się wprowadzać regulacje zakazujące, dotyczące działań zabronionych, ograniczyć za to do minimum zasady nakazujące, a więc działania blokujące siły rynkowe.

Przyjrzyjmy się teraz, jak w praktyce wygląda transformacja TETIP według koncepcji zbudowanej na triplecie paradygmatycznym monizmu elektrycznego.

Otóż tablica z lewej strony bardzo wyraźnie pokazuje, że transformacja energetyczna nie jest już samotnym bytem. Trzeba ją rozpatrywać w ostonach kontrolnych, które umożliwiają budowę odporności elektroprosumenckiej oraz zarządzanie bilansami energetycznymi i charakterystykami ekonomicznymi, a także wszystkimi innymi wielkościami typowymi dla zaopatrzenia w energię. W tablicy dochodzi do „sklejenia” różnych rzeczywistości: systemu elektroenergetycznego, jednostek samorządu terytorialnego, elektroprosumentów z segmentu wielkiego przemysłu, ale także z segmentu krytycznej infrastruktury transportowej. Gołym okiem widać, że w odniesieniu do całego kraju nie ma co liczyć na wcześniejsze doprowadzenie transformacji do neutralności energetycznej niż w 2050 r. Można natomiast spodziewać się, że cel ten zostanie osiągnięty w wypadku dominującej (wynoszącej ok. 80%) części 7 mln krajowych oston elektroprosumenckich.

W elektroprosumeryzmie musimy myśleć o równoważeniu popytu i podaży na energię elektryczną w perspektywie elektroprosumenta „schowanego” za jego indywidualną ostoną kontrolną, ale jednocześnie mającego prawo do skorzystania z zasady subsydiarności. Wynika z niej w szczególności podstawowa odpowiedzialność państwa w zakresie minimalnych gwarancji zapisanych w zasadzie ZWZ-KSE, przysługujących elektroprosumentom. Państwo ma więc obowiązek dostosować system KSE (i inne systemy energetyczne) do potrzeb, które w poszczególnych ostonach rzeczywiście występują (przykładowo: sołtysowi zaangażowane w budowę odporności elektroprosumenckiej sołectwa nie jest potrzebna energetyka jądrowa).

W procesie transformacji energetycznej w Australii powstało już tysiąc autonomicznych systemów elektrycznych przypominających te, których

potrzebujemy w naszych sołectwach, gminach wiejskich, miejsko-wiejskich i innych małych i średnich JST. W Ameryce dzieje się podobnie. Stamtąd popłyną koncepcje, technologie i produkty na cały świat.

W kontekście systemów elektrycznych zupełnie inna sytuacja występuje w Warszawie, gdzie dominuje budownictwo wielorodzinne i wielkie spółdzielnie mieszkaniowe. Obecnie umowy na dostawę energii elektrycznej ma tam milion odbiorców, ale operator OSD dysponuje tylko 60 tys. przyłączy dostarczających energię elektryczną. Jeśli chcemy zatem rozwiązać problem intensyfikacji warszawskich sieci dystrybucyjnych, to powinniśmy skoncentrować się na liczbie rzeczywistych przyłączy, a nie na liczbie umów. To oznacza, że perspektywa transformacji energetycznej w trybie innowacji przyrostowej (korporacyjnej) jest kompletnie nieprzydatna. Potrzebna jest perspektywa charakterystyczna dla trybu innowacji przełomowej (odporności elektroprosumenckiej spółdzielni/wspólnot mieszkaniowych).

Wszystkie heurystyki stanu końcowego na rynkach elektroprosumeryzmu pokazują, że w 2050 r. nie będzie już energetyki w takiej formie, jak dziś ją rozumiemy – obok siebie będą wówczas istniały różne rynki elektroprosumeryzmu. Powoli musimy zacząć się z tym oswajać.

Na koniec pragnę podkreślić, że transformacja energetyki paliw kopalnych w trybie innowacji przełomowej rozegra się w pięciu obszarach, których ranking jest następujący: najważniejsza jest pasywizacja budownictwa, na drugim miejscu elektryfikacja ciepłownictwa, następnie elektryfikacja transportu, dalej użytkowanie energii elektrycznej i wreszcie reelektryfikacja OZE. Musimy też pamiętać, że transformacja energetyczna obecnie nie kończy się na energetyce, ale prowadzi do wytworzenia nowych obszarów gospodarczych, zmienia strukturę gospodarki.

Elektrycy powinni być usatysfakcjonowani, bo to do nich należy wiek XXI – po rewolucji cyfrowej przychodzi rewolucja, którą nazywam elektroprosumeryzmem.

Polityka energetyczna w dobie kryzysu

Michał KURTYKA

Doktor nauk ekonomicznych. Minister klimatu (2019–2020), minister klimatu i środowiska (do 2021 r.). Autor książki *Od restrukturyzacji do modernizacji. Opóźniona transformacja polskiej elektroenergetyki w latach 1990–2009*. Pilotował powstanie rządowego programu rozwoju elektromobilności w Polsce, nadzorował tworzenie ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych i powołanie Funduszu Niskoemisyjnego Transportu. Pełnomocnik ds. prezydencji COP24 światowej konwencji ds. zmian klimatu UNFCCC. Przewodniczył negocjacom podczas Szczytu Klimatycznego COP24 w Katowicach.



Jak wiadomo, zbliżamy się do najtrudniejszej zimy w historii nowożytnej, powojennej Europy. Protesty społeczne przeciwko wysokim kosztom energii w Pradze, palenie rachunków w Neapolu, strajki w odpowiedzi na malejące dochody ludności w Wielkiej Brytanii i Francji – to dopiero zapowiedź większych problemów o charakterze społecznym, gospodarczym i politycznym. Już dzisiaj kryzys energetyczny przetacza się przez Europę z siłą huraganu, a jego konsekwencje w pełnym wymiarze ujawnią się dopiero zimą i wiosną. Ważnym kontekstem dla tej sytuacji jest najazd Federacji Rosyjskiej na Ukrainę.

Chociaż Polska ani Europa nie uczestniczą w wojnie w znaczeniu militarnym, to z punktu widzenia energetyki znajdujemy się na

obszarze wojennym. A gospodarka wojenna rządzi się innymi prawami niż gospodarka epoki pokoju.

Chciałbym tym samym podkreślić, że kryzys energetyczny jest efektem oddziaływania różnych sił, także niepowiązanych z energią. Rozwijając metaforę huraganu, można powiedzieć, że tak jak różnice ciśnień pomiędzy określonymi warstwami powietrza powodują gwałtowne zjawiska, tak obecny kryzys nie jest samoistnym bytem, lecz efektem znacznie głębszych podziałów. Jakkolwiek teraz będziemy koncentrować swoją uwagę na kwestii energetycznej, to poprawna reakcja na wyzwania, które ten kryzys przynosi, wymaga moim zdaniem zrozumienia szerszego tła

złożonego z geostrategicznych rywalizacji i kontekstu wojennego, ale też z jeszcze głębszych elementów, jak konfliktogenne rozłożenie zasobów naturalnych, konkurujące ze sobą polityki przemysłowe, różnice w możliwościach inwestycyjnych, specyfika społeczna i kulturowa, krótko- i długofalowe wybory polityczne poszczególnych państw.

W ramach wstępu chciałbym postawić następującą tezę: polityka energetyczna stanowi jedynie część szerszej koncepcji strategicznej, którą każde państwo wypracowuje, definiując swoje miejsce i aspiracje na tle świata.

Nawet jeśli niektóre komponenty szerszej koncepcji strategicznej są zdeterminowane przez obiektywnie istniejące uwarunkowania energetyczne – jak chociażby wspomniane przeze mnie zasobność w surowce energetyczne czy sąsiedztwo – to jednak nie jest możliwe skomponowanie całościowej strategii dla kraju jedynie na podstawie czynników fizycznych, materialnych. Trajektorja strategiczna każdego państwa jest szersza niż tylko energetyka i w związku z tym wymaga odwołania się do szerszych subiektywnych wyborów politycznych, społecznych, a nie tylko do mierzalnych technikaliów. Strategia energetyczna jest pochodną bardziej fundamentalnej trajektorii, którą każde państwo przyjmuje w swojej polityce.

Chciałbym przedstawić strukturę mojej dalszej wypowiedzi, na którą złożą się trzy pytania wywiedzione z geopolitycznego tła oraz dziesięć punktów pogrupowanych w dwóch obszarach – dotyczą one działań możliwych do podjęcia w krótkim oraz średnim i długim okresie.

Struktura wystąpienia

- 3 fundamentalne pytania dla bezpieczeństwa energetycznego Polski
- 10 postulatów w zakresie polityki energetycznej państwa:
 - 5 działań krótkofalowych
 - 5 działań długofalowych

Pytania

1. Polska, leżąca na Nizinie Środkowoeuropejskiej, jest krajem pozbawionym naturalnych granic, zwłaszcza w kierunku wschód–zachód. Historia pokazuje, że to bardzo płynny, zmieniający swoje kontury obszar.

Stąd wynika pierwsze ważne dla Polski pytanie: z czego wywodzimy naszą tożsamość, nasze poczucie odrębności i bezpieczeństwa w tym specyficznym geopolitycznie miejscu?

Geopolityka podpowiada, żebyśmy definiowali się poprzez odrębność, a w każdym razie niezależność od sąsiedztwa. Stąd wynika bardzo często przywoływany postulat, który towarzyszy polskim politykom energetycznym od chwili ich powstania, że musimy zabezpieczyć potrzeby energetyczne państwa własnymi zasobami. Nie znaczy to, że chcemy zamknąć się na nasze sąsiedztwo, ale musimy dysponować takim potencjałem energetycznym, który w sytuacji zagrożenia pozwoli nam samodzielnie utrzymać państwowość. Przez lata stawialiśmy zatem na własne surowce, czyli węgiel brunatny i kamienny. W konsekwencji wpadliśmy w pułapkę monokultury. Zabrakło refleksji o konsekwencjach wyczerpania się surowca. Rzeczywistość ostatnich kilku lat to sięganie po coraz głębsze zasoby węgla i wynikające z tego szkody górnicze, docieranie do trudno dostępnych, zametanowanych pokładów, z ogromnym ryzykiem dla życia i zdrowia górników, a w końcu coraz mniejszy entuzjazm gmin do wydawania zgód na nowe kopalnie.

Dziś stało się jasne, że musimy zdywersyfikować podstawę naszego bezpieczeństwa energetycznego, wyjść poza monokulturę, stworzyć nowe technologie.

Powinniśmy zacząć myśleć o bezpieczeństwie jako o sytuacji, w której całość zasobu energetycznego przynajmniej podlegałaby naszej kontroli, a niekoniecznie byłaby naszą własnością.

2. Kolejne ważne pytanie dotyczy tego, w jaki sposób czytamy ewolucję naszego regionu, Europy i świata. Jaką mamy lekturę przełomów technologicznych, geopolitycznych i geostrategicznych? I w jakim zakresie odpowiedzi, których udzielimy, powinny wpływać na naszą politykę energetyczną?

W tym obszarze, moim zdaniem, mamy dwa fundamentalne wyzwania. Pierwsze dotyczy rywalizacji na Pacyfiku, pomiędzy Stanami Zjednoczonymi a Chinami. Trzeba zacząć myśleć o naszym bezpieczeństwie energetycznym w kategoriach globalnych. Przykładowo, coraz większą rolę w naszym systemie energetycznym odgrywają pierwiastki ziem rzadkich, a niebawem 70% tych surowców będzie pochodzić z Chin. Już teraz powinniśmy przewidzieć komplikacje, które mogą się pojawić, jeśli ta rywalizacja zaczęłaby przebiegać w sposób konfliktowny.

Drugie wyzwanie ma miejsce w naszej strefie, gdzie rysuje się kolejny przełom geostrategiczny. Dochodzi do ścierania się dwóch płyt – euroazjatyckiej i europejsko-afrykańsko-arabskiej, która właśnie się wyłania. To starcie jest połączone z zachodzącymi procesami fragmentaryzacji i deglobalizacji świata, budowania mniejszych ośrodków regionalnych (coraz większą podmiotowość uzyskują Arabia Saudyjska, Turcja czy Europa Środkowa). Te płyty tektoniczne będą się od siebie odsuwały, z konsekwencjami dla dostępu do nowych węglowodorów, czyli metali ziem rzadkich.

3. Trzecie pytanie jest połączone z kwestią redefinicji polskiej polityki energetycznej i dotyczy naszych aspiracji w zakresie cywilizacyjnego wkładu w światowy rozwój technologiczny. Czy polscy inżynierowie, naukowcy, przedsiębiorcy chcą mieć w nim swój udział? Oczywiście na tak postawione pytanie nasuwa się bezwzględna odpowiedź: tak, absolutnie, chcemy! W praktyce sytuacja nie jest taka prosta. Wielokrotnie obserwowaliśmy, jak polskie wynalazki cieszyły się większą popularnością wśród zachodnich inwestorów, były bardziej atrakcyjne dla obcego kapitału i zagranicznych ośrodków naukowych niż dla nas. To lekcja, którą jeszcze musimy odrobić.

Czy aspirujemy do bycia liderem technologicznym, do tego, żeby współtworzyć światowe trendy, czy chcemy być tylko

efektywnym naśladowcą? Czy uznajemy własną podmiotowość w zakresie modernizacji technologicznej, czy też nie?

Z dotychczasowych rozważań wyłaniają się dwa główne wnioski: a) potrzeba odcięcia się od węglowodorów z Rosji nie wynika tylko z chęci uniezależnienia się od zbrodniczego sąsiada, ale wypływa z szerszego myślenia o niezależności naszego kraju od węglowodorów (węgla, gazu, ropy); b) wszystkie nasze działania w tym kierunku powinny uwzględniać potencjalne ryzyko zagrożenia dostępu do metali ziem rzadkich i rosnącej niestabilności geopolitycznej.

Mam świadomość, że powyższe pytania zadane w kontekście energetycznym brzmią nieco górnolotnie, doprowadzają mnie jednak do konkretnych tez, które rozwinę poniżej w formie dziesięciu rekomendacji dla rozwoju polityki energetycznej.

Polityka energetyczna państwa – postulaty krótkoterminowe

1. Oszczędność energii. To punkt, na który powinniśmy położyć ogromny nacisk w nadchodzących miesiącach. Tej zimy i wiosny czekają nas nie tylko astronomiczne rachunki za energię, ale pojawi się nawet ryzyko jej niedoborów. Kołderka energetyczna już teraz jest krótka, a będzie tym krótsza, im bardziej surowa przyjdzie zima. Różni odbiorcy i przedstawiciele systemów gazowych, paliwowych czy elektroenergetycznych – nie tylko w Polsce, ale również w Europie – będą przeciągać ją na swoją stronę, co może doprowadzić do powstania dziury w niewiadomym jeszcze miejscu. Dlatego musimy maksymalnie oszczędzać energię, w tej kwestii liczą się wszystkie działania, żadnego nie powinniśmy lekceważyć. Jednym z diskutowanych rozwiązań jest obniżenie temperatury ogrzewania centralnego z obecnych 21 do 18°C. Rezultaty mogą być pokaźne, bo każdy stopień mniej to rachunek niższy o ok. 5%. Takim trzystopniowym przykręceniem ciepła możemy zmniejszyć koszty energii o 15%. Ciekawym pomysłem może być też wprowadzenie reżimu godzinowego dla dostępności ciepłej wody, a w dłuższym okresie będziemy musieli myśleć o ciepłomierzach.

Nie wolno przy tym zapominać, że systemy energetyczne są ze sobą połączone. Jeżeli ludzie będą niedogrzani, to zaczną masowo korzystać z promienników ciepła, czyli popularnych farelek, co z kolei narazi na ogromny stres nasz system elektroenergetyczny.

2. Polska ma przygotowaną infrastrukturę instalatorów oraz apetyt na to, żeby rozwijać odnawialne źródła energii. Musimy jednak położyć nacisk na aspekty legislacyjne, aby w maksymalnym stopniu uprościć pozwolenia na OZE i ułatwić dołączanie kolejnych źródeł energii – czy to do systemu dystrybucyjnego czterech wielkich operatorów, czy do mniejszych systemów, które powinny być traktowane jako elastyczny bufor pozwalający dotrzeć do najdalszej grupy odbiorców. Te kwestie mają związek z Ustawą 10H oraz finansowaniem programów Czyste Powietrze i Mój Prąd 4.0.

Trzeba w maksymalny sposób ubezpieczać rosnący udział OZE backupem w postaci magazynów energii i skorelować produkcję z konsumpcją, które w przypadku OZE (przynajmniej tych najbardziej popularnych) skorelowane nie są.

Ponadto, do polskiego pejzażu regulacyjnego powinien zostać włączony biogaz. Należy rozwijać zdolność iniekcji przetworzonego i oczyszczonego biogazu z CO₂ do metanu. Potrzebujemy definicji biogazu/biometanu oraz wytworzenia warunków prawnych sprzyjających rozwojowi tego potencjału w Polsce. Nawet niewielka frakcja takiego paliwa wyodrębniona w krótkim okresie byłaby ważnym elementem bezpieczeństwa energetycznego i pozwoliłaby twórczo zagospodarować odpady rolnicze.

3. Magazyny energii i rozbudowa Krajowej Sieci Ciepłowniczej (co jest również postulatem średnio- i długoterminowym).

Powinniśmy zrobić wszystko, żeby zwiększyć podaż energii, a źródła rozproszone dają najszybszy czas reakcji – można je instalować stosunkowo niskim kosztem pozwoleniowym i czasowym.

Gorzej przedstawia się koszt ekonomiczny, ale w rzeczywistości gospodarki wojennej aspekt finansowy nie powinien być główną determinantą wyborów. Trzeba przy tym pamiętać, że magazyny energii są skomplikowanym elementem systemu, więc powinny być zawieszone na wyższym poziomie agregacji niż domy indywidualne. Dobrym pomysłem mogą być magazyny dobowe gminne i klastrowe, magazyny ciepła i chłodu, magazyny amoniaku, wodoru. Warto rozważyć utworzenie krajowego programu magazynowania energii w połączeniu ze wzmocnieniem sieci elektroenergetycznych.

4. Wsparcie najbardziej wrażliwych grup społecznych. Ten punkt ogniskuje największą część debaty politycznej. Należy gruntownie przemyśleć, jak zorganizować system, by nie zdejmować z użytkownika całkowicie dbałości o efektywność energetyczną. Zbyt szerokie wsparcie będzie kosztowne i ślepe z punktu widzenia efektywności energetycznej, a zbyt wąskie spowoduje, że wrażliwe grupy społeczne zostaną skonfrontowane z potencjalnymi niedoborami energii i pozostawione same sobie. Tutaj trzeba wypracować balans.

5. Zabezpieczenie i uelastycznienie działania systemu konwencjonalnego. Pięcioletni program Bloki 200+ doprowadził do powstania trzech komplementarnych rozwiązań, które pozwalają tym najbardziej rozpowszechnionym w polskim systemie elektroenergetycznym blokom dwustumegawatowym przejść od funkcjonowania w podstawie do funkcjonowania w systemie szczytowym. Powinniśmy pilnie zainwestować w to, aby polskie bloki 200+ stały się beneficjentami nowych technologii. Jeżeli jednak mówimy o zabezpieczeniu systemu konwencjonalnego, to warto podjąć również działania legislacyjne i dyplomatyczne z Komisją Europejską, by ustalić, jak ma wyglądać system wsparcia po 2025 r., na przykład w kwestii „kryterium 550 gramów”. Powinniśmy także rozpocząć dyskusję na temat zdjęcia niepotrzebnych kosztów z bloków, które będą przeznaczone do stopniowego wygaszenia.

Polityka energetyczna państwa – postulaty średnio- i długoterminowe

1. Elektryfikacja transportu. Polska uzyskała wysoki poziom zdolności do wprowadzania rozwiązań będących kołem zamachowym rozwoju technologicznego. Jesteśmy największym eksporterem autobusów elektrycznych w Unii Europejskiej, staliśmy się poważnym producentem ładowarek do pojazdów elektrycznych, sprzętów AGD, systemów do oszczędzania energii.

Mamy potencjał, który pozwala nam myśleć o niezależności od rosyjskiej ropy. Uruchomiliśmy tę dynamikę w zakresie transportu publicznego, teraz czas na transport ciężki, towarowy. To istotne w kontekście przyszłości gospodarczej Ukrainy.

Trzeba zadbać o elektryfikację korytarzy transportowych pomiędzy stolicami Europy a Ukrainą, które w dużej mierze przechodzą przez Polskę.

Nasza transformacja może być wpisana w szerszą geopolityczną perspektywę uniezależniania Ukrainy od węglowodorów, a więc od pieniędzy przekazywanych na rosyjską maszynę wojenną.

2. Zagwarantowanie bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej (to działanie ma charakter zarazem krótko- i długofalowy).

Żyjemy w specyficznym momencie: z XIX-wiecznego świata węgla i pary oraz XX-wiecznego świata ropy, samochodu i samolotu, wchodzimy w XXI-wieczny świat elektryfikacji. W tym świecie największym wyzwaniem będzie zapewnienie bezpieczeństwa cybernetycznego.

Zautomatyzowane systemy zaczynają być coraz bardziej skomplikowane. W procesie obejmującym produkcję, konsumpcję i przesył różnych nośników

energii istnieje ogromna ilość złączy, w których może wystąpić problem. Aby zapobiegać awariom lub szybko na nie reagować, w dłuższej perspektywie powinniśmy powołać centrum ds. cyberbezpieczeństwa energetyki. Konieczne jest zadbanie o fizyczne bezpieczeństwo infrastruktury krytycznej, co dotyczy np. portu LNG, Baltic Pipe, sieci przesyłowych, gazowych, elektroenergetycznych.

3. Dostęp do surowców krytycznych. Ten postulat odpowiada na drugie zadane pytanie geopolityczne. Powinniśmy już dziś myśleć o świecie za dziesięć lat, gdy dostęp do manganu, kobaltu, niklu, litu, palladu, wanadu może być bardziej utrudniony, niż miało to miejsce jeszcze kilka lat temu.

W świecie zdeglobalizowanym, fragmentaryzującym się, poszukującym samowystarczalności, powinniśmy mądrze budować nowe partnerstwa, np. z krajami Azji Południowo-Wschodniej, ASEANu.

Największe zasoby niklu na świecie znajdują się w Indonezji, litu w Australii, a miedzi w krajach Ameryki Południowej. Jeśli chcemy przejść na nowe źródła energii, bardziej zależne od metali ziem rzadkich, powinniśmy w sposób usystematyzowany budować relacje z tymi rejonami.

4. Stabilny pobór energii elektrycznej, niezależnie od okoliczności atmosferycznych i relacji z państwami posiadającymi zasoby konwencjonalne.

Ten postulat odpowiada na pierwsze zadane przeze mnie pytanie: z czego zamierzamy wywodzić nasze bezpieczeństwo energetyczne? Jedynym skutecznym rozwiązaniem jest energetyka jądrowa.

System wielkoskalowy pozwoli zapewnić konkurencyjność przemysłu i utrzymać suwerenność państwa. Z kolei w zakresie małej energetyki jądrowej możemy zagospodarować technologiczną niszę. Na design reaktora wysokotemperaturowego w ośrodku w Świerku przeznaczono dotąd 60 mln zł,

a wokół projektu powstała już specjalistyczna grupa inżynierska. Należy kontynuować tę inicjatywę.

Różne koncepty dotyczące energetyki jądrowej wychodzą nieustannie z przemysłu. Światowe start-upy współpracują z firmami takimi jak Orlen, KGHM, Tauron, Enea. Trzeba przy tym zachować ostrożność, bo żaden startup nie zagwarantuje, że opracowane przez niego rozwiązanie będzie wdrażalne, ale nawet prowadzenie eksperymentów pozwoli nam przez jakiś czas uczestniczyć w technologicznych rozgrywkach.

Ważne, aby zapewnić sobie w tym wyścigu podmiotowość, wnieść określony wkład inżynierski, włączyć się w twórczą produkcję, a nie tylko być efektywnym naśladowcą czy kupującym technologie. Warto podjąć to wyzwanie, bo technologia małych reaktorów jądrowych to pręźnie rozwijająca się nisza.

Uważam, że Polska Agencja Atomistyki powinna mieć środki do licencjonowania nie tylko dużej, ale również małej energetyki jądrowej.

5. Oferta energetyczna dla regionu. Już dzisiaj widać, jak mądre i dalekosiężne były nasze plany dywersyfikacji gazowej, połączenia się z regionem wspólną siecią bezpieczeństwa energetycznego. Niezależnie od wybuchu wojny na Ukrainie, latem tego roku oddaliśmy do użytkowania GIPL, czyli połączenie gazowe z Litwą, oraz kolejne – ze

Słowacją. Aktualnie budujemy z Ukrainą połączenie elektroenergetyczne. Dzięki takim rozwiązaniom Polska ma szansę stać się dostawcą bezpieczeństwa energetycznego dla regionu, a co za tym idzie – zintegrować region wokół siebie.

Moim zdaniem te działania nie powinny kończyć się na poziomie infrastrukturalnym, ale warto także szeroko promować polską wizję regionalnej transformacji energetycznej.

Cała Europa Środkowa naprawdę uważnie obserwuje to, co dzieje się w Polsce, inspirowane się, naśladuje wiele naszych rozwiązań. Przykładem jest chociażby program partnerstwa między Śląskiem a Donbasem w zakresie sprawiedliwej transformacji, niestety zupełnie przekreślony przez wojnę. Współpraca regionalna ma głęboki sens i powinna być wzmacniana i usystematyzowana.

Eksportować można również najbardziej skuteczne polskie programy, jak Czyste Powietrze czy Mój Prąd. Już teraz należy myśleć o wsparciu Ukrainy w odbudowywaniu jej systemów energetycznego i gospodarczego. Polska, jako kraj sąsiadujący, powinna odegrać w tym procesie ważną rolę.

Mam nadzieję, że zaprezentowane powyżej trzy fundamentalne pytania dotyczące polityki energetycznej w kontekście obecnej sytuacji oraz dziejących postulatów stanie się inspiracją do wymiany poglądów i dyskusji.

Kluczowe ogniwa transformacji energetycznej

Ireneusz ZYSKA

Sekretarz stanu w Ministerstwie Klimatu i Środowiska. Pełnomocnik rządu ds. odnawialnych źródeł energii. Założyciel i przewodniczący Parlamentarnego Zespołu Górnictwa i Energii, który w Sejmie RP VIII kadencji stał się ogólnopolską platformą merytorycznej dyskusji i kształtowania opinii na temat transformacji polskiego górnictwa i energetyki oraz zastosowania nowoczesnych technologii w procesie zmian i kształtowania polskiego systemu elektroenergetycznego, w tym energetyki jądrowej i rozproszonej.



Chciałbym opowiedzieć o efektach polityki związanej z transformacją energetyczną, którą rząd realizuje od listopada 2019 r. Najpierw przyjrzyjmy się jednak kontekstowi tych inicjatyw. Cały świat bierze dziś udział w dyskusji na temat zasadności działań w skomplikowanej sytuacji geopolitycznej. Z jednej strony celem jest transformacja energetyczna w kierunku gospodarki niskoemisyjnej, a z drugiej – ochrona społeczeństwa przed negatywnymi skutkami tej transformacji. Można powiedzieć, że to jeden z najistotniejszych problemów współczesnej polityki, zaraz za zagadnieniami związanymi z obronnością i bezpieczeństwem.

W 2020 r. Ministerstwo Klimatu podjęło szereg działań związanych z wypracowaniem strategii, która miała służyć realizacji idei transformacji energetycznej. W lutym 2021 r. Rada Ministrów przyjęła oczekiwany od wielu lat dokument strategiczny

pt. *Polityka energetyczna Polski do 2040 r.* Jak nam się wówczas wydawało, obraliśmy w nim ambitne cele, m.in. osiągnięcie udziału OZE w krajowym miksie energetycznym na poziomie 23% (z czego 32% w elektroenergetyce, 28% w ciepłownictwie oraz 14% w transporcie) w 2030 r. Na to wszystko nałożyła się polityka klimatyczno-energetyczna Unii Europejskiej wyrażona w założeniach pakietu *Fit for 55*, dyrektywy RED III oraz planu REPowerEU, będącego odpowiedzią na szantaż energetyczny ze strony Rosji i jej agresję na Ukrainę. Rozporządzenia Komisji Europejskiej, czy szerzej – Unii Europejskiej jako podmiotu prawa międzynarodowego, w którym Polska uczestniczy jako kraj członkowski, zakładają podwyższenie celu związanego z redukcją emisji CO₂. Pojawia się pytanie, czy takie warunki są dla nas do zaakceptowania z punktu widzenia bezpieczeństwa i możliwości ekonomicznych.



Rok 2020 przyniósł światu niemiłą niespodziankę, jaką była pandemia koronawirusa, która skutkowałą przerwaniem łańcuchów dostaw i wywołała spowolnienie gospodarcze oraz zmniejszenie zapotrzebowania na energię. Jednocześnie w tym czasie odnotowaliśmy eksplozję rynku fotowoltaiki w Polsce. W ciągu dwóch i pół roku (2020–2022) w Polsce powstało ponad 1 mln instalacji prosumenckich o mocy zainstalowanej 8 GW łącznie.

To ogromny sukces skutkujący potężnym rozwojem przemysłu. Powstało wiele fabryk, które opracowują własne technologie, wprowadzają je do produkcji i sprzedają na masową skalę. Dotyczy to nie tylko samych źródeł wytwórczych, tj. paneli (modułów) fotowoltaicznych, ale również oprzyrządowania – inwerterów, okablowania, elektroniki, konstrukcji wsporczych. Niektóre dane z rynku mówią, że w trudnym okresie pandemii w tym sektorze powstało ok. 100 tys. nowych miejsc pracy. Branża OZE zanotowała wówczas największe dochody na rynku, co przełożyło się na najwyższe wpływy podatkowe z tego sektora do budżetu państwa.

W związku z uruchomionymi przez rząd programami wsparcia w postaci tarczy antykryzysowej (to bezprecedensowa pomoc dla przedsiębiorców w całej historii Polski), liczyliśmy na odbicie się gospodarki po pandemicznej zapaści. Niestety rok 2022 przyniósł ogromne rozczarowanie. Kraj, który jest jednym z pięciu stałych członków Rady Bezpieczeństwa ONZ i brał udział w tworzeniu Karty Narodów Zjednoczonych, gwarantującej stabilizację

i pokojowe współistnienie państw po II wojnie światowej, złamał te zobowiązania i stał się agresorem. Agresja zbrojna Rosji na Ukrainę przynosi negatywne skutki dla całego świata, doprowadzając do wzrostu cen surowców energetycznych i napędzając inflację.

W obecnej sytuacji ważne jest, by myśleć o transformacji energetycznej bez ideologizowania, za to z troską o zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju. W decyzjach dotyczących energetyki trzeba uwzględniać tło geopolityczne i ekonomiczne, wyciągać wnioski ze światowego teatru zdarzeń politycznych (m.in. ubożenie społeczeństwa rosyjskiego, rywalizacja między Stanami Zjednoczonymi a Chinami). Nie można przyjmować celów, które nie są możliwe do spełnienia.

Polska jest dumna ze swojego członkostwa w Unii Europejskiej i czerpie z tego faktu korzyści. Rozwój cywilizacyjny i ekonomiczny kraju w ostatnich latach z pewnością nie byłby tak dynamiczny, gdyby nie nasze członkostwo w UE. Oczekiwałbym jednak,

że polityka europejska wobec transformacji energetycznej nie będzie podlegała ideologizacji. Powinna raczej odnosić się do ekonomii i nauk ścisłych, jak matematyka i fizyka, czy też do kwestii organizacji rynku. Dyskusja jest oczywiście wskazana, ale niemerytoryczne głosy oddalają nas od właściwych wniosków i podejmowania dobrych decyzji.

Na poziomie krajowym, w kwestii bezpieczeństwa energetycznego powinniśmy dążyć do osiągnięcia konsensusu i wypracowania doktryny energetycznej państwa określającej fundamentalne założenia związane z polityką energetyczną, które byłyby respektowane przez wszystkie kolejne rządy.

Pakiet REPowerEU został wprowadzony w odpowiedzi na agresję Rosji na Ukrainę. Uważam, że jego założenia są słuszne. W moich wypowiedziach medialnych także zachęcam do oszczędzania energii, i myślę, że jako społeczeństwo musimy się tego nauczyć, podobnie jak na poziomie gospodarstwa domowego nauczyliśmy się segregować odpady. Wypracowanie dobrych nawyków w kwestii wykorzystania energii przełoży się na oszczędności w budżecie domowym, ale także w skali masowej wpłynie na stabilizację systemu elektroenergetycznego. Trzeba mieć świadomość, że surowce energetyczne i sama energia stały się orężem Rosji w walce z Europą. Strategia agresora polega na próbie obłężenia i braniu przeciwnika głodem do momentu, aż gospodarki europejskie nie będą w stanie się dłużej bronić. Odpowiedzią na to zagrożenie są postulaty dywersyfikacji dostaw surowców oraz produkcji jak największej ilości energii we własnym zakresie, zawarte w REPowerEU.

Właśnie takie działania podejmuje rząd premiera Mateusza Morawieckiego. We wrześniu br. odbyła się uroczystość otwarcia gazociągu Baltic Pipe, w Świnoujściu funkcjonuje terminal LNG im. Prezydenta Lecha Kaczyńskiego, działają interkonektory gazowe z Litwą (GIPL) i ze Słowacją (co otwiera nas na Europę Południową). Ponadto, kontrakty podpisane na dostawę gazu skroplonego z USA i Kataru sprawiają, że spośród wszystkich członków UE

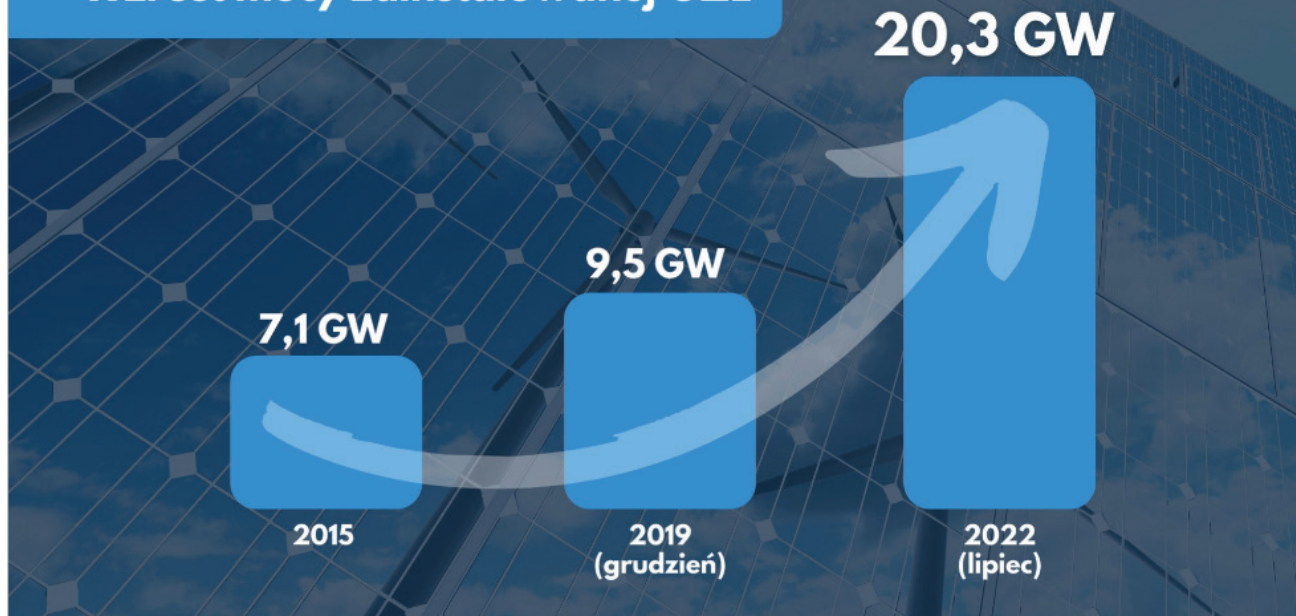
jesteśmy krajem najlepiej przygotowanym na tę niespodziewaną okoliczność wojenną. W Polsce mamy zupełnie inną sytuację niż np. w Niemczech, które decyzjami politycznymi z ostatnich lat uzależniły się od dostaw gazu z Rosji.

Polska gospodarka od dziesięcioleci bazuje na węglu kamiennym i brunatnym. Nawet jeśli w miksie dochodzi do wykładniczego wzrostu udziału odnawialnych źródeł energii, to łatwiej zarządzać przepływem i dystrybucją energii oraz organizacją systemu, jeśli podstawą miksu energetycznego jest energetyka wielkoskalowa wykorzystująca paliwa konwencjonalne, posiadająca cechy dużej elastyczności. Dzięki temu łatwiej jest się nam odnaleźć w sytuacji kryzysowej. Należy zdać sobie sprawę, że – zwłaszcza po roku 2050 – zdecydowana większość tych źródeł utraci swoje zdolności techniczne i będzie musiała zostać wyłączona z eksploatacji. Również wtedy powinniśmy pamiętać, że dla utrzymania suwerenności energetycznej kraju musimy mieć w podstawie systemu stabilną energię. Dlatego trzeba dbać o stan techniczny istniejącej infrastruktury, podobnie jak ze względów bezpieczeństwa dbamy o sprawność samochodu czy sprzętu AGD. Dzisiejsze bloki węglowe muszą nam posłużyć co najmniej do 2033–2035 r. – to wtedy według *Polityki energetycznej Polski...* na Pomorzu ma zostać oddany do użytku pierwszy blok jądrowy.

Zaryzykuję tezę, że im bardziej sprawną będziemy mieć w podstawie miksu wielkoskalową energetykę konwencjonalną wykorzystującą węgiel, a w przyszłości energię jądrową, tym więcej odnawialnych źródeł energii będziemy mogli przyłączać do krajowego systemu elektroenergetycznego. Wszystkie źródła energii powinny ze sobą współpracować.

Powyższe twierdzenie obala mit, który niepotrzebnie komplikuje dyskusję merytoryczną. Głosi on, że OZE walczą z węglem, a węgiel walczy z OZE. To nieprawda! Wszystkie źródła wytwórcze energii uzupełniają się i razem tworzą mikś, który pozwoli zapewnić bezpieczeństwo odbiorcom energii elektrycznej w Polsce.

Wzrost mocy zainstalowanej OZE



Chciałbym pokrótce powiedzieć o efektach polityki rządu wobec energetyki rozproszonej. Na ilustracji widać, jaki rozwój w ciągu niespełna siedmiu lat osiągnęły OZE. Wręcz gigantyczny wzrost odnotowała fotowoltaika, ale rozwinęły się także energetyka wiatrowa na lądzie, energetyka wodna oraz wykorzystująca biomasę i biogaz. Coraz częściej korzysta się też ze źródeł geotermalnych do celów ciepłowniczych, a także instaluje pompy ciepła. Można powiedzieć, że osiągnęliśmy wielki sukces.

Jako pełnomocnik rządu ds. OZE jestem z tego niezwykle dumny, ale odczuwam również niepokój o to, co może się wydarzyć, jeśli w tym kryzysowym momencie wzrostu cen energii zaniedbamy rozwój energetyki odnawialnej.

Możemy natomiast być spokojni o realizację celów wynikających z dyrektywy RED III, które mówią o podniesieniu udziału OZE w miksie energetycznym do poziomu 40%. Możemy przyjąć, że do roku 2030 przekroczymy poziom 50 GW mocy zainstalowanej w OZE. Kolejny ważny cel dotyczy zużycia końcowego w gospodarce określonej ilości energii brutto pochodzącej z odnawialnych źródeł

energii. Rada Ministrów w Uchwale z dnia 29 marca 2022 r. przyjęła, że do roku 2040 poziom ten będzie wynosił 50%. Według moich ustaleń pułap ten osiągniemy już w 2032 r., a może nawet w 2030 r. Pojawia się więc pytanie, czy warto tworzyć strategię w oparciu o dane, co do których wiadomo, że będą niedoszacowane. Uważam, że – mimo zastrzeżeń – ma to sens. Światowy megatrend, polegający na rozwoju energetyki rozproszonej, tj. kreowaniu rzeczywistości, w której monopol państwowy oddaje obywatelom możliwość wytwarzania energii, jest nie do zatrzymania. A jednak ten proces powinien podlegać systemowej kontroli, ponieważ energia nie jest produktem jak każdy inny, ale ma ogromne znaczenie dla bezpieczeństwa kraju.

W najbliższej przyszłości należy się spodziewać, że gospodarka światowa, w tym polska, będzie ulegać elektryfikacji. Energia elektryczna stanie się podstawą działania już nie tylko w sektorze energetycznym, ale również w innych branżach, jak transport, przemysł, biotechnologia czy budownictwo.

Firmy z tych sektorów będą podlegały stopniowemu „zazielenieniu”, tzn. w pobieranej przez nie energii

coraz większy udział będzie miała energia z OZE. Od wartości tego udziału będą zależały ich notowania – oceny światowych agencji ratingowych i banków, co będzie skutkowało rywalizacją przedsiębiorców w ich kategoriach rynkowych. W tym kontekście, jako pełnomocnikowi rządu ds. OZE, zależy mi, aby Polska miała jak najlepszy miks energetyczny, tj. taki, który zapewni konkurencyjność polskim przedsiębiorcom na rynkach międzynarodowych, a zarazem pozwoli zagwarantować odbiorcom nieprzerwane i stabilne dostawy energii.

Nie można zapominać, że system energetyczny bazuje na sieciach przesyłowych i dystrybucyjnych. Na początku ubiegłego roku prezes URE, pan Rafał Gawin, powołał zespół międzyresortowy w celu opracowania *Karty Efektywnej Transformacji Sieci Dystrybucyjnych Polskiej Energetyki*. Bardzo dużo obiecuję sobie po rezultatach tych prac, które niedługo mają zostać ogłoszone.

Potrzebny jest program finansowania rozwoju sieci oraz wprowadzania modyfikacji prawnych, które doprowadzą do szybkich zmian polskiego systemu elektroenergetycznego. Należy przemodelować system na dwukierunkowy, rozproszony, z dużą ilością źródeł, szczególnie na poziomie niskich napięć w aglomeracjach miejskich, gdzie będą funkcjonować sieci *smart grid* i systemy zarządzania energią.

Sieci powinny odpowiadać na największe wyzwania współczesnego świata, wykorzystywać magazyny energii, narzędzia cybernetyczne, sztuczną inteligencję, internet rzeczy, a także, jeśli rynek w tym zakresie się rozwinie – mechanizm blockchain.

W tej chwili prowadzimy prace legislacyjne nad projektami kilku aktów prawnych. Chcemy wprowadzić rozwiązania, które usuną bariery administracyjne i zdynamizują rozwój rynku OZE. To przede wszystkim nowelizacja Ustawy o odnawialnych źródłach energii (nr w Rządowym Centrum Legislacji UC99). Stanowi ona implementację dyrektywy RED II, a także wyznacza nowe parametry funkcjonowania

klastrów energii, wprowadza definicję biometanu i przedstawia program rozwoju energetyki opartej na tym surowcu, a także postuluje zmniejszenie lub całkowite zniesienie ograniczeń dotyczących małych źródeł wytwórczych.

Niedawno wprowadziliśmy ustawą zmianę systemu rozliczeń prosumentów. Do tej pory obowiązywała zasada net meteringu, która oznaczała, że nadwyżka wyprodukowanej energii była magazynowana centralnie i prosument w każdej chwili miał prawo ją odebrać. Oczywiście w praktyce do prosumenta wracała inna energia, gdyż jej magazynowanie jest możliwe tylko przez kilka-kilkanaście godzin. Pobór energii z takiego wspólnego rezerwuaru rodzi ryzyko, że w okresach zwiększonego zapotrzebowania (np. weekendy, święta) może zabraknąć nam energii. Dlatego też musieliśmy dokonać zmiany systemu rozliczeń na net billing. Umożliwia on sprzedaż nadwyżek energii, co działa stymulująco i motywuje do autokonsumpcji. Wracamy tym samym do pierwotnej idei prosumenta, który ma produkować energię na własne potrzeby.

W nowym systemie rozliczeń opłaca się być prosumentem. Przewiduję, że ten rynek nadal będzie dynamicznie się rozwijał. Zwłaszcza, że nowa, czwarta już edycja programu Mój Prąd, który był głównym impulsem do rozwoju fotowoltaiki prosumenckiej w Polsce, zakłada nie tylko dofinansowanie do instalacji fotowoltaicznej, ale także do magazynów energii, magazynów ciepła i systemów zarządzania energią na poziomie gospodarstwa domowego.

Zagadnieniem wartym omówienia jest korzystanie z magazynów energii na trzech poziomach magazynowania. Na poziomie podstawowym, gospodarstwa domowego, od lipca 2024 r. wejdzie w życie instytucja prosumenta wirtualnego i zaczną obowiązywać taryfy dynamiczne. Wskazane byłoby, abyśmy nauczyli się samodzielnie zarządzać energią w mieszkaniu, ale przy obecnym trybie życia, gdy większą część dnia spędzamy poza domem, może nas w tym wyręczyć sztuczna inteligencja.

Jak wspieramy rozwój OZE?



„Mój Prąd”



„Czyste Powietrze”



„Agroenergia”



ulga
termomodernizacyjna



Aukcje OZE



System FIT/FIP



Fundusze Europejskie

Przyszłością w tym obszarze jest tzw. internet rzeczy. Drugi poziom magazynowania energii to magazyny działające na sieciach dystrybucyjnych, szczególnie niskiego napięcia. Ich rozbudowa jest warunkiem *sine qua non* dla stabilizacji krajowego systemu energetycznego z dużym udziałem OZE, szczególnie skupisk wyspowych. Potrzebny jest program dofinansowania budowy magazynów na sieciach niskiego napięcia, szczególnie tam, gdzie występują skupiska źródeł wytwórczych OZE, w konsekwencji czego obecnie w sieciach pojawiają się problemy związane ze zjawiskiem pików napięcia w szczytach produkcji energii. Trzecim, najwyższym poziomem magazynów energii są elektrownie szczytowo-pompowe.

W ubiegłym roku premier Mateusz Morawiecki powołał zespół międzyresortowy, którego mam zaszczyt być wiceprzewodniczącym, zajmujący się opracowaniem programu budowy elektrowni szczytowo-pompowych w Polsce. To zadanie jest tak samo ważne, jak budowa energetyki jądrowej. Możliwość magazynowania energii (również nadmiaru energii z OZE)

pozytywnie wpłynie na bezpieczeństwo energetyczne kraju.

Chciałbym jeszcze powiedzieć o wielkim projekcie gospodarczym, jakim jest morska energetyka wiatrowa. W *Polityce energetycznej Polski...* założyliśmy, że do roku 2040 w krajowym systemie energetycznym znajdzie się 11 GW mocy zainstalowanej z tych źródeł. Tymczasem potencjał polskiego Bałtyku jest znacznie większy – panują tam bardzo dobre warunki wietrzne, mało jest dni bezwietrznych. Dodatkowo, stosunkowo płytki akwen i mocna geologicznie struktura dna morskiego tworzą okoliczności sprzyjające stabilnej pracy urządzeń. Gra jest warta świeczki, gdyż według ekspertów wspomniane 11 GW będzie stanowić aż 19% polskiego miksu w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną. Warto zauważyć, że 30 września 2020 r. z inicjatywy ówczesnego ministra klimatu Michała Kurtyki państwa basenu Morza Bałtyckiego, przy udziale Komisji Europejskiej, podpisały deklarację o współpracy na rzecz morskiej energetyki wiatrowej (Deklaracja Bałtycka). Z kolei 30 sierpnia 2022 r. w Kopenhadze odbyło się spotkanie z udziałem premiera Mateusza Morawieckiego, w ramach którego podpisano deklarację podnoszącą tę współpracę na wyższy, ścisły poziom (Deklaracja Marienborska).

Chciałbym także zauważyć, że ważnym obszarem w przyszłości będzie gospodarka wodorowa, zwłaszcza możliwość potraktowania wodoru jako magazynu energii.

Rozwój sieci takich urządzeń przyczyni się do stabilizacji krajowego systemu elektroenergetycznego. Dodam, że w ubiegłym roku z inicjatywy Ministerstwa Klimatu i Środowiska zostały zawarte cztery porozumienia sektorowe na rzecz rozwoju poszczególnych branży OZE: morskiej energetyki wiatrowej, gospodarki wodorowej, biogazu

i biometanu oraz fotowoltaiki – ze szczególnym uwzględnieniem przemysłu. Obecnie w ramach tych porozumień współpracuje ze sobą ponad sześćset podmiotów z Polski i zagranicy. To ogromna szansa, aby podnieść poziom local contentu, tj. zwiększyć polski wkład w transformację energetyczną, poczynając od myśli i rozwiązań technologicznych powstających na uczelniach i w instytutach badawczych, a skończywszy na udziale największych przedstawicieli polskiego przemysłu. Ogromnie cieszę się z uczestnictwa w tym procesie najlepszych polskich uczelni. W tym miejscu kieruję ukłony i podziękowania w stronę kadry naukowej i studentów Akademii Górniczo-Hutniczej, która jest stroną tych porozumień.

Jak zmienić rynki energetyczne, by wykorzystać potencjał energetyki obywatelskiej i prosumenckiej?

Grzegorz ONICHIMOWSKI

Prezes zarządu Towarowej Giełdy Energii (2002–2012). Szef zespołu ekspertów energetycznych Instytutu Obywatelskiego oraz starszy konsultant w NODES – europejskiej platformie elastyczności. Przedsiębiorca i menedżer z ponad trzydziestoletnią praktyką w sektorach energetycznym i IT. Niegdyś redaktor czasopisma „Bajtek”. Wykładowca Collegium Civitas, Uczelni Łazarskiego i innych szkół wyższych.



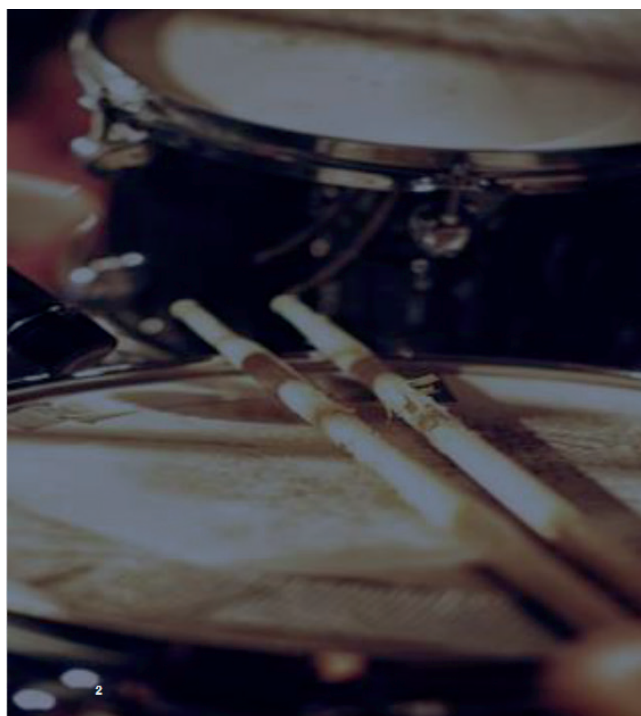
Podzielę się dziś swoimi doświadczeniami z pracy w charakterze doradcy biznesowego, ale również z działalności społecznej prowadzonej w ramach Instytutu Obywatelskiego, gdzie staramy się opracowywać nowe, alternatywne wobec pomysłów rządzących koncepcje rozwoju energetyki rozproszonej.

Na wstępie chciałbym zaznaczyć, że sformułowanie „rynek energii” jest nieco zwodnicze, bo w rzeczywistości będę mówił o wszystkich rynkach, na których działają podmioty będące na rynku energetycznym.

Rynki energii od zawsze są stymulatorami rozwoju branży energetycznej. Narodziły się w Wielkiej Brytanii za rządów Margaret Thatcher, kiedy o energetyce zaczęto myśleć już nie tylko jako o usłudze powszechnej, ale również jako o produkcie

komercyjnym, który może być sprywatyzowany i podlegać zasadom konkurencji. Następnie w Skandynawii narodziła się Nord Pool, czyli giełda energii, która wyznaczyła europejski standard tego, jak zorganizowany powinien być rynek energii elektrycznej. I nagle, w 2022 r., w opinii polityków i ekspertów ten rynek stał się niefunkcjonalny. Należy zastanowić się, co poszło nie tak oraz jak na nowo zorganizować rynek, aby usatysfakcjonować wszystkich jego uczestników.

Najważniejszą cechą, jaką powinien posiadać każdy rynek, zwłaszcza rynek energii, jest neutralność. Dlatego na ogół rynków nie organizują operatorzy systemów czy koncerny energetyczne, ale firmy takie jak Towarowa Giełda Energii, które nie mają sprecyzowanej pozycji ani interesu, są tylko placem handlowym.



PLAN

Gdzie jesteśmy

Główne cele

Rynek krajowy – wyjść z pułapki cen marginalnych

Rynki lokalne – sieć i rynki elastyczności/energii

Podsumowanie

ENERGETYKA RYNEK – TAK ALE JAKI?

GŁÓWNE CELE RYNKU

1. Neutralne miejsce spotkań kupujących i sprzedających
2. Zapewnienie bezpieczeństwa systemu energetycznego i bezpieczeństwa finansowego uczestników
3. Od Dark Spread i Spark Spread do Firm Spread czyli elastyczność kluczem
4. W kierunku systemu opartego na popycie
5. Dekarbonizacja
6. Oparcie na fizyce sieci
7. Sprawy międzynarodowe – łączymy, ale weryfikujemy
8. Wszechobecność danych

Oczywiście ważne jest zapewnienie bezpieczeństwa systemu energetycznego i finansowego uczestników rynku. Jego gwarancją jest system rozliczeń, prowadzony na ogół w ramach izb rozliczeniowych działających wewnątrz giełdy bądź przy giełdzie. Giełda gwarantuje wykonanie kontraktu zawartego na parkiecie, co oczywiście generuje pewne koszty dla uczestników transakcji.

O kosztach zabezpieczenia ryzyka rynkowego często mówi się jako o negatywnym elemencie funkcjonowania giełdy. Fundamentalnie się z tym nie zgadzam. One stanowią asekurację finansową dla uczestników, zabezpieczając zmienność na rynku.

Przypuśćmy, że na początku 2022 r. ktoś zawarł transakcję na rok 2023 po obowiązującej wówczas cenie ok. 600 zł/MWh. Dzisiaj na rynku terminowym cena energii wynosi 1700 zł/MWh. Ta różnica musi być zabezpieczona, inaczej nikt nie wykonałby takiego kontraktu, bo obecnie sprzedaż energii po 600 zł jest po prostu nieopłacalna.

Jeszcze pięć, siedem czy osiem lat temu nasz rynek energii działał stosunkowo płynnie. Niewielkie różnice w kosztach wytwarzania były regulowane przez takie systemy jak ETS, który próbował uczynić z gazu bardziej opłacalną technologię niż węgiel. Po drodze zgubiono jednak ideę zeroemisowości.

Aktualnie, w dobie wzrostu cen paliw kopalnych, źródła niskoemisyjne stały się bardzo konkurencyjne finansowo (zwłaszcza fotowoltaika i wiatraki). Problemem jest jednak charakterystyka ich pracy, czyli zależność od czynników pogodowych. Powinno nas to skłonić do ponownego zastanowienia się, co dzisiaj stanowi o wartości energii.

Po notowaniach Towarowej Giełdy Energii widać, że prawidłowości, które obserwowaliśmy do tej pory, przestają istnieć. Weźmy choćby rozróżnienie na taryfę szczytową (dzienną) i pozaszczytową (nocną). Godziny szczytowe przypadają m.in. o poranku, w porze pracy większości biur czy fabryk. W tym czasie energia zwykle jest droższa. Tymczasem w miesiącach letnich o tej porze dnia jest dużo słońca zasilającego fotowoltaikę. Energia ze słońca jest sprzedawana w niskiej cenie, co widać na TGE (Towarowa Giełda Energii). Energetyka rozproszona zmieniła mechanizm cenotwórstwa na giełdzie, spowodowała, że ceny w szczycie dziennym były niższe niż w dolinie nocnej, pod warunkiem, że zaistniały sprzyjające warunki pogodowe. Co za tym idzie, nagle spadło znaczenie takich parametrów jak *dark spread* (różnica między ceną energii elektrycznej a szacowanymi kosztami zmiennymi związanymi z produkcją energii elektrycznej z węgla) czy *spark spread* (analogicznie, w stosunku do gazu), a wzrosła istotność czynnika, który w literaturze jest określany jako *firm spread* i określa różnicę pomiędzy ceną energii, która jest

oferowana bez względu na warunki pogodowe, a energią, która jest produkowana z uwzględnieniem tych ograniczeń. Kluczem staje się zatem elastyczność, czyli dostępność mocy w określonym czasie i miejscu.

Ponieważ zmierzamy w kierunku systemu opartego na popycie, warto opracowywać rozwiązania, które wzmocnią jego elastyczność.

Dla przykładu, kilka tygodni temu kalifornijski operator zarejestrował stan zagrożenia analogiczny do tego, jaki niedawno wystąpił u nas, ale inaczej go zakomunikował. Przy użyciu systemu powiadomień na smartfony poinformował wszystkich obywateli Kalifornii, że istnieje zagrożenie dostaw energii elektrycznej, i poprosił o redukcję popytu. Odpowiedź była ogromna, popyt znacząco obniżył się w tych godzinach.

Powszechnie wiadomo, że musimy stworzyć taki rynek, który będzie wspierał dekarbonizację. Z kolei postulat związania rynku z fizyką sieci odnosi się do konieczności uwzględnienia kosztów sieciowych OZE. Państwo po to tworzy klasty, żeby na obszarach ich działania mieć możliwość dostępu do tańszej energii, aby zawierać transakcje np. z niższymi kosztami przesyłowymi, ze względu na brak ograniczeń sieciowych. Taki rynek pozwoliłby przewyższać ograniczenia sieciowe, które dzisiaj są zmurą nie tylko dla Polski. W kwestii spraw międzynarodowych ważne jest, by podczas łączenia się z innymi rynkami weryfikować, czy nie działają one na zupełnie innych zasadach, gdyż to mogłoby wypaczyć działanie naszego rynku. Ponieważ w dzisiejszych interesach coraz większą rolę odgrywają mikrotransakcje, więc bardzo wiele kontraktów jest zawieranych przez algorytmy i wspieranych przez sztuczną inteligencję, konieczna staje się wszechobecność danych. Na samym dole systemu powinien zatem istnieć rozbudowany *Smart Grid*, na którym wspierałaby się cała struktura transakcyjna.

Głównym powodem dzisiejszych kłopotów giełdy energii jest tak zwana cena marginalna, która występuje na rynku dnia następnego. Spotykają się tam oferty kupna i sprzedaży i na każdą godzinę

ogłaszana jest jedna wspólna cena. Szacuje się ją na podstawie wartości najdroższego źródła, które musi pracować, żeby pokryć popyt. W krajach Europy Zachodniej prawie zawsze jest to gaz, który z miesiąca na miesiąc staje się coraz droższy. Sytuacja ta nie dotyczy Polski, ponieważ u nas największy jest rynek terminowy, gdzie kontrakty zawierane są jak na Allegro – można złożyć zlecenie, które zostanie zaakceptowane przez kontrpartniera lub nie. Wartość każdej transakcji jest zatem inna.

W moim przekonaniu system ceny marginalnej długoterminowo nie może się utrzymać, choćby dlatego, że nie daje gospodarce i społeczeństwu żadnych sygnałów, które pozwalają wierzyć, że OZE produkują taniej energię.

Sądzę również, że brakuje instrumentów do lokalnego zaopatrzenia w energię i rynkowego wsparcia transformacji ku decentralizacji. Chodzi o narzędzia, dzięki którym moglibyśmy zawierać transakcje na rynkach lokalnych po niższych cenach uzasadnionych na przykład niekorzystaniem z całości systemu, a tylko z niewielkiej jego części.

Spróbujmy teraz znaleźć odpowiedź na pytanie, co doprowadziło do kłopotów rynkowych, z którymi borykamy się w 2022 r. Oczywiście i najważniejszym czynnikiem jest z pewnością wojna. Kolejny powód to załamanie się produkcji francuskich reaktorów jądrowych. Trzecią przyczyną jest zmniejszenie o połowę produkcji ze źródeł wodnych w Skandynawii, Francji i Szwajcarii. Wiąże się to oczywiście ze zmianami klimatycznymi, z suszą w zachodniej Europie i brakiem opadów śniegu ostatniej zimy w Skandynawii. Tymczasem produkcja ze źródeł wodnych jest głównym dostawcą cennej elastyczności w skali całego unijnego rynku energii.

Wszystko to doprowadziło do ujawnienia słabości konstrukcji rynków. Okazało się również, że kontrakty różnicowe to dzisiaj średni biznes, szczególnie dla źródeł OZE. Wiatr i energia słoneczna są obecnie tańsze niż jakiegokolwiek inne źródło energii, zwłaszcza gaz. Znaczna część energii wiatrowej

i słonecznej jest sprzedawana w ramach kontraktów różnicowych (CfD), gdzie płaci się wytwórcy stałą cenę niezależnie od ceny hurtowej. Wkrótce ci wytwórcy zaczną zwracać miliony do zarządcy rozliczeń, czyli *de facto* do skarbu państwa. Jednak część mocy ze źródeł odnawialnych jest wynagradzana przez kombinację zielonych certyfikatów (2C) i cen energii ustalanych przez gaz. Mamy więc do czynienia z niebywałą sytuacją, w której efektywność kosztowa odnawialnych źródeł energii nie jest przenoszona na ceny hurtowe lub na konsumentów.

Rozwiązaniem, które się nasuwa, może być rozszerzenie takiego systemu kontraktów długoterminowych na całą energetykę odnawialną. To jednak naraziłoby regulatora czy ustawodawcę na procesy ze strony inwestorów, zresztą z dużymi szansami na zwycięstwo. Istnieje również problem z energią sprzedawaną w ramach długoterminowych umów o zakup energii (PPA – *Power Purchase Agreement*) między indywidualnymi nabywcami a sprzedawcami – jedna lub obie strony mogłyby złożyć pozew o wywłaszczenie wartości. Musimy więc szukać innych pomysłów na przezwycięzenie kryzysu. Poniżej przedstawię moje luźne rekomendacje w postaci podziału rynku energii oraz utworzenia rynków terminowych zielonej energii.

Podział rynku

Na płaszczyźnie krajowej proponuję wprowadzenie podziału na rynek energii czystej i rynek energii wysokoemisyjnej. Niech gaz i węgiel ustalają cenę tylko dla tej części rynku, którą zaspokajają paliwa kopalne. Rynek energii niskoemisyjnej funkcjonowałby osobno, gromadząc OZE, energetykę jądrową, magazyny energii, być może także CCS. Należałoby wprowadzić na nim pułap cenowy, który byłby wystarczająco wysoki, żeby najbardziej dojrzałe technologie czystej energii (w tym nawet najdroższa, czyli w przypadku Polski offshore) mogły funkcjonować z zyskiem. W sytuacji, gdy rynek znalazłby się pod presją (w Polsce zdarzałoby się to często, bo mamy za mało czystej energii), reszta energii byłaby kupowana na rynku paliw kopalnych, gdzie ceny będą ustalone prawdopodobnie przez energię opartą na gazie. Zagwarantuje to, że większość energii elektrycznej będzie sprzedawana po cenie ustalonej przez tanie odnawialne źródła energii, a nie przez drogi gaz ze źródeł projektowanych na lata 2025–2027.

Rynki terminowe zielonej energii

Dodatkowo można podjąć próbę budowy rynków terminowych zielonej energii, gdzie dotychczasowe PPA mogłyby być ujawnione i zbywalne. Nabywca energii zabezpieczony takim kontraktem będzie mógł sprzedać go na otwartym rynku, podobnie jak dostawca. W ten sposób stworzylibyśmy płynny i przejrzysty długofalowy rynek kontraktów terminowych na czystą energię, który w dalszej kolejności należałoby ustandaryzować.

Dotychczasowe kontrakty CfD (*contract for difference*) mogłyby być dalej praktykowane, przy czym należałoby zmienić ich formułę. Zakłada się bowiem, że rządowa rola w dostarczaniu CfD ma polegać na dotacji, ponieważ sektor prywatny nigdy nie świadczył takiej usługi. Obecnie, gdy ceny wykonania CfD są poniżej cen hurtowych i pieniądze wracają do skarbu państwa, oczywiście staje się, że wcale nie są to dotacje. W rzeczywistości jest to umowa zamiany przeprowadzanej za pośrednictwem państwa: deweloperzy projektów wymieniają zmienne (ale być może wyższe) przychody krótkoterminowe na niższe (ale gwarantowane) przychody długoterminowe.

Właściwym celem ujawnienia i zbycia wszystkich umów PPA jest zapewnienie deweloperom lepszego sposobu zabezpieczenia długoterminowych przychodów z ich projektów, a nie sprzedaż energii monopolowi państwowemu (CfD) lub utrzymywanie niepełnego rynku zaledwie kilku prywatnych i tajnych kupujących (PPA). O tym, że rynek Tradeable PPA naprawdę działa, dowiemy się, gdy rząd będzie mógł wyjść z rynku swapów energii i wycofać kontrakty CfD.

Gdzie doprowadza nas wyżej zarysowany plan? Stworzyliśmy rynek czystej energii (CPM) i rynek energii kopalnej (FPM). CPM jest ograniczony do poziomu, który pozwala konkurować różnym formom czystej energii, a my zaprojektowaliśmy przejrzysty i płynny długoterminowy rynek kontraktów terminowych typu Tradeable PPA. W konsekwencji państwo nie jest już jedynym gwarantem ceny czystej energii poprzez CfD. Aby znaleźć jakiś punkt odniesienia, prześledźmy, jak wygląda sytuacja w Wielkiej Brytanii. CPM, powiązany z rzeczywistym kosztem produkcji czystej energii elektrycznej, pokryłby tam 60% obecnego zapotrzebowania na energię i zrobiłby to ze znaczną obniżką w stosunku do aktualnej ceny energii gazowej, zapewniając natychmiastową ulgę w rachunkach za media w UK. U nas różnica

mogłaby wynieść kilkanaście procent, ale warto choćby w takim stopniu zmniejszyć rachunki. Będzie to możliwe, jeśli starania opozycji dojdą do skutku i zniesiemy blokady dla projektowania i produkcji instalacji OZE w formule rozproszonej oraz uregulujemy kwestię offshore.

Rola rynku paliw kopalnych, o którym mówię, polegająca na uzupełnianiu produkcji z OZE, byłaby początkowo mocna i istotna, ale stopniowo traciłaby na ważności. Udział tego rynku (FPM) w całości systemu byłby pewnym transformacyjnym benchmarkiem. Z czasem jednak inwestorzy i użytkownicy straciliby nim zainteresowanie.

Sieć i rynki elastyczności energii

Drugą część mojego wykładu chciałbym poświęcić rynkom elastyczności energii zanurzonym głęboko w sieci. Podejrzewam, że to temat szczególnie istotny dla reprezentantów środowiska energetyki rozproszonej.

Państwo doskonale wiecie, że trwa właśnie oddolna rewolucja, a wy jesteście jej uczestnikami. Zmierzamy w kierunku świata zdecentralizowanego, rynku usług cyfrowych, odnawialnych źródeł energii oraz uczenia maszynowego (*machine learning*).

Warto przy tym zaznaczyć, że subsydia nie zastąpią rynku, a zatem rynek musi sam rozwiązywać problemy, które w tym systemie narastają.

A kłopoty się piętrzą, ponieważ system energetyczny jest dzisiaj mechanizmem takim jak samolot wyposażony w układ sterowania *fly by wire*. Chodzi o to, że współczesne samoloty nie mają zwykłej stabilności, neutralności (jaką miał chociażby szybowiec), ale ich pozycja w locie musi być cały czas korygowana. Dokładnie tak samo wygląda sytuacja systemu elektroenergetycznego, który rozwija się i obejmuje coraz więcej odnawialnych źródeł energii. Brak mocy jest wyzwaniem dla potrzebnej elektryfikacji. Produkcję z odnawialnych źródeł energii prowadzimy coraz głębiej, w szczególności na dachach domów prywatnych, czyli na sieci

najniższych napięć. W konsekwencji na wszystkich poziomach pojawia się coraz więcej ograniczeń. Rośnie potrzeba dostępu do bieżących informacji o statusie sieci. Dane powinny być dostarczane w czasie rzeczywistym, obrobione i zaprezentowane w sposób użyteczny, zaś całość powinna być obsługiwana przez cyfrowy system i zautomatyzowane operacje.

Warto uświadomić sobie, jak skomplikowaną sprawą na tym rozproszonym rynku jest ustalenie, kto właściwie dysponuje aktywami. Można tu zauważyć pewną kompleksowość. Weźmy przykład samochodu elektrycznego. Oczywiście podstawowym dyspozytorem aktywu jest jego właściciel. Nie można jednak pominąć roli samego auta, czyli jego technicznych ograniczeń (większość samochodów nie ma jeszcze dostępnej funkcji *Vehicle-to-Grid*). Swoje wymagania i bariery ma również ładowarka. Do tego dochodzi dostawca energii czy agregator, który ma ambicje przejęcia kontroli nad aktywami na naszym rynku. Na końcu tego łańcucha jest jeszcze firma sieciowa, która tak reorganizuje system, by maksymalnie wykorzystać istniejące w nim zasoby.

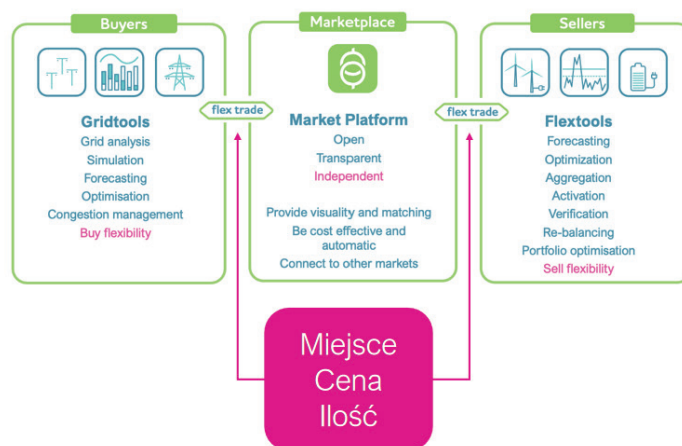
Dlatego tak ważne jest, by dla tych wszystkich uczestników komunikacji opracować wspólny język. Tym językiem musi być rynek.

W związku z tym w skali mikro, czyli w skali sieci dystrybucyjnych, powinniśmy umożliwić tworzenie otwartych, transparentnych i niezależnych platform handlowych, które byłyby dostępne zarówno dla produktów typu elastyczność (czyli inaczej moc zlokalizowana dodatnia lub ujemna), jak i dla samej energii, a konkretnie dla jej nadwyżek, których nie możemy wysłać w sieć, ale możemy zagospodarować na miejscu. W tym układzie mamy również sprzedawców, którzy będą optymalizować zachowania swoich klientów. Powinniśmy znaleźć także miejsce na agregację tych wszystkich źródeł, na ich weryfikację, aktywizację itd. Po drugiej stronie są np. firmy sieciowe, które na rynku elastyczności mogą być zarówno kupcami, jak i sprzedającymi, co szczegółowo omówię nieco dalej.

Nowy rynek byłby przeniesiony na szczebel spółki dystrybucyjnej, odbywałyby się na nim transakcje sprzedaży i kupna zarówno energii, jak i elastyczności, a jego celem byłoby zoptymalizowanie sieci.

Zręby takiej struktury już istnieją – w postaci rynków hurtowych energii oraz rynków usług systemowych kupna rezerw przez operatora systemu przesyłowego. Dzisiaj za bilansowanie odpowiedzialny jest

Wspólny język



tylko operator systemu przesyłowego, ale w przyszłości ta odpowiedzialność musi przenieść się niżej, ponieważ większość aktywów wytwórczych znajdzie się głębiej w sieci. Mamy coraz więcej źródeł odnawialnych o zmiennej charakterystyce oraz prosumentów, którymi niekoniecznie są obywatele indywidualni, a coraz częściej firmy, bo to one są najbardziej zainteresowane redukcją kosztów. Mamy więc mikrosieci i podmioty odpowiedzialne za bilansowanie. Mamy albo powinniśmy mieć coraz więcej agregatorów, którzy będą lokować się na rynku elastyczności lub na lokalnym rynku energii zanurzonym w sieć i zlokalizowanym w określonym budownictwie. Tak rozumiany rynek elastyczności działa na przykład w Norwegii, gdzie przy użyciu platformy NODES (to jedno z kilku narzędzi wykorzystywanych w Europie) tworzy się obszary, na których odbywa się ten handel.

W rzeczywistości, w której podstawą działania są rozproszone systemy elastyczności i aktywa wytwórcze tworzące swoiste strefy cenowe, można pokusić się o zbudowanie lokalnych rynków energii, na których można byłoby zdefiniować inne koszty sieciowe.

Taka idea wykracza poza pomysł samych linii bezpośrednich (OSD lub lokalnych OSDn). Można też budować zasięg rynków w oderwaniu od topologii sieci, np. poprzez objęcie lokalnych społeczności, które są otwarte na inwestycje w OZE, czy też poprzez współpracę między lokalnymi samorządami

a właścicielami takich aktywów. Sądzę, że po uchyleniu zasady 10H i podjęciu decyzji o możliwości ustawiania np. farm wiatrowych na określonych terenach, lokalni mieszkańcy będą mogli kupować z tej instalacji pewną ilość energii po preferencyjnej cenie. Oczywiście te propozycje nie wyczerpują możliwych reform rynków energii i mocy, ale od czegoś musimy zacząć rozmowę z Unią Europejską na ten temat.

Na koniec kilka słów o obecnej sytuacji legislacyjnej.

Otóż myślę, że stoimy przed nieuchronnością zastosowania pewnego rozwiązania silosowego, w którym na poszczególne technologie zostałyby narzucone ceny maksymalne.

Wyznaczenie ceny marginalnej powyżej cen maksymalnych poszczególnych technologii będzie skutkowało zgromadzeniem funduszu rozliczeniowego dla osób zagrożonych ubóstwem energetycznym. Natomiast na rynkach terminowych, szczególnie w Polsce, gdzie mamy do czynienia z rynkami stałej ceny, zastosowanie ceny maksymalnej dla poszczególnych technologii wydaje się jedynym sposobem na obniżenie ceny na rynku terminowym. Żeby nie wylewać dziecka z kąpielą, należy przy tym zapewnić sensowny zwrot kosztów oraz marżę dla firm energetycznym, ale w taki sposób, by nie obciążać zanadto gospodarki. Taka jest moja recepta, a właściwie zarys propozycji.

10 kroków do wyjścia z kryzysu

Joanna MAĆKOWIAK- -PANDERA

Prezeska Forum Energii. Specjalizuje się w tematyce europejskich regulacji energetycznych i klimatycznych, rynków energii, OZE i wyzwań transformacji energetycznej. Przez trzy lata była szefową projektu współpracy energetycznej w Europie Wschodniej w berlińskim think tanku Agora Energiewende. W przeszłości pracowała jako dyrektorka ds. rozwoju rynku w duńskim koncernie DONG Energy (obecnie Orsted). Podczas prezydencji Polski w Radzie UE jako podsekretarz stanu w Ministerstwie Środowiska była odpowiedzialna za negocjacje klimatyczne i środowiskowe. Autorka wielu publikacji w zakresie energetyki, rynków energii i modernizacji energetyki. Ma doktorat w dziedzinie nauk środowiskowych.



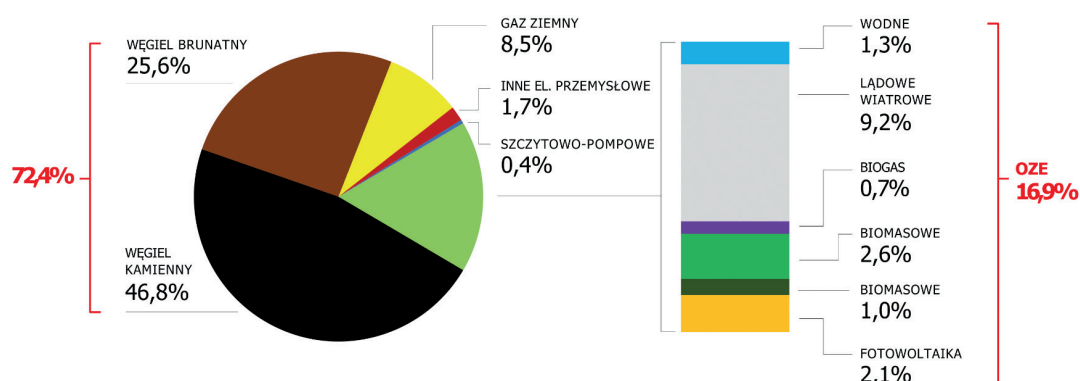
Chciałabym zaprezentować program 10 kroków, dzięki którym możliwe będzie wyjście z kryzysu energetycznego. Rekomendacje są wynikiem pogłębionych analiz wykonanych przez specjalistów z Forum Energii.

Zacznijmy od zarysowania kontekstu i postawienia diagnozy stanu obecnego dla Polski.

Produkcja energii elektrycznej z węgla w Polsce, po okresie spadku (w 2010 r. stanowiła 69% miks), w 2021 r. zanotowała wzrost do 72%, a w 2022 r. ten odsetek będzie prawdopodobnie jeszcze wyższy. Trzeba mieć świadomość, że tę produkcję napędzają nie tylko krajowe potrzeby, ale także sytuacja na rynkach sąsiednich (np. w Niemczech czy Czechach,

gdzie ceny energii elektrycznej są bardzo wysokie). Dodatkowo, po raz pierwszy od wielu lat Polska zaczęła eksportować energię, zużywając tym samym własne zapasy węgla – niegdyś ogromne, teraz rekordowo niskie. Jednocześnie w krajowej produkcji energii elektrycznej mamy niewielki udział gazu ziemnego i OZE. Co prawda w ostatnich latach obserwujemy rozwój fotowoltaiki, ale już na przykład energetyka wiatrowa znajduje się w stagnacji ze względu na obecne regulacje.

W Polsce wciąż żyjemy sukcesem, który osiągnęliśmy w latach 1988–1990, gdy znacznie zredukowaliśmy poziom emisji CO₂. Był to jednak w dużej mierze efekt uboczny upadku przemysłu w związku z przechodzeniem na inny model gospodarczy.



Źródło: własne opracowanie na podstawie danych ARE.

Obecnie, w stosunku do zobowiązań unijnych i pilności działań w związku z kryzysem klimatycznym, spadki emisji w Polsce nie są imponujące.

Od lat 90. w energetyce zredukowaliśmy produkcję gazów cieplarnianych zaledwie o 25%. Lepszy wynik osiągnęliśmy w ciepłownictwie, ale od kiedy UE w 2005 r. ustaliła wspólną dla wszystkich państw członkowskich metodę rozliczeń, nasze osiągnięcia na tle innych krajów nie wypadają najlepiej. Spośród całej Unii jedynie Estonia emituje więcej zanieczyszczeń powietrza niż my.

Emisyjność produkcji energii elektrycznej ma przełożenie na ślad węglowy wszelkich polskich produktów, co z kolei będzie miało ogromny wpływ na naszą gospodarkę.

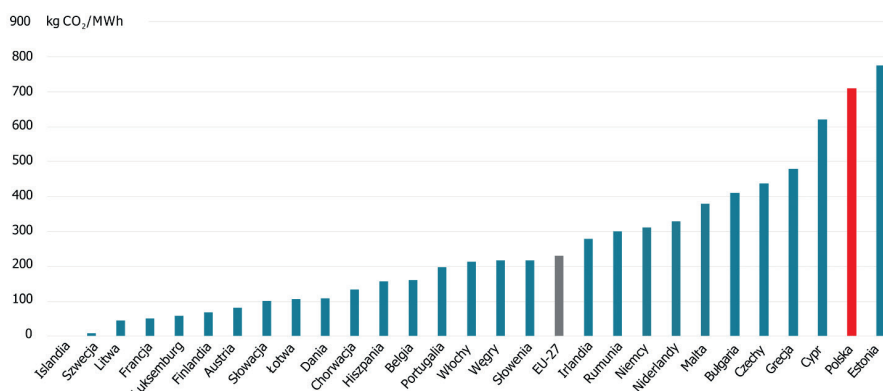
Od przyszłego roku w życie wchodzi regulacje, które będą zmuszały wytwórców do podawania informacji o emisyjności

produktów znajdujących się w obrocie handlowym w UE i na świecie. Zatem jeśli szybko nie obniżymy emisji CO₂, to w związku z nowymi standardami towary produkowane w Polsce mogą wypadać z łańcuchów dostaw.

Wciąż niewiele się u nas o tym mówi i ta niewiedza może się na nas wkrótce zemścić. Na szczęście na sygnały reaguje przemysł. Wiele firm jest zainteresowanych rozwijaniem w obrębie swojej działalności źródeł odnawialnych w ramach kontraktów PPA (*Power Purchase Agreement*) – właśnie po to, żeby się „zazielenić”, zmniejszyć ślad węglowy swojej produkcji.

Ceny gazu, niezależnie od platformy handlowej, od kilku miesięcy rosną w zastraszającym tempie. Ta bezprecedensowa sytuacja musi mieć wpływ na strategię energetyczną naszego kraju. W polskiej polityce od dawna istnieje świadomość nieuchronnej konieczności transformacji sektora energetycznego. Dotąd zakładaliśmy jednak, że surowcem, który pomoże nam odejść od węgla, będzie właśnie gaz. Z tego względu dywersyfikowaliśmy źródła jego dostaw, budowaliśmy Baltic Pipe, żeby nie uzależnić się od rosyjskiego paliwa. Dziś już

Emisyjność produkcji energii elektrycznej



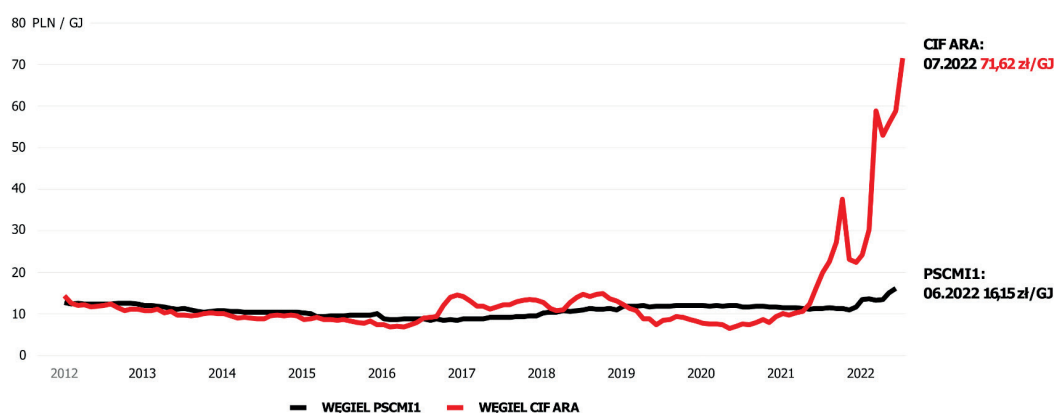
Źródło: własne opracowanie na podstawie danych EEA.

jednak wiadomo, że rolę gazu w energetyce będzie trzeba ograniczać. Rozwój gazu można wspierać jedynie tam, gdzie zastępuje on bardziej emisyjny węgiel i gdzie nie ma obecnie dla niego alternatyw.

Kolejnym dużym problemem są **ceny węgla kamiennego**. Poniższy wykres pokazuje wzrost cen surowca na rynku globalnym (tzw. ARA – Amsterdam, Rotterdam, Antwerpia). Indeks PSCMI to

z kolei informacja na temat cen krajowego węgla. Wskazuje on, że ceny w Polsce są oderwane od rynków globalnych, głównie dlatego, że były zawierane przez elektrownie z kopalniami w czasach, kiedy węgiel w Polsce był droższy niż na świecie. Główny czynnik napędzający wzrost cen energii elektrycznej w Polsce został uchwycony właśnie na tym wykresie. W 2022 r. widoczne jest odrywanie się cen węgla od wieloletniego *status quo* i stopniowe

Ceny węgla kamiennego



Źródło: własne opracowanie na podstawie danych ARP, NBP; Węgiel CIF ARA - indeks Coal (API2), CIF ARA (ARGUS-McCloskey), Futures (MTFcl).

wyrównywanie się ich do cen ARA. Nasze ceny jeszcze nie osiągnęły najwyższego możliwego pułapu (w tej chwili tona węgla kosztuje w Polsce ok. 350 zł, podczas gdy na rynku globalnym trzeba zapłacić ok. 1800 zł). W interesie kopalni leży, by krajowa cena zbliżyła się do ceny globalnej. Spółki energetyczne w kontraktach terminowych na kolejny rok podnoszą koszty energii elektrycznej również dlatego, że same nie wiedzą, po ile ten węgiel w przyszłym roku kupią. Wszystkie te czynniki napędzają obserwowany przez nas obecnie rajd cen energii elektrycznej.

W Polsce, mimo alarmujących informacji o kwotach kontraktów na przyszły rok (prognozowano 2700 zł/MWh), obecnie ceny energii elektrycznej na giełdzie są relatywnie niskie, ponieważ, w przeciwieństwie do innych europejskich państw, w naszym miksie energetycznym nie ma wiele gazu, a zatem cenę krańcową wyznaczają głównie jednostki węglowe. W ostatnim czasie spadły ceny uprawnień do emisji CO₂ i obecnie kształtują się na poziomie ok. 70 euro za tonę. Dobra wiadomość jest taka, że polskie elektrownie mają zakontraktowany węgiel w naszych kopalniach, nie jesteśmy uzależnieni od importu surowca. Te kontrakty są co prawda zrywane, właśnie dlatego, że kopalnie próbują renegocjować ceny, ale na tym właściwie polega nasz jedyny problem z dostawami węgla. Można więc powiedzieć, że sytuacja polskiej energetyki jest relatywnie dobra, zwłaszcza w porównaniu z Niemcami, gdzie widać duży niepokój o to, czy – ze względu na uzależnienie gazowe od Rosji – system zupełnie się nie wywróci. Co prawda w tej chwili magazyny gazów w UE są wypełnione niemal w 100%, ale napięta sytuacja geopolityczna wywołuje duży stres.

Istotnym zaniedbaniem jest fakt, że przez lata w naszym kraju nie odbyła się poważna dyskusja na temat tego, **ile płacimy za importowane paliwa kopalne**. W 2021 r. była to dosyć duża suma – prawie 90 mld zł. W bieżącym roku na pewno będzie ona jeszcze wyższa. Dane na ten temat wciąż nie są w pełni znane, ale póki co wiadomo, że za sam importowany węgiel – wykorzystywany głównie do celów grzewczych, i to w większości przez gospodarstwa domowe – w okresie od stycznia do lipca 2022 r. zapłaciliśmy 6 mld zł. Z pewnością jeszcze droższy będzie gaz, nie wspominając o ropy. Myślę, że całkowity koszt importu paliw kopalnych może być w tym roku nawet dwa razy wyższy niż w ubiegłym.

W związku z tym powinniśmy poważnie przemyśleć, ile paliw kopalnych potrzebujemy w kolejnych latach oraz ile jesteśmy w stanie wydawać na ich zakup. Zmniejszanie uzależnienia od importu paliw kopalnych to zwiększanie bezpieczeństwa energetycznego kraju.

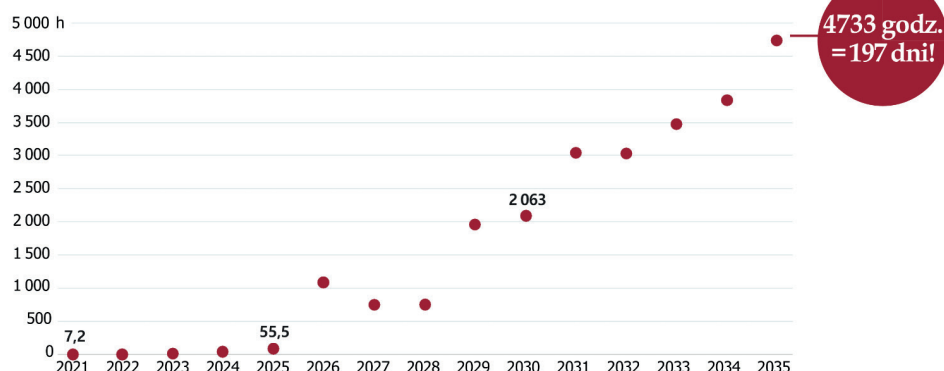
Moim zdaniem działania, do których posunęła się w tym roku Rosja, odcisną trwałe piętno na rynkach energii. Staną się one bardziej podatne na różnego rodzaju spekulacje, nie tylko ze względu na *market power* firm energetycznych, ale też w wyniku społecznej paniki. Emocje nakręcane przez media tradycyjne i social media przekładają się na fizyczne niedobory paliw i wzrosty ich cen. Większość krajów unijnych przez lata zaniedbała kwestię niezależności energetycznej. Dużo działań było nakierowanych na zapewnienie dostępu do gazu, natomiast w kwestii węgla doprowadziliśmy do sytuacji, że wiele gospodarstw domowych jest w pełni uzależnionych od rosyjskiego surowca i mamy problemy ze zbilansowaniem dostaw.

Chciałam jeszcze powiedzieć o szokujących wnioskach aktualnego raportu Ministerstwa Klimatu i Środowiska dotyczącego perspektyw rozwoju systemu energetycznego w kontekście wystąpienia ryzyka niezbilansowania mocy.

Wynika z niego, że zmierzamy w stronę ogromnego **deficytu mocy**, który w 2035 r. może objąć nawet dwieście dni. Jeżeli nie zaczniemy uzupełniać braków, przez ponad połowę roku będziemy borykać się z niezbilansowaniem dostaw energii elektrycznej!

Tymczasem w najbliższych latach czeka nas zamykanie jednostek, które są bardzo stare, działają nawet ponad pięćdziesiąt lat. W tym roku zostaną wyłączone trzy „dwusetki”, a brakuje planów budowy nowych mocy. Nie można traktować kryzysu jako metody redukcji zapotrzebowania. Kryzysowi

Kryzys krajowy - czas trwania deficytów mocy



Oczekiwany sumaryczny czas trwania deficytów mocy LOLE (Loss of Load Expectation).

Uwaga: scenariusz pesymistyczny przy uwzględnieniu braku odtworzenia mocy nJWCD ciepłych, wartości średnie
Źródło: Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Sprawozdanie z wyników monitorowania bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, 2021

trzeba przeciwdziałać. Problemy ze zbilansowaniem staną się faktem po 2025 r., kiedy przestanie działać rynek mocy i przez Europę przejdzie fala wyłączeń elektrowni węglowych ze względów ekonomicznych. W odpowiedzi na wyżej wymienione zagrożenia chciałam przedstawić propozycję 10 kroków do wyjścia z kryzysu.

Krok 1. Wzmocnienie planowania i wdrażania procesów decyzyjnych

Obecnie można zaobserwować ogromne upolitycznienie decyzji podejmowanych w sektorze energetycznym.

Jako Forum Energii rekomendujemy, by – wzorem innych krajów, jak na przykład Francja, Niemcy czy Wielka Brytania – powołać wielostronną komisję ekspercką ds. energii. Jej funkcjonowanie pozwoliłoby rządowi uniknąć odpowiedzialności za trudne, niepopularne, ale konieczne decyzje, których pozytywne efekty będą zauważalne w perspektywie dłuższej niż kolejne wybory.

Powinniśmy też jasno określić cele dla polityki energetycznej, na przykład w kwestii rozwoju nowych mocy czy redukcji emisji. Dla wzmocnienia planowania i procesów decyzyjnych konieczna będzie także reforma instytucji wdrażających. Problemem ich funkcjonowania w obecnej postaci jest zatrzymywanie wiedzy będące efektem ogromnej rotacji na stanowiskach eksperckich. Trzeba mieć świadomość, że struktury tych instytucji powstawały w latach 90., kiedy nowoczesna myśl energetyczna była tematem niszowym, energetykę uznawano za układ samoistny, samodzielnie się regulujący i niewykazujący większych interakcji z innymi elementami gospodarki. Dzisiejszy kryzys jasno dowodzi, że energetyka stanowi układ naczyń połączonych z innymi sektorami. W instytucjach wdrażających powinni pracować ludzie, którzy to rozumieją. Na pewno trzeba wzmocnić Urząd Regulacji Energetyki, bo w obecnej sytuacji (kłopoty po stronie odbiorców, wzrost marż) widać, że nie panuje nad wzrostami cen. Można powiedzieć, że aktualnie instytucje energetyczne działają niejako pod zastoną dymną – łatwo jest im zrzucić winę za kryzys na czynniki zewnętrzne i posłużyć się przykładem innych krajów europejskich. Prawda jest jednak taka, że Polska nie jest Niemcami, gdzie wzrost cen energii wynika z droższego gazu, albo Francją, gdzie połowa elektrowni jądrowych w tej chwili nie działa. W Polsce nie występują tak fundamentalne problemy, więc ceny wcale nie muszą być takie wysokie.

Krok 2. Wydzielenie aktywów węglowych

Działanie polegające na wydzieleniu aktywów węglowych jest co do zasady słuszne, bo spółki energetyczne rzeczywiście nie będą w stanie prowadzić inwestycji w czyste źródła, a banki nie sfinansują aktywów węglowych. Proces musi być jednak przeprowadzony na podstawie niezależnego audytu, który określi zasobność złóż i wytyczy perspektywę ich wykorzystywania po uwzględnieniu realnych kosztów wydobywania węgla i produkcji energii elektrycznej. Na pewno nie można budować przy tym jednego tworu, takiego jak Narodowa Agencja Bezpieczeństwa Energetycznego (NABE).

W sytuacji aktualnej destrukcji rynku energii działanie w sposób scentralizowany jest nieskuteczne i rodzi ryzyko arbitralnego sterowania cenami energii.

Jest to szczególnie groźne wobec faktu zniesienia obliża giełdowego, czyli obowiązkowego handlu energią na Towarowej Giełdzie Energii, i może spowodować, że mechanizm ustalania cen energii będzie kompletnie zaciemniony, podobnie jak obraz kondycji sektora energetycznego.

Krok 3. Strategia dla gazu

Musimy przeanalizować zużycie gazu w całej gospodarce i usunąć go z tych sektorów, które mogą się bez niego obejść. Takim obszarem są na przykład gospodarstwa domowe, ze względu na upowszechnienie się technologii takich jak pompy ciepła, elektryfikacja czy – w wyjątkowych przypadkach – nawet udział biomasy. Niemożliwa wydaje się jednak całkowita rezygnacja z gazu w ciepłownictwie systemowym, choćby dlatego, że elektroenergetyka będzie potrzebowała elastycznych jednostek do bilansowania systemu korzystającego ze zmiennych źródeł odnawialnych. Teoretycznie przyszłością jest zielony gaz, ale myślę, że na jego upowszechnienie musimy poczekać jeszcze kilka lat.

Obiecujący jest fakt, że zmieniają się koszty wytwarzania różnych technologii. Wspomniany zielony gaz jeszcze niedawno wydawał

się całkowiec niekonkurencyjny i drogi, a teraz staje się bardziej opłacalny.

Krok 4. Strategia dla OZE i plany rozwoju sieci do 2030 r.

Nie ma innej metody na ograniczenie presji zużycia paliw kopalnych oraz na obniżenie ich cen niż bardzo ambitna strategia rozwoju odnawialnych źródeł energii. W perspektywie 2030 r. co najmniej 50% energii powinno pochodzić z OZE – przy czym są to dane z ubiegłego roku, moim zdaniem w obecnej sytuacji ten cel powinien być jeszcze wyższy. Stoimy przed dużym wyzwaniem, którego realizacja będzie znaczącym obciążeniem dla sieci. Te zaś nie są odpowiednio przygotowane, zwłaszcza że dynamika rozwoju OZE jest często trudna do przewidzenia, czego najlepszym przykładem jest boom na energetykę słoneczną.

Mimo to musimy mobilizować spółki dystrybucyjne, by dostosowywały sieci do potrzeb ambitnie rozwijającego się sektora OZE.

Krok 5. Plany budowy elektrowni atomowej w realnych ramach czasowych i finansowych

Gdyby w naszym systemie energetycznym istniała elektrownia jądrowa, nasza sytuacja byłaby znacznie bezpieczniejsza. W ostatnich dniach bardzo dużo mówi się o budowie w Polsce takich elektrowni, podpisywane są listy intencyjne, ale realnie energetyka jądrowa może pojawić się u nas najwcześniej za 15 lat. Tymczasem problemy sektora tylko się nawarstwiają, prowadząc do zagrożenia bezpieczeństwa energetycznego. Przez następnych kilkanaście lat będziemy borykać się z trudną sytuacją ryzyka niezbilansowania dostaw energii. Dlatego konieczne jest profesjonalne zaprojektowanie realizacji elektrowni atomowych w realnych ramach kosztowych i czasowych.

Krok 6. Wsparcie budowy mocy dyspozycyjnych do 2030 r.

W najbliższych latach technologie węglowe będą systematycznie znikły z polskiego systemu elektroenergetycznego. Ponieważ na razie nie mamy czym zapełnić tej luki, nasze bezpieczeństwo dostaw energii jest zagrożone. Powinniśmy postawić na budowę mocy dyspozycyjnych do 2030 r. Polska

potrzebuje 11 GW mocy sterowalnych. Najłatwiej pozyskać je z gazu, ale w obecnej sytuacji to też nie jest surowiec, na którym można by budować stabilność systemu.

Konieczne jest pilne zrewidowanie skuteczności istniejących mechanizmów wsparcia dla kogeneracji, zarówno w ramach rynku mocy, jak i w ramach aukcji na premię do ceny energii.

Nasz kraj dysponuje dużym potencjałem przyrostu mocy kogeneracyjnych, który jak dotąd nie został wykorzystany. Należy mocniej premiować elastyczność ciepłownictwa i zdolność do jej uczestniczenia w bilansowaniu KSE.

Krok 7. Modyfikacje rynku mocy – w stronę czystego rynku mocy

Rynek mocy wspiera głównie technologie węglowe, które są w tej chwili najbardziej dostępne i sterowalne. Od 2025 r. nie będzie to już jednak możliwe, wskutek czego rynek ten ulegnie degradacji. Może pojawić się pokusa, by już teraz go likwidować, ale moim zdaniem jest na to za wcześnie. On wciąż jest istotny dla operatora systemu. Niedawno dzięki mechanizmom rynku mocy udało się uniknąć dramatycznego zagrożenia dla dostaw energii. Trzeba dążyć do reformy rynku, tak żeby był czysty i spełniał regułę 550 g/kWh.

Krok 8. Plan odejścia od węgla

Odejście od węgla w perspektywie dziesięciu czy piętnastu lat jest koniecznością wynikającą choćby z faktu wyczerpywania się zasobów dobrej jakości. Procedura sprowadzania węgla z Rosji wynikała właśnie z braku na polskim rynku surowca o niskim zasiarczeniu, którym można palić bezpośrednio w przydomowych kotłach. Ponadto Polska uczestniczy w słusznych europejskich działaniach na rzecz osiągnięcia neutralności klimatycznej, ograniczania emisji, poprawy jakości powietrza, więc ten proces i tak będzie postępował. Trzeba podjąć starania, by uzupełnić krajowy system elektroenergetyczny (KSE) nowymi mocami wytwórczymi oraz nie dopuścić do powtórzenia scenariusza z lat 90., gdy na skutek zamykania zakładów przemysłowych rzesza ludzi została bez pracy i wsparcia państwa.

Krok 9. Elastyczne i efektywne wykorzystanie zasobów KSE

Przede wszystkim powinniśmy zwiększać elastyczność istniejącego już systemu energetycznego, żeby przygotować go na przyjęcie dużych ilości OZE.

Coraz częściej pojawiające się na polskich ulicach samochody elektryczne z jednej strony są obciążeniem dla sieci, ale z drugiej dają możliwość aktywnego uczestnictwa w bilansowaniu. Polska jest też trzecim na świecie rynkiem pod względem szybkości rozwoju technologii pomp ciepła. Trzeba umiejętnie włączyć je w system energetyczny, tak żeby maksymalnie przesunąć zużycie poza szczyt zimowy. Uważam, że niebawem czeka nas również radykalna reforma taryf, bo obecny system jest nieelastyczny, nieefektywny i nieprzystosowany do zmieniającej się rzeczywistości na rynku energii.

Krok 10. Reforma systemu finansowania

Teoretycznie Polska wciąż może mieć dostęp do dużych pieniędzy z funduszy unijnych, choć Krajowy Plan Odbudowy jest zablokowany ze względów politycznych. To wielka strata, bo moglibyśmy dzięki niemu stworzyć duży projekt modernizacji energetyki i wsparcia gospodarstw domowych oraz poprawy jakości powietrza. Sugestią Forum Energii jest, żeby zacząć inaczej myśleć o sposobie finansowania inwestycji.

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej był ważną instytucją na miarę wyzwań lat 90., kiedy powstawał. Dziś musimy jednak działać na szerszą skalę. Obecne realia to ogromna liczba mniejszych projektów, których realizowanie powinno być moim zdaniem wspierane przez samorządy.

Dyskusja o dystrybucji węgla pokazuje, jak istotna jest ich rola w dostarczaniu energii elektrycznej, ciepłej i w zaopatrywaniu mieszkańców. Oto podstawa, na której można budować nowy system wsparcia.

Polska transformacja energetyczna – pytania fundamentalne

Wojciech MYŚLECKI

Profesor honorowy Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Wieloletni pracownik naukowo-dydaktyczny na Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej. Działacz opozycji demokratycznej (1968–1989). Prezes zarządu Polskich Sieci Elektroenergetycznych (1998 r.). Były członek rad nadzorczych (m.in. PSE, Tauron, KGHM, Alior Bank). Obecnie członek zarządu spółki doradczej Global Investment Corporation oraz przewodniczący rady nadzorczej Ekoenergetyka – Polska S.A.



W przyszłości podstawową wykorzystywaną na świecie formą energii będzie elektryczność. Transformacja energetyczna będzie zatem oznaczać *de facto* transformację globalnej gospodarki do tej sytuacji. Moi poprzednicy szczegółowo opowiedzieli już o zmianach czekających polski rynek energii elektrycznej. W swoim wykładzie chciałbym zarysować szerszy kontekst zewnętrznych uwarunkowań, które będą wpływać na polską energetykę. W dalszej części przedstawię charakterystykę transformacji energetyki w formie odpowiedzi na trzy fundamentalne pytania.

Pytanie 1. Jakie paradygmaty społeczne i gospodarcze wyznaczają kierunek światowej transformacji energetycznej?

Żyjemy w czasach rewolucji przemysłowej 4.0, której cechą jest przenikanie się trzech dotąd funkcjonujących osobno struktur sieciowych – energetycznej,

komunikacyjnej i logistycznej. Ich konsolidacji towarzyszy powstawanie aplikacji o przełomowym znaczeniu dla analizy wielkich zbiorów danych (popularnie nazywanych technologiami *big data*) oraz coraz szersze wykorzystanie inteligentnych programów i adaptacyjnych, ulepszonych algorytmów, które wspólnie noszą nazwę sztucznej inteligencji. Wymienione wielkie osiągnięcia technologiczne, o strukturze charakterystycznej dla sieci, mają w tej chwili ogromne oddziaływanie na każdy aspekt naszego życia.

Analiza dawnych przełomów społecznych, cywilizacyjnych i gospodarczych daje wyobrażenie o cykliczności pewnych wydarzeń. Na tej podstawie można przewidywać, że w niedalekiej przyszłości nastąpi konsolidacja wielu odkryć i wynalazków, w wyniku której dorobek technologiczny całych pokoleń znajdzie zastosowanie w jednym

systemie. Takim przykładem z przeszłości może być frachtowiec, czyli pierwszy statek handlowy, który w czasach wielkich odkryć geograficznych zapoczątkował światową rewolucję handlową. Inne rewolucyjne wynalazki to maszyna parowa czy urządzenia telekomunikacyjne, które nie tylko wywarły wpływ na gospodarkę, ale właściwie zmieniły charakter naszej cywilizacji.

W ramach trwającej rewolucji 4.0 można zaobserwować zlewanie się trzech wspomnianych już struktur sieciowych: energetycznej, komunikacyjnej i logistycznej. Powstaje potężna platforma, która determinuje kształt obecnej transformacji energetycznej.

Przedstawione wyżej mechanizmy zostały zbadane przez Kevina Kelly'ego, którego można nazwać prorokiem rewolucji 4.0. Dokonał on gruntownej analizy procesów zachodzących we współczesnej gospodarce i wskazał kilkanaście nurtów o fundamentalnym znaczeniu. Co charakterystyczne, każdy z nich jest autonomiczny w stosunku do procesów społecznych czy politycznych, wszystkie natomiast są związane z platformami o charakterze sieciowym, o których mówiłem. Kelly przewiduje, że właśnie te procesy będą determinować kierunki zmian świata w perspektywie kolejnego pokolenia.

Kolejna kwestia, której chciałbym poświęcić uwagę, dotyczy gorzkiej świadomości, dostępnej nie tylko specjalistom, ale również dużej części społeczeństwa, że nie możemy dłużej utrzymywać sytuacji permanentnego wzrostu, a rozwój technologiczny oddziałuje na istniejące struktury społeczne również w destrukcyjny sposób. Powinniśmy zatem liczyć się z poważnymi przegrupowaniami w układzie społeczeństwa i z jego fragmentaryzacją.

Na tym tle interesujące są wyniki badań przeprowadzonych przez firmę Deloitte na przedstawicielach pokoleń Y i Z z 42 krajów. Z raportu The Deloitte Global Millennial Survey 2019 wynika, że młodzi ludzie intensywnie skupiają się na kwestii ochrony środowiska i klimatu, którą traktują nie jako zadanie do wykonania, ale jako pewien światopogląd. Drugim ważnym wnioskiem jest ich otwartość na zmiany społeczne, przejawiająca się m.in. w chętnym przystępowaniu do wolontariatu czy innych działań dobroczynnych. Warto odnotować także, że respondenci nie wykazują psychologicznych obciążeń charakterystycznych dla epoki turbokapitalizmu, z jego kultem pieniądza i zamiłowaniem do konsumpcji.

Trzeba mieć świadomość, że badane grupy już za chwilę będą kształtować przyszłość świata, w którym żyjemy. Do generacji Y i Z zaliczają się osoby urodzone w końcu XX w. oraz na przełomie XX i XXI w., którzy w 2020 r. stanowili w Polsce już 50% rynku pracy – i ten współczynnik będzie wzrastał z każdym rokiem. Dlatego wyniki badania napawają optymizmem. Wobec nieuchronnych przemian w strukturach społecznych, o których wspominałem, podejście młodych pokoleń daje nadzieję na ustabilizowanie sytuacji i konsolidację społeczeństwa po okresie fragmentaryzacji.

Pytanie 2. Jakie paradygmaty geopolityki definiują uwarunkowania zewnętrzne polskiej transformacji?

Od wielu lat trwa załamywanie się zachodniego systemu legitymizacji jako podstawy ładu światowego. Demokratyczny i liberalny porządek w stylu zachodnim został najpierw zdecydowanie zakwestionowany przez radykalne ruchy islamskie. Po okresie wielkich niepokojów względnie ustabilizowano jednak sytuację w tym obszarze.

Aktualnie najbardziej palącym problemem jest fakt, że cywilizacja wschodnia reprezentowana przez Federację Rosyjską oraz Chiny (które w ostatnim czasie mocno zaznaczają się na scenie rozgrywek politycznych) nie podziela zachodniego systemu wartości. Również w naszym europejskim domu doszło do wydarzeń, które otworzyły drogę do politycznego chaosu. Wielka Brytania opuściła Unię Europejską. Winę za brexit zrzuca się na rządy populistów, działanie sił prawicowych lub ingerencję Rosji. Nie zgadzę się z tym. Trzeba sobie jasno powiedzieć, że Wielka Brytania została wypchnięta z Unii Europejskiej. Tandem niemiecko-francuski

nie widział możliwości, aby wspólnie z Wielką Brytanią organizować przyszłość UE. Celem tego układu jest eliminacja bezpośrednich wpływów anglosaskich, wzmocnienie suwerenności kontynentu w ramach UE i wprzęgnięcie do jego interesów gospodarczych wielkiej przestrzeni surowcowej na wschodzie, czyli Federacji Rosyjskiej. Niemcy zostały liderem tego kierunku, miały sterować Unią Europejską i Rosją, Francja zaś zakładała, że będzie w stanie wywierać wpływ na Niemcy. Tymczasem ta konstrukcja zawaliła się na naszych oczach. Unia Europejska przechodzi obecnie kryzys duchowy i polityczny.

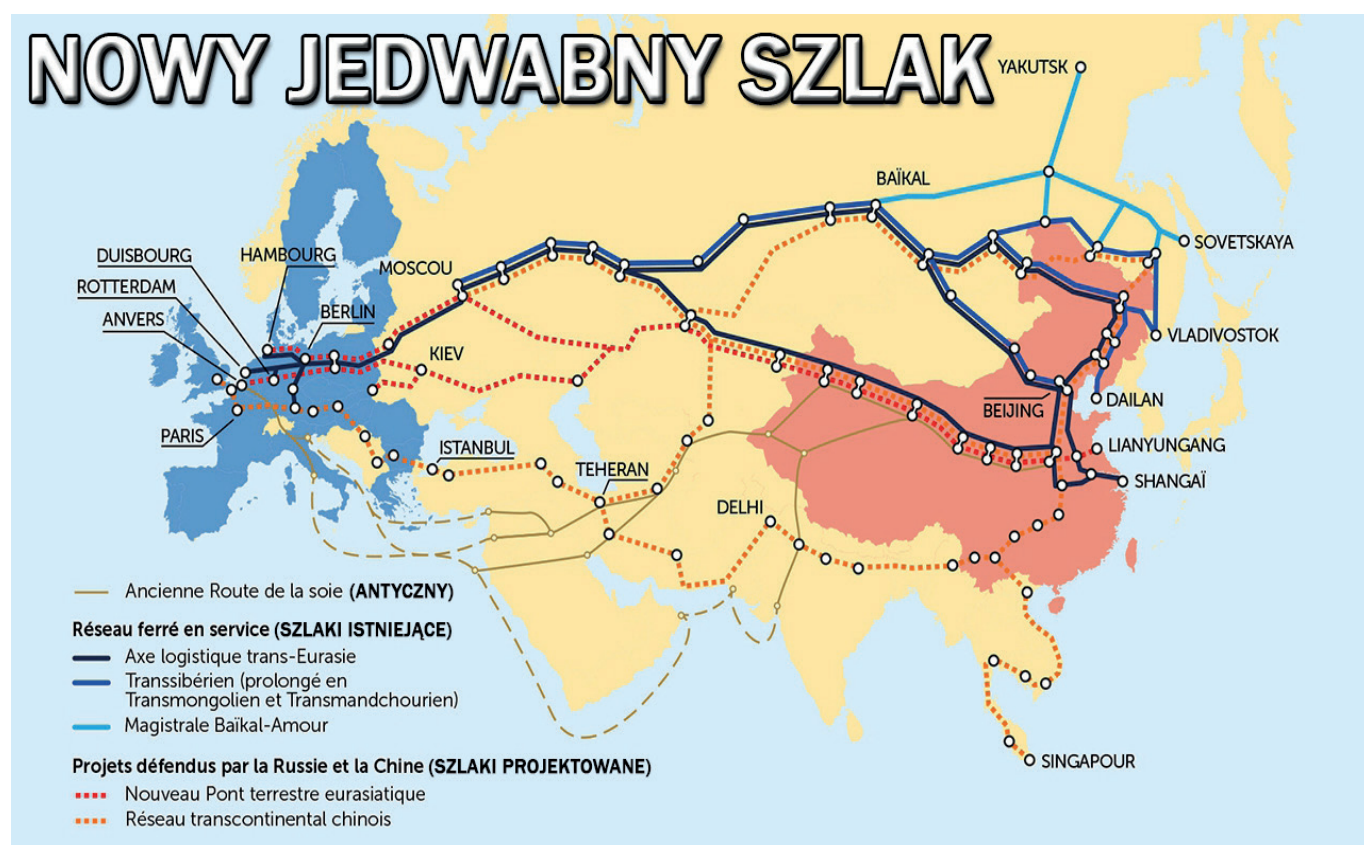
Dla dalszego wywodu chciałbym zarysować różnicę pomiędzy mocarstwem a zwykłym krajem. Otóż mocarstwo dysponuje taką siłą, że w realizacji jakiejś koncepcji nie musi oglądać się na innych. Państwa, które nie są mocarstwami – dotyczy to również Polski – powinny w sposób inteligentny wkomponowywać się w pewne szersze trendy, tak żeby czerpać maksimum korzyści przy minimalnym wysiłku.

Na świecie są dwa obszary, na których trwa walka o uzyskanie statusu mocarstwa – to

Pacyfik i Atlantyk, przez które przebiegają główne morskie szlaki komunikacyjne, oraz kontynent euroazjatycki. W tej chwili militarna dominacja Stanów Zjednoczonych na morzach i oceanach jest niekwestionowana.

Jeśli chodzi o kontynent, to chciałbym przytoczyć cytaty ze świętej pamięci Zbigniewa Brzezińskiego: „Eurazja jest geopolityczną osią świata. Siła, która dominowałaby nad Eurazją, kontrolowałaby dwa z trzech najbardziej zaawansowanych i gospodarczo produktywnych regionów świata [...]. Dwa najbardziej autorytarne i populistyczne państwa aspirujące do hegemonii i globalnego wpływu leżą w Eurazji”. Już w 1997 r. wielcy politycy, do których należał autor tych słów, wiedzieli, że na naszym kontynencie szykuje się wielka rozgrywka.

Chiny, które w ciągu jednego pokolenia przeprowadziły serię radykalnych reform polityczno-społecznych i rewolucji, nagle okazały się krajem o stosunkowo stabilnym ustroju. Po kilku tysiącach lat istnienia państwa, ujawniły się dosyć oczywiste



chińskie aspiracje do zarządzania kontynentem eurazjatyckim. W Europie, na niestabilnym obszarze podzielonym na różne kraje, od lat w sferze geostrategii dominują wpływy Stanów Zjednoczonych. Chiny, dla przeciwwagi, postanowiły zbudować w Euroazji potężną sieć kontynentalnych powiązań drogowych, lotniczych i kolejowych. Chciały zrobić coś, co dotychczas nie miało precedensu – połączyć Pacyfik z Atlantykiem drogą lądową (aby obejść stacjonujące na morzach amerykańskie grupy lotniskowców).

Na mapie wyraźnie widać, że północna odnoga korytarzy transportowych wiedzie przez nasz kraj. Polska stała się nagle ważnym obszarem (którym zresztą zawsze była) w wielkiej grze pomiędzy mocarstwami o kontynent eurazjatycki. W konsekwencji nasza pozycja polityczna jest w tej chwili mocniejsza, niż wynikałoby to z wielkości naszego kraju.

To oczywiście może być dla nas również niewygodne. Z pewnością natomiast mamy pod kontrolą jeden ze strategicznych punktów tego sporu – jest nim terytorium naszego państwa.

Wypchnięcie Wielkiej Brytanii z UE było dla USA sygnałem alarmowym.

Stany Zjednoczone nie zamierzają dobrowolnie oddać kontroli nad kontynentem eurazjatyckim, muszą więc przeciąć planowany chiński szlak handlowy. Ścisła współpraca z Polską i obrona terytorialnej integralności Ukrainy są elementem ich walki o zachowanie wpływów w tej części świata.

Ich wygrana zatrzyma ofensywę gospodarczą i logistyczną Chin i pozwoli na nowo poukładać korzystny dla USA porządek na kontynencie eurazjatyckim.

Zgodnie z czteropunktowym programem prezydenta Xi Jinping pt. *Chiny znów będą wielkie kraj* ten

zamierza ponownie osiągnąć dominującą pozycję w Azji, którą zajmował przed „najazdem” ze strony Zachodu. Cel ten będzie realizowany poprzez:

- przywrócenie kontroli na terytorium „Wielkich Chin”, w tym nad Hongkongiem i Tajwanem,
- odzyskanie historycznej strefy wpływów wzdłuż granic i mórz ościennych,
- uzyskanie handlowego przywództwa nad przestrzenią eurazjatycką,
- domaganie się szacunku od innych wielkich mocarstw na światowych salonach.

Wobec takich planów starcie między Chinami a Stanami Zjednoczonymi jest nieuniknione.

Stany Zjednoczone dokonały stosunkowo niedawno zwrotu w swojej polityce wobec Chin. Świadczy o tym choćby wystąpienie generała Roberta Spaldinga (doradcy ds. Chin za rządów Donalda Trumpa), który powiedział: „Tu nie chodzi o wojnę handlową, tylko o coś znacznie większego: powrót do demokratycznych zasad, które Ameryka starała się narzucić światu po II wojnie światowej. Gdy rozpadł się Związek Radziecki, uwierzyliśmy, że otwarty rynek wystarczy, aby demokracja i rządy prawa same sukcesywnie objęły cały glob. Komunistyczna Partia Chin pokazała, że nigdy na to nie pozwoli. Stopniowo będzie osłabiać system oparty na zachodnich wartościach poza swoimi granicami. Mówimy więc o starciu wręcz tytanicznym”.

Obecnie obserwujemy jedną z odsłon tego starcia. Jego elementem jest przeorganizowanie polityki Unii Europejskiej (w szczególności Niemiec) utrzymującej otwarte i liczące się kontakty handlowe z Chinami i wykorzystującej tereny Rosji jako zaplecze surowcowe, obfitujące głównie w zasoby energetyczne.

Prezydent Rosji Władimir Putin postanowił walczyć o utrzymanie imperialnej pozycji swojego kraju. Atak na Ukrainę, a w konsekwencji na kraje NATO, był logicznym posunięciem taktycznym, choć z góry przegranym. Rosja rzuciła się na dużo mocniejszy od siebie układ gospodarczy, militarny i cywilizacyjny. Od 24 lutego 2022 r. obserwujemy początek końca imperium rosyjskiego.

Celną uwagę na temat konsekwencji tego ataku przedstawił Sławomir Sierakowski: „Całą tę sieć wpływów, którą Putin szył w Europie od dwudziestu lat, Ukraińcy spruli mu w trzy dni, bo nie okazali się domkiem z kart, o czym próbował przekonywać wszystkich. W efekcie Putin skazał na Rosję nie tyle Ukrainę, co samego siebie. Wypisał się z Europy, wypisał się z globalnej gospodarki, powiesił się na szyi Chińczykom. Miał Niemcy przyjazne, nieuzbrojone, wspierające rosyjski budżet w zamian za gaz i wpłacające do NATO tylko pół składki. Teraz Niemcy dokonały całkowitego zwrotu – wręcz tożsamościowego – w swojej polityce”. Oto realne skutki tej wojny.

Warto wziąć też pod uwagę opinię Wiktora Suworowa, niegdyś pułkownika wojskowego wywiadu rosyjskiego GRU, który powiedział: „Putin przegra, a jego porażka doprowadzi do kolejnej wielkiej smuty w Rosji. Brak skutecznej władzy na Kremlu pociągnie za sobą dezintegrację tego kraju”. To prawda. Ameryka – zmaganiami bohaterskiej armii i kosztem cierpienia społeczeństwa Ukrainy – uderza nie tyle w Rosję, co we władzę rosyjską. To ona jest w Rosji istotą państwa, nie społeczeństwo. Moim zdaniem Stany Zjednoczone prowadzą obecnie politykę, jaką kiedyś Katon Starszy narzucił Rzymowi w stosunku do Kartaginy: trzeba ją zniszczyć niezależnie od okoliczności. USA doprowadzi do zniszczenia imperialnej pozycji Rosji ze wszystkimi tego konsekwencjami, bez względu na to, jak my się wobec tego zachowamy.

Inwazja Rosji na Ukrainę zmieniła wszystko. Całkowicie przemodelowała geopolityczny kształt kontynentu, wpłynęła na nasze poczucie bezpieczeństwa oraz gospodarkę. Niezależnie od wyniku wojny, kontynuacja obecnej polityki energetycznej zgodnie z zasadą *business as usual* jest już niemożliwa.

Pytanie 3. Jakie ramy polityczne definiują uwarunkowania polskiej transformacji energetycznej i czy Polska akceptuje te ramy?

Wobec powyższych rozpoznań natury gospodarczej i politycznej wszyscy powinniśmy zadać sobie dziś pytanie, dokąd zmierza Polska. *Quo vadis*

Polonia? Przypomnę w tym miejscu konstatację Gombrowicza, że europejskość nie polega na złaniu się z Europą, lecz na tym, abyśmy byli jej częścią składową, wnosząc własne specyficzne wartości do europejskiej kultury. Obawiam się, że jest część społeczeństwa, która tego nie rozumie.

Nasze historyczne doświadczenia pokazują, że wielki sojusznik w postaci Stanów Zjednoczonych dobrze wpływa na naszą pozycję, ale nie gwarantuje bezpieczeństwa. Interesy Polski i USA są w tej chwili mocno zbliżone, ale nie tożsame – Stany Zjednoczone, ze względu na swoją potęgę i swoje zamorskie położenie, mają możliwości manewru, których my nie posiadamy. Dlatego tak ważne jest, byśmy stworzyli własną perspektywę geostrategiczną, która uwzględniałaby nasze położenie i siłę, a nie ograniczała się jedynie do popierania każdej decyzji Stanów Zjednoczonych.

Dla naszej transformacji energetycznej ważna jest pozycja Polski w Unii Europejskiej. Ta z kolei zależy w pewnym stopniu od tego, w jakich relacjach pozostajemy ze Stanami Zjednoczonymi, ale – z racji położenia – jeszcze bardziej zależy od naszych stosunków z Niemcami. W Polsce nie przeprowadzimy transformacji energetycznej, jeśli przyjmimy odmienne założenia niż Niemcy czy Unia Europejska.

Na naszych oczach klęskę poniosła niemiecka polityka *Wandel durch Handel*, zakładająca, że poprzez włączenie Rosji do współzależności gospodarczej z Niemcami zmienimy jej sposób myślenia i prowadzenia polityki. Tymczasem jedyne, do czego doprowadziło takie podejście, to umocnienie imperialnych ambicji Rosji, wzmocnienie jej wyobrażeń o tym, że znów może być mocarstwem. Unia Europejska jako całość (a w szczególności Niemcy) odreaгуuje w tej chwili własną polityczną porażkę w stosunkach z Rosją. Niemniej, wojna w Ukrainie nie zatrzyma konieczności przeprowadzenia w Polsce transformacji energetycznej zgodnej z założeniami często krytykowanej u nas polityki UE w tym zakresie. Jako kraj członkowski dużo zapłacimy za rozwiązanie

kryzysu paliwowo-energetycznego całej Europy, ale w efekcie będziemy ważnym uczestnikiem grupy państw, która jest dużo bardziej niezależna od rosyjskich paliw kopalnych. Biorąc pod uwagę nasze strategiczne położenie na kontynencie eurazjatyckim, Polska ma szansę wyjść z tej zawieruchy jako lider nowej energetyki i państwo, które będzie współdecydowało o przyszłości Unii Europejskiej.

Odpowiedzią Unii Europejskiej na dwa wielkie kryzysy – pandemię COVID-19 i wojnę w Ukrainie – był plan o nazwie REPowerEU z końca maja 2022 r. Wynika z niego przekonanie, że jedynym sposobem na wyjście z impasu jest przyspieszenie i pogłębienie procesu „**podwójnej tranzycji**” (*Green and Digital Transition*). A tranzycja to nie to samo co transformacja.

Tranzycja to przejście z jednego stanu do drugiego, zupełnie innego. Unia Europejska w sposób otwarty stwierdziła, że transformacja jest formą przejścia tranzycyjnego, oznacza budowę całkiem nowej jakości, innego stanu energetycznego w obrębie Unii. To trudny i niejednoznaczny, ale zarazem nieodwracalny proces.

Jego elementem jest wspomniana wyżej rewolucja cyfrowa gospodarki 4.0 – zastosowanie nowych technologii z tego obszaru w komunikacji, zarządzaniu, tworzeniu łańcuchów logistycznych. Wszystkie kraje zostaną nieuchronnie połączone wspólną siecią, swojego rodzaju internetem energetycznym. W interesie polskiej polityki energetycznej leży współuczestniczenie w jego tworzeniu.

Głównym celem wyłaniającym się z REPowerEU pozostaje dążenie do neutralności klimatycznej Europy z zachowaniem jej niezależności energetycznej. W praktyce ma to polegać na odchodzeniu od gazu jako paliwa przejściowego w procesie transformacji. Szukamy innych dróg, być może będą to technologie wykorzystujące wodór i pochodne wodoru, jak np. amoniak.

Odejście od paliw rosyjskich wymaga przebudowy istniejącej struktury transportu gazu, tak by była zdolna do dystrybucji wodoru. Równolegle,

zgodnie z REPowerEU, niektóre z istniejących mocy wytwórczych energetyki węglowej mogą być wykorzystywane dłużej niż początkowo uzgodniono. Należy rozwijać energetykę jądrową i korzystać z krajowych zasobów gazu.

Widać wyraźnie, że w sytuacji kryzysu paliwowo-energetycznego Polska ma szansę przedstawić dla naszej energetyki plan naprawczy, który pozwoli jej dołączyć do krajów tworzących i decydujących o polityce Unii Europejskiej. Transformacja polskiej energetyki musi być jednak zgodna z założeniami REPowerEU. Nie ma innego wyjścia.

Nasza dzisiejsza sytuacja przypomina nieco historię dowódcy rzymskiej armii Pompejusza Wielkiego, który musiał prowadzić bitwę po dwóch stronach zatoki. Podzielił wojsko na dwie części, sam stanął na czele jednej, a wodzem drugiej uczynił swojego przyjaciela. Pompeusz wygrał bitwę po swojej stronie zatoki. Doszedł do wniosku, że jako zwycięski wódz powinien pojawić się po drugiej stronie, by swoją obecnością dać dodatkowy impuls do zwycięstwa. Na zatoce trwał jednak wówczas sztorm. Kapitan łodzi, do której wsiadł wojskowy, ostrzegł, że rejs w takich warunkach grozi utonięciem. Pompeusz – według historycznego przekazu – odpowiedział: *“Navigare necesse est – vivere non est necesse”*, to znaczy, że dla niego przepłynięcie jest ważniejsze niż jego życie. To jest właściwa postawa wodza, który czuje się odpowiedzialny za swoją armię i państwo.

Dzisiejsi politycy nie muszą wykazywać się heroizmem Pompejusza – to nie te czasy. Mamy jednak prawo oczekiwać od nich odpowiedzialności oraz zrozumienia uwarunkowań, w których prowadzona jest polityka energetycznej transformacji, i przedłożenia dobra kraju ponad prywatny czy też partyjny interes.

Przyszłość polskiej energetyki – kontekst europejski

Jerzy BUZEK

Profesor nauk technicznych, ekspert w zakresie innowacji w energetyce. Premier Rzeczypospolitej Polskiej (1997–2001). Posel do Parlamentu Europejskiego od 2004 r. Przewodniczący Parlamentu Europejskiego (2009–2012). Inicjator i popularyzator Unii Energetycznej. Członek i przewodniczący (2014–2019) Komisji Przemysłu, Badań Naukowych i Energii Parlamentu Europejskiego. Przewodniczący Europejskiego Forum Energii od 2014 r. Pomysłodawca Funduszu Sprawiedliwej Transformacji dla regionów górniczych, w którym Polska jest największym beneficjentem w latach 2021–2027. Sprawozdawca pakietu wodorowo-gazowego w Parlamencie Europejskim. *Doktor honoris causa* AGH w Krakowie (2010 r.).



Przemiany energetyczne i przyszłość polskiej energetyki w UE – czyli wyzwania będące dzisiaj naszym głównym tematem – mają wpływ nie tylko na gospodarkę, ale bezpośrednio oddziałują na życie codzienne każdego z nas. I dlatego, choć w Parlamencie Europejskim mam wiele różnych obowiązków, najwięcej czasu od lat poświęcam właśnie sprawom energetyki i przemysłu, a także związanym z nimi w pewien sposób kwestiom transportu i rolnictwa. We wstępie do naszego spotkania dr Sławomir Kopeć wspominał o możliwości traktowania obecnego kryzysu energetycznego jako szansy na przyspieszenie procesów transformacyjnych.

Winston Churchill mawiał: „Nie pozwól, aby dobry kryzys się zmarnował”. Dzisiejszy

kryzys można określić jako „dobry” w tym sensie, że wyjątkowo mocno zachwiał dotychczasowym porządkiem i nie wiadomo, dokąd jeszcze nas doprowadzi. Ważne jest więc, by świadomie rozpoznać nasze położenie w tej sytuacji i wykorzystać pojawiające się szanse.

Dyskutujemy dziś o energetyce rozproszonej – to bardzo dobra nazwa, która oddaje istotę współczesnych przemian. Kiedyś energetyka skupiała się – w dużym uproszczeniu – na produkcji energii elektrycznej w dużych elektrowniach. Obecnie

radikalnie zmieniamy sposób działania – chcemy budować podstawy energetyki indywidualnie, na przykład na polskiej wsi. Coraz śmielej odchodzi się od scentralizowanych ośrodków wytwarzania prądu na rzecz całkowicie rozproszonej sieci źródeł generacyjnych (np. w postaci milionów instalacji fotowoltaicznych na dachach naszych domów). Ten proces powinien być rozwijany i wspierany w sposób systemowy, dlatego tak ważne jest również tworzenie lokalnych i regionalnych klastrów energii.

Żeby przejść do rozmowy o przyszłości polskiej energetyki, proponuję zacząć od perspektywy historycznej. Koncepcja energetyki jako dziedziny nauki i przemysłu narodziła się w Europie w XVIII w. i opierała się na wykorzystaniu paliw kopalnych, czyli przede wszystkim węgla, a następnie także ropy i gazu ziemnego. Stała się podstawą rewolucji przemysłowej i towarzyszącego jej szerokiego projektu cywilizacyjnego, który z Europy rozprzestrzenił się na cały świat. Od dwustu pięćdziesięciu, czy nawet trzystu lat energetyka rządzi niemal każdym aspektem naszej rzeczywistości, czego dobrym, a nieoczywistym przykładem może być rolnictwo (pomijając nawet fakt, że metan jest potrzebny do wytwarzania nawozów sztucznych).

Można śmiało powiedzieć, że nasza rzeczywistość jest ukształtowana właśnie przez rozwój energetyki, a postęp w poszczególnych dziedzinach nauki czy gospodarki zależy w dużej mierze od dostępności energii – obojętne, czy w postaci prądu elektrycznego, gazu ziemnego czy węgla.

Oczywiście nie obniża to rangi innych nauk technicznych, takich jak chemia, budownictwo, mechanika, materiałoznawstwo, elektronika, informatyka czy robotyka i jej pochodne. Nie chciałbym też deprecjonować humanistyki, która w przyszłości może być nam nawet bardziej potrzebna niż nauki ścisłe – musimy bowiem zmienić styl życia. Rozwinę tę myśl w dalszej części swojego wystąpienia.

Polska miała szczęście posiadać na swoim terenie pokaźne złoża węglowe. To napędzało rozwój cywilizacyjny naszego kraju w okresie międzywojennym, a także w II połowie XX w.

Gdyby nie kopalnie na Śląsku, nie wybudowalibyśmy Centralnego Okręgu Przemysłowego ani Gdyni. Chciałbym to podkreślić, bo nawet jeśli dzisiaj mówimy o wygaszaniu górnictwa, to należy uznać jego fundamentalne znaczenie dla rozwoju naszego kraju.

Jednocześnie rezygnacja z węgla brunatnego czy kamiennego jest koniecznością. Jakąś przyszłość może mieć kopalnia „Bogdanka” w województwie lubelskim, ale na pewno nie kopalnie na Śląsku, które są zametanowane, z bardzo głęboko osadzonymi pokładami węgla. Zmian nie wolno jednak dokonywać kosztem społeczeństwa – musimy stworzyć perspektywę nowego zatrudnienia dla górników, aby zapewnić im i ich rodzinom bezpieczeństwo socjalne. Ludzie na Śląsku z jednej strony obawiają się wpływu transformacji na rynek pracy, a z drugiej – czekają na zmiany. Nie chcą umierać przedwcześnie w wypadkach podczas szczyty i z powodu smogu czy mieć problemów mieszkaniowych wywołanych szkodami górniczymi i zapanowaniem się całych miast.

Współcześnie nie ma wątpliwości, że musimy wycofywać się z węgla – zwłaszcza energetycznego. Historycznie pierwszym sygnałem do odwrótu było ogromne zagrożenie skażeniem siarką. Nie wszyscy o tym pamiętają, ale w latach 60. i 70. XX w. zaobserwowano masowe usychanie drzew, lasy w Górach Izerskich i Karkonoszach były niemal zupełnie wypalone. Poradziliśmy sobie z tym problemem, ale koszty odsiarczania pochłaniały wówczas nawet 50% kosztów produkcji energii elektrycznej (w porównaniu z tym dzisiejszy koszt jest minimalny, wynosi ok. 6–7%). Najpoważniejsze sygnały pojawiły się jednak pod koniec XX w. i dotyczyły ocieplania klimatu. Z punktu widzenia dbałości o środowisko naturalne najgorsze są konsekwencje spalania węgla (smog), ale niewiele lepsza jest masowo wykorzystywana w transporcie ropa. Najlepszym paliwem kopalnym w tym ujęciu jest gaz, bo emituje do atmosfery dwa razy mniejszą ilość dwutlenku węgla niż węgiel i nie generuje zanieczyszczeń w postaci drobin zawieszonych, które zagrażają bezpośrednio naszym układom oddechowym.

Od 2008 r. uczestniczę w niemal każdym szczycie klimatycznym ONZ – kolejnych COP-ach. Wszystkie

te spotkania prowadzą do jednego wniosku: zagrożenie dla klimatu stale rośnie i czym prędzej powinniśmy podjąć fundamentalne decyzje i działania odnośnie do przyszłości energetyki. W odpowiedzi na te wyzwania Unia Europejska wprowadziła tzw. pakiet 3x20, zgodnie z którym do roku 2020 należało zmniejszyć emisję gazów cieplarnianych o 20% i w takim samym stopniu zwiększyć oszczędzanie energii i udział energetyki odnawialnej w koszyku energetycznym. Pod tym projektem podpisały się wszystkie kraje członkowskie UE, również Polska. Tymczasem dzisiaj słyszę, że nasz kraj odmawia uczestnictwa w tym programie. Pomiędzy mniejsze wydarzenia i przechodzę do grudnia 2015 r., gdy 196 krajów ONZ podpisało w stolicy Francji tzw. porozumienie paryskie o ograniczeniu wzrostu temperatury na naszej planecie do 1,5°C powyżej poziomu przedindustrialnego. Badania pokazują, że obecnie znacznie bliżsi jesteśmy – niestety – 3°C, a więc grozi nam katastrofa.

Drugim wielkim projektem cywilizacyjnym, który UE zaproponowała ponad dwieście pięćdziesiąt lat po wspomnianym pierwszym projekcie na Starym Kontynencie, jest Europejski Zielony Ład.

Sam uczestniczyłem w przygotowywaniu i promowaniu tej strategii, która została zatwierdzona przez wszystkie kraje członkowskie – jej realizacja to nasz obowiązek. Od 2021 r. mamy również Europejskie prawo o klimacie (*European Climate Law*) i pracujemy nad pakietem *Fit for 55* (*Gotowi na 55*), który ma zdefiniować ścieżkę redukcji o minimum 55% emisji gazów cieplarnianych do roku 2030.

Wspomniany Zielony Ład dotyczy przyszłości także polskiej energetyki, dlatego ważne jest, by uświadomić sobie, na czym polegają jego założenia. To rozpisany na minimum trzydzieści lat kompleksowy plan zrównoważonej transformacji i rozwoju całej UE. Ma wzmacniać jej niezależność, wspierać wzrost innowacyjności i globalnej konkurencyjności. Dąży do wykształcenia gospodarki przyjaznej środowisku, opartej na branżach przyszłości i zielonych technologiach, ze skróconymi łańcuchami dostaw, gdyż niezależność energetyczna i surowcowa Unii jest coraz ważniejszą sprawą. Celem strategii jest dojście do neutralności klimatycznej do 2050 r.

Przed tym wielkim, historycznym zadaniem stoją nie tylko branże energetyki, przemysłu, transportu, budownictwa, małych i średnich przedsiębiorstw czy rolnictwa, ale również każdy z nas. Dlatego mówiłem o roli nauk humanistycznych i społecznych, które badają i kształtują nasze zachowania i odpowiedzialność za bliższe i dalsze otoczenie.

Tylko wspólnym działaniem możemy powstrzymać zmianę klimatu – dzisiaj wszyscy powinniśmy więc grać w drużynie Europejskiego Zielonego Ładu.

Pandemia COVID-19 unaoczniała nam, jak złudne jest nasze poczucie kontroli nad sytuacją, i boleśnie ujawniała kompletną bezradność wobec zagrożeń płynących z zewnątrz. A to jedynie przedsmak katastrofy, do której może doprowadzić globalne ocieplenie. Na tę klęskę nie będzie szczepionki. Musimy się na to przygotować, a przede wszystkim przeciwdziałać temu zagrożeniu. Od naszych dzisiejszych działań zależy, czy nasze dzieci i wnuki będą miały czyste powietrze i pitną wodę. Przyszłość polskiej energetyki powinna być zaplanowana tak, by mieścić się w unijnych wytycznych, dając nam gwarancję zdrowia oraz bezpiecznej, dostatniej i po prostu dobrej przyszłości.

Czeka nas zatem wielka transformacja. Nie znaczy to jednak, że mamy zrezygnować z pierwszego projektu cywilizacyjnego Europy. Rezygnujemy tylko z paliw kopalnych, które były dotąd motorem tego przedsięwzięcia. Zmieniamy napęd, ale cele pozostają te same: powodzenie każdego z nas i całych grup społecznych, lepsze i bardziej komfortowe warunki życia, tworzenie dóbr technologicznych.

My, technolodzy, jesteśmy w pewnym sensie demiurgami. Od nowinek technicznych, które wprowadzamy na rynek, zależy obraz naszej rzeczywistości. Mając tę świadomość, do dorobku

cywilizacyjnego, kulturowego i edukacyjnego ostatnich dwustu pięćdziesięciu lat powinniśmy dodać postawę polegającą na unikaniu paliw kopalnych.

Jednocześnie doskonale wiemy, że – zwłaszcza dla takiego kraju jak Polska – transformacja nie będzie łatwym procesem. Dlatego nigdy nie chcieliśmy wprowadzania radykalnych zmian w zakresie organizacji energetyki, bo to byłoby nie do udźwignięcia dla ludzi. Jednak trzeba zdać sobie sprawę, że – czy podejmiemy działania, czy nie – czas i tak biegnie, i ani klimat, ani nasi partnerzy na nas nie zaczekają. Dziesięć lat temu, gdy w Parlamencie Europejskim omawialiśmy kwestie odchodzenia od paliw kopalnych, Polska mówiła tym samym głosem co Hiszpanie, Włosi, Niemcy, Czesi, Rumuni, Bułgarzy czy Estończycy. Dzisiaj, gdy nasz rząd próbuje spowolnić odchodzenie od węgla, na arenie międzynarodowej właściwie nie widać popleczników dla takiej postawy. Nie ma dla nas innej drogi, jak porzucić paliwa kopalne, zwłaszcza że w naszym kraju są one na wyczerpaniu, bo nie można w nieskończoność eksploatować Śląska z ogromną szkodą dla środowiska i życia mieszkańców. Szczęśliwie, Unia Europejska nadal jest w stanie nam pomóc. Temu celowi służy m.in. Fundusz Sprawiedliwej Transformacji, którego powołanie zaproponowałem w 2018 r.

Przyszłość energetyczna Europy jest zapisana w tzw. programie REPowerEU, który powstał zaraz po barbarzyńskiej inwazji rosyjskiej na Ukrainę. W zapisach tej strategii pojawiło się wiele mocnych stwierdzeń, które zaostrzają dotychczasowe podejście (np. oszczędzanie energii ma wzrosnąć w ciągu kilku lat nie o 9%, a o 13%). Nacisk położono na dywersyfikację dostaw i uproszczenie procedur dla energetyki odnawialnej – tak, by jej udział w UE do 2030 r. zwiększył się nie do 40% lecz do 45%. Zakłada się dwukrotny wzrost produkcji pomp ciepła, a także wytwarzanie w skali roku 10 mln ton odnawialnego (zielonego) wodoru oraz 35 mld m³ biometanu. Ważnym aspektem są zmiany w przemyśle, które pozwolą zaoszczędzić ok. 30–40 mld m³ gazu ziemnego rocznie. W ciągu najbliższych paru lat mamy całkowicie odejść od paliw kopalnych z Rosji. Na wszystkie te wielkie przemiany przeznaczone zostaną ogromne nakłady pieniężne i organizacyjne. Przewiduje się także poprawę sprawności transportu i budowę nowej infrastruktury tam, gdzie jest to niezbędne.

Skrupulatna realizacja planów unijnych leży w interesie Polski. Sęk w tym, że dobre skutki odważnych decyzji będą widoczne dopiero za kilka, może nawet kilkanaście lat, a więc nie w bieżącej kadencji rządzących. W czasie, gdy byłem odpowiedzialny za politykę polskiego rządu, rozsądnie zamykaliśmy kopalnie (bez ani jednego strajku), a także wynegocjowaliśmy finansowo i przygotowaliśmy kompletny program podłączenia Polski do zasilania gazem z Norwegii (dzisiejszy Baltic Pipe). Następcy nie kontynuowali reformy górnictwa węgla kamiennego ani starań o dywersyfikację dostaw gazu. Dobrze, że Baltic Pipe w końcu działa, choć ruszył z wielkim, dwudziestoletnim opóźnieniem.

Osobiście wielkie nadzieje pokładałam w wykorzystaniu biometanu. Na niezliczonych składowiskach fermentują miliony ton odpadów roślinnych, zwierzęcych, komunalnych, wydzielając przy okazji gazy cieplarniane, m.in. metan. Inne kraje już zauważyły ten potencjał i traktują biometan jako paliwo odnawialne, którego będziemy mogli używać także za trzydzieści, czterdzieści czy pięćdziesiąt lat. Polska ma możliwość wytwarzania nawet do 10 mld m³ biometanu rocznie.

Co ciekawe, skład chemiczny biometanu i gazu ziemnego jest niemal identyczny – w obu surowcach znajduje się metan. Obecnie w ciągu roku Polska zużywa ok. 19–20 mld m³ gazu. Łatwo zatem policzyć, że połowę tej ilości możemy wyprodukować z odpadów, przy okazji je utylizując. Inwestycje w zielony metan mają obiecujące perspektywy finansowania w ramach REPowerEU i z innych unijnych źródeł (jak np. Europejski Bank Inwestycyjny). Rozwój tej technologii wymaga jednak mądrego planowania, wprowadzenia odpowiednich zachęt, pozwoleń, ujednoliconej standaryzacji.

Jeszcze sto czy osiemdziesiąt lat temu węgiel wydawał się gwarantem stabilności krajowego systemu

energetycznego – Polska była pod tym względem samowystarczalna. Obecnie nie mamy już takich zasobów węgla, który dodatkowo jest groźny z wielu wspomnianych już przeze mnie powodów.

Musimy więc budować samowystarczalność energetyczną w oparciu o biometan, zielony prąd i zielony wodór. Tak powinien wyglądać, moim zdaniem, program dla Polski.

Z optymizmem obserwuję duży zapal inwestorów indywidualnych i przemysłowych zainteresowanych zieloną energią. Świadczy o nim chociażby sukces programu Mój Prąd. Dla kontrastu, rządowa ustawa 10H od sześciu lat blokuje rozwój polskiej energetyki wiatrowej, oddalając wizję niezależności energetycznej kraju.

Dzisiaj kluczowymi sprawami są energia ze źródeł odnawialnych – wiatru, słońca i wody – oraz zdolność do jej magazynowania. Przydomowe lokalne magazyny, a w przyszłości również miliony samochodów na prąd – to rozwiązania świetne, ale niewystarczające. Jedynym skutecznym rozwiązaniem jest tu oczywiście wodór.

A zatem trzy nośniki energii przyszłości to (w kolejności ich znaczenia): prąd elektryczny, wodór i biometan. Nie będzie innych, może poza niezwykle restrykcyjnie zdefiniowaną biomasą.

Ze względu na pełnione przeze mnie funkcje, a jestem w Parlamencie Europejskim odpowiedzialny za m.in. pakiet wodorowo-gazowy, niemal codziennie odbywam spotkania, podczas których gorącym tematem do rozmów są wspomniane wyżej kwestie. To idealny moment na aktywne włączenie się w transformację – indywidualni producenci już przystępują do działania. Jeśli Polska nie weźmie teraz udziału w tym wielkim programie wodorowym, to później trudno będzie nam odrobić straty. Istotne jest, że z sześciu zaplanowanych dróg przesyłania wodoru w Europie, przynajmniej dwie będą przebiegały

przez Polskę (jedna z Ukrainy przez południe kraju aż do Oceanu Atlantyckiego; a druga od autostrady A1, czyli od strony Skandynawii, aż na Bałkany). Istniejącą infrastrukturę gazową należałoby już zatem dostosowywać do transportu wodoru, zaczynając od opracowania indywidualnych projektów na poziomie gmin, powiatów i miast.

To, co można obecnie zrobić dla wsparcia rozwoju energetyki w Polsce, to apelować do struktur rządowych o stworzenie programu, który będzie obowiązywał przez co najmniej piętnaście, dwadzieścia, dwadzieścia pięć lat. Do przygotowania tego programu trzeba zaprosić również opozycję. Nie ma innej możliwości.

Właśnie z powodu braku spójnej wizji przez ponad dwie dekady nie przeprowadziliśmy właściwie żadnej znaczącej inwestycji. Wspomniany plan powinien być tworzony we współpracy z samorządami, ale i lokalnymi klastrami, które dysponują precyzyjnymi danymi dotyczącymi tego, gdzie i skąd pojawi się odnawialna energia i do czego będzie używana (np. do transportu czy ogrzewania). Taki sposób działania nazywa się dzisiaj „integracją sektorów energii” i polega na tym, że właściwie wszyscy odbiorcy wnoszą cegiełkę do bilansowania systemu elektroenergetycznego. Łączenie sektorów powinno być kluczowe w przeprowadzaniu polskiej transformacji energetycznej.

Podsumowując, przyjęcie wszystkich wyżej omówionych zadań wymaga strategicznego myślenia oraz odpowiedzialnych decyzji rządzących działających w porozumieniu z opozycją. Trzeba stworzyć podstawy do takich ruchów. Przypomnę, że swego czasu ktoś wpadł w Polsce na świetny pomysł, żeby uruchomić produkcję autobusów na prąd. Dzisiaj ponad połowa takich pojazdów w UE jest polskiej produkcji. To pokazuje, że w tym obszarze można wiele osiągnąć. I do tego gorąco zachęcam.

Gdy mówię o samowystarczalności energetycznej Polski, myślę o pokryciu własnego zapotrzebowania na energię na poziomie ok. 80–90%.

Samowystarczalność polskich regionów, powiatów czy nawet gmin jest absolutnie możliwa. Należy wypracować ją na poziomie regionalnym i lokalnym, a następnie połączyć w całość na szczeblu rządowym. I to wszystko ze świadomością, że za jakiś czas na rynku zostaną tylko zielony prąd, zielony wodór i zielony gaz (biometan).

Takie odnawialne paliwa zapewnią nam bezpieczną przyszłość – nie zanieczyszczą środowiska, nie spowodują katastrofy klimatycznej, pozwolą budować konkurencyjne firmy, przemysł, gospodarkę, rolnictwo czy transport. Życzę nam wszystkim, aby jak najszybciej powstał w Polsce program, który pomoże zrealizować nasze marzenia – o czystej energii i czystej gospodarce.

Energetyka nuklearna jako rozwiązanie niezbędne dla bezpieczeństwa energetycznego Polski

Piotr NAIMSKI

Biochemik, doktor nauk przyrodniczych, nauczyciel akademicki, publicysta. W okresie PRL działacz opozycji. Wiceminister gospodarki (2005–2007). Poseł na Sejm VII i VIII kadencji. Sekretarz stanu w Kancelarii Prezesa Rady Ministrów (2015–2022). Pełnomocnik rządu ds. strategicznej infrastruktury energetycznej (2015–2022). Kawaler Orderu Orła Białego.



Czy obecny kryzys energetyczny przyspieszy transformację? Są oczywiście osoby – głównie politycy, ale nie tylko – które próbują wykorzystać kryzys do szybkiego zrealizowania wcześniej zaplanowanych działań, ignorując dodatkowe, nieprzewidziane czynniki mogące z niego wyniknąć. Zgadzam się, że sytuacja, w której obecnie znalazła się światowa energetyka, jest porównywalna do kryzysu naftowego z 1973 r., a być może jej skutki okażą się jeszcze poważniejsze.

Największym aktualnie problemem jest fakt, że wszystkie założenia zaplanowane na najbliższe lata uległy dezaktualizacji z chwilą wybuchu wojny. Obecnie nie mamy czasu na dywagacje, czy klimat się ociepla,

bo musimy szybko przestawić europejski system na niezależne od Rosji źródła zaopatrzenia w surowce energetyczne. Dotyczy to również technologii wytwarzania energii.

Pod presją zdarzeń zapadają pospieszne decyzje. Do funkcjonowania przywracane są właściwie skazane już wcześniej na rozbiórkę elektrownie węglowe. Wszystkie kraje europejskie (póki co z wyjątkiem Polski), które mają jakiegokolwiek złoża węgla, zwróciły się do Komisji Europejskiej o zgodę na podjęcie lub zwiększenie wydobycia. W Holandii czy Szwecji – a więc w krajach, które zdecydowały się na odejście od energetyki jądrowej – weryfikuje się te decyzje i poważnie rozważa budowę nowych reaktorów jądrowych.

Podstawowy cel polityki klimatycznej obszaru transatlantyckiego, czyli osiągnięcie zeroemisyjności sektora energii do połowy stulecia, nie został w ciągu ostatniego roku zakwestionowany. Żeby go zrealizować, trzeba jednak podejmować inne decyzje niż rok czy dwa lata temu. Należy zweryfikować ścieżki dochodzenia do celu oraz oczywiście uwzględnić zróżnicowaną sytuację w poszczególnych krajach.

Tę zmianę dobrze widać na przykładzie środowisk „zielonych”, czyli takich, które od dawna silnie optują za rozwojem sektora odnawialnych źródeł energii. Jeszcze do niedawna większość z nich kwestionowała energetykę nuklearną. W obecnej sytuacji bardziej rozsądni przedstawiciele tych grup uważają, że energetyka jądrowa jest – jak to się mówi – „częścią rozwiązania, a nie przeciwko rozwiązaniu”. Nawet najbardziej wojowniczy rzecznicy dekarbonizacji sektora energii przyznali, że bez równoległego rozwoju technologii wytwarzania energii z atomu nie da się uzyskać ograniczenia czy zlikwidowania emisji dwutlenku węgla z tego sektora.

Taką strategię przyjął w ostatnich dwóch latach rząd amerykański. W swoim programie zawarł postulaty dekarbonizacji kraju poprzez rozwój odnawialnych źródeł energii, ale przy równoczesnym utrzymaniu i rozwijaniu energetyki atomowej. Zupełnie odmienne założenia leżą u podstaw niemieckiego Energiewende. Nasi sąsiedzi uznali, że jeśli postawią odpowiednio dużą liczbę wiatraków i paneli fotowoltaicznych, to będą stale i z nadwyżką produkować energię. Nawet dla tak bogatego kraju jak Niemcy ten scenariusz okazał się niemożliwy do realizacji.

Z analizy efektów strategii przyjętych przez różne kraje wynika kilka niepodważalnych założeń dla polityki energetycznej Polski. Po pierwsze, należy oczywiście zaspokoić

wszystkie krajowe potrzeby energetyczne w kontekście prądu elektrycznego i ciepła – zarówno osób prywatnych, jak i przemysłu. Po drugie (co jest już mniej oczywiste dla niektórych), Polska ma być samowystarczalna, jeśli chodzi o produkcję energii. Nie będziemy szli w ślady państw, które oparty swój system na imporcie energii z różnych stron świata, bo w sytuacji kryzysu stwarza to zagrożenie dla bezpieczeństwa kraju.

Żeby zrealizować najważniejsze założenie dotyczące samowystarczalności, Polska musi mieć oczywiście wiele zróżnicowanych źródeł energii, ale przede wszystkim należy zadbać, by odpowiednio duża ilość energii w systemie pochodziła ze źródeł pracujących w podstawie. Na przykład we wrześniu 2022 r. wyprodukowaliśmy 13 506 GWh, z czego 51,27% pochodziło z węgla kamiennego, 28,72% z węgla brunatnego, 8,08% z wiatru na lądzie, a 6,78% z innych źródeł odnawialnych, głównie z fotowoltaiki. To oznacza, że aktualnie 80% energii w naszym miksie pochodzi z węgla. Mamy duży problem, ponieważ zgodnie z obowiązującymi przepisami Unii Europejskiej od 2026 r. dostępna moc z elektrowni węglowych zmniejszy się o 7 GW, a my nie mamy czym zastąpić tego braku.

Warto zapoznać się z treścią „Planu rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2023–2032” (PRSP), który został zgłoszony do URE przez Polskie Sieci Elektroenergetyczne. Szczególnie interesujący jest tu obraz sieci i danych zintegrowanych w 2032 r., kiedy w kraju nie ma jeszcze energetyki jądrowej (przypomnę, że Polska planuje uruchomić pierwszy blok jądrowy w 2033 r.). Ta analiza przewiduje następującą strukturę zasobów wytwórczych: węgiel kamienny – 6,8 GW, węgiel brunatny – 4,5 GW. W rezerwie zostaną nam 3 GW w węglu brunatnym i 6,5 GW w węglu kamiennym. Co oznacza ta rezerwa? Otóż w wyniku analiz i dyskusji zapadła decyzja, że będziemy starali się utrzymać bloki węglowe w horyzoncie ich wydolności technicznej, a nie ekonomicznej. To znacząca różnica, ponieważ – jak wiadomo – przez

modernizację i inne działania można utrzymywać infrastrukturę nawet wtedy, gdy produkcja energii z węgla będzie przynosić straty z powodu cen uprawnień do emisji CO₂. Polski nie stać na to, żeby odstawić bloki z powodów rynkowych. Wszystko będzie zależało od uzgodnień unijnych, na przykład w kwestii przedłużonego rynku mocy. Inna opcja to stawiany ostatnio przez nasz rząd postulat dotyczący ograniczenia ceny uprawnień do emisji CO₂ do stałego poziomu 30 euro. Przy stabilnej cenie (a nie wahającej się pomiędzy 90 a 60 euro) wydolność ekonomiczna bloków jest po prostu dużo lepsza.

Myślę, że wciąż otwartą kwestią pozostaje, czy w Europie i Polsce powróci się do energetyki bazującej na czystym węglu i czystych, wydajnych blokach. Decyzja w tej sprawie będzie miała niestety charakter bardziej polityczny niż praktyczny. Jeśli jednak nic się nie zmieni i obecna tendencja zostanie w najbliższych latach utrzymana, to będziemy potrzebować innego źródła w podstawie miksu energii. Dostępnym rozwiązaniem jest energetyka jądrowa.

Jeśli uda nam się działać zgodnie z rządowym harmonogramem – tzn. pierwszy blok uruchomić w 2033 r., a następnie co dwa lata kolejne – to w 2043 r. prawie 1/4 koniecznej produkcji energii w Polsce będzie pochodzić z atomu. Uzupełnieniem tej podstawy mogłoby być gaz.

Odczuwam ogromną satysfakcję, że udało nam się zbudować Baltic Pipe, gazociąg do Skandynawii, i w ten sposób uniezależnić nasz kraj od dostaw gazu z Rosji. Nie możemy jednak w związku z tym przestawić naszej energetyki żywiołowo i w sposób niekontrolowany na gaz. Prawdopodobnie do 2033 r. zapotrzebowanie na gaz w Polsce osiągnie poziom ok. 30 mld m³ rocznie, ale potem nie powinno już rosnąć. Gaz będzie coraz droższy, a – jak wynika z analiz PRSP – przemysł i energetyka dyspozycyjna zawodowa będą potrzebowały rocznie ok. 10–11 mld m³ tego surowca. Polski miks będzie

składał się z bloków gazowych, ciągle jeszcze istniejącego węgla, budowanej energetyki atomowej i odnawialnych źródeł.

W analizie, do której się odwołuję, przewiduje się, że do 2032 r. 50% mocy zainstalowanej w Polsce będą stanowiły OZE. Tylko trzeba wziąć pod uwagę, że w przypadku źródeł odnawialnych liczba instalacji nie zawsze przekłada się na produkcję. W tym roku z ponad 20 zainstalowanych GW (to dużo) osiągnęliśmy produkcję na poziomie 10%. W tej kwestii nie musimy teoretyzować, bo doświadczenie pozostanie niezmiennie – słońce będzie świeciło podobnie jak do tej pory, tak samo z wiatrem.

Oczywiście może się okazać, że w tej długiej, dwudziestoletniej perspektywie rozwiną się przełomowe technologie magazynowania energii. Jeśli będą wydajne w kwestii przyjmowania i oddawania energii i upowszechnią się na dużą skalę – nasze podejście do całości zagadnienia będzie musiało ulec zmianie. Na pewno warto inwestować w rozwój tej branży.

W Polskim Programie Energetyki Jądrowej jest zapisany planowany przedział mocy od 6 do 9 GW. Określaliśmy go w momencie, gdy nie było jeszcze decyzji co do wykorzystanej technologii (np. blok 1100, 1400 itd.), więc nie chcieliśmy konkretnym wskazaniem prowokować częściej dyskusji. W tej chwili wiadomo, że w pierwszej elektrowni zastosowana zostanie technologia AP 1000, co pozwoli osiągnąć 3300 MW mocy.

Trzeba przyznać, że pewne działania w kierunku uruchomienia energetyki jądrowej w Polsce zostały wykonane przez naszych poprzedników. Przykładem mogą być badania, które wykorzystaliśmy do przygotowania raportu środowiskowego i wniosku o pozwolenie środowiskowe dotyczące lokalizacji na Pomorzu. Oba dokumenty zostały już złożone i są właśnie procedowane. Od podstaw natomiast rozpoczęliśmy rozmowy z Ameryką na temat współpracy. Z tego zrodziła się umowa międzyrządowa, która została podpisana w październiku

2020 r. i zawierała terminy i zobowiązania, głównie dla strony amerykańskiej. Zgodnie z dokumentem, firmy Westinghouse i Bechtel przygotowały raport, który zawiera dane dotyczące technologii i sposobu jej licencjonowania w Polsce i Europie. Całe przedsięwzięcie kosztowało 10 mln dolarów i zostało w całości sfinansowane przez stronę amerykańską. Wyznaczono osiemnastomiesięczny termin, który został dotrzymany z końcem sierpnia tego roku. Nasz rząd wczoraj (2 listopada 2022 r. – przyp. red.) przyjął technologię Westinghouse’a dla pierwszej elektrowni odpowiednią uchwałą.

Równolegle organizowaliśmy spółkę, której zadaniem będzie przygotowanie procesu inwestycyjnego i pełnienie funkcji inwestora w realizacji PPEJ. Spółka EJ1, od lat istniejąca w ramach grupy kapitałowej PGE, została wykupiona przez skarb państwa od udziałowców, którymi były nasze spółki energetyczne. Spółka EJ1 była rozliczana na podstawie zysku, czyli na zasadach obowiązujących normalne spółki produkcyjne, a przecież ciągle miała straty.

Tymczasem Polskie Elektrownie Jądrowe to spółka inwestycyjna ze stuprocentowym udziałem skarbu państwa. Różnica polega na tym, że jest ona rozliczana z tego, jak dobrze wydaje pieniądze, przygotowując i prowadząc inwestycje, a nie z tego, ile pieniędzy zarabia.

Ponieważ w komentarzach medialnych pojawiają się mylne informacje, w kilku słowach wyjaśnię założenia wczorajszej uchwały rządu w sprawie budowy wielkoskalowych elektrowni jądrowych w Polsce. Po pierwsze, zgodnie z umową międzyrządową przyjmuje ona końcowy raport przedstawiony przez stronę amerykańską, co będzie notyfikowane przez Ministerstwo Spraw Zagranicznych.

Po drugie, w tej uchwale strona polska decyduje się na przyjęcie technologii Westinghouse’a AP 1100 do pierwszej lokalizacji na Kaszubach Lubiatowo-Kopalino.

Warto zaznaczyć, że na razie mówimy o tym miejscu jako o „preferowanej lokalizacji”, gdyż we wciąż procedowanym wniosku środowiskowym istnieje konieczność wskazania alternatywy – jest nią Żarnowiec.

W harmonogramie zatwierdzonym w Polskim Programie Energetyki Jądrowej zdecydowaliśmy, że prace przygotowawcze (badania geologiczne, środowiskowe itd.) do budowy drugiej elektrowni rozpoczną się z dwu- lub trzyletnim opóźnieniem w stosunku do startu budowy na Pomorzu. W obecnej sytuacji rząd postanowił jednak przyspieszyć te działania. Wybór technologii dla drugiej elektrowni w programie rządowym będzie dokonany osobno.

Konsekwencją pierwszego poważnego kroku z 2 listopada jest konieczność niezwłocznego rozpoczęcia budowy elementów towarzyszących elektrowni: drogi, kolei, terminalu morskiego. To skomplikowane przedsięwzięcie, gdyż drogę musi zbudować GDDKiA, kolej PLK, a terminal Urząd Morski. Prace nad rozpoczęciem inwestycji są już jednak zaawansowane. Rząd opracowuje właśnie projekt wieloletniego programu na 4,5 mld zł z finansowaniem dla tych właśnie trzech elementów. Teraz konieczne jest zatwierdzenie budżetu i zrealizowanie projektów przed rozpoczęciem budowy samej elektrowni, co zgodnie z harmonogramem ma nastąpić w 2026 r.

Rolą spółki Polskie Elektrownie Jądrowe będzie przeprowadzenie do końca postępowania środowiskowego i uzyskanie decyzji lokalizacyjnej, a równolegle projektowanie inwestycji. To spółka będzie też ostatecznie zatwierdzała i podpisywała kontrakt na budowę. Koszt technologii wcale nie będzie przy tym najwyższą pozycją w całościowym rozliczeniu. Mamy grupę ludzi, która zdobyła doświadczenie menedżerskie w mniejszych inwestycjach, jak chociażby Baltic Pipe. Wielu z nich zaangażuje się w budowę elektrowni. Oczywiście atom to nie gaz, ale obie inwestycje są podobne jeśli chodzi o skomplikowanie działań, które trzeba skoordynować.

Teraz ważne jest, by na poziomie rządowym doprowadzić do klarownego osadzenia tego projektu. Należy zdecydować, kto

odpowiada za inwestycję i w jakiej strukturze ta odpowiedzialność zostanie umieszczona, żeby decyzje tam podejmowane nie mogły być kwestionowane.

Bez odpowiedniego ustawienia tej kwestii nie udałoby się nam otworzyć w planowanym terminie Baltic Pipe. Można sobie wyobrazić, że odpowiednie stanowisko powstałoby przy kancelarii premiera, ale człowiek, który je obejmie, podobnie jak cały jego zespół, powinien być jednocześnie związany z ministrem właściwym ds. energii. Ważne, by przez najbliższe dwadzieścia lat kwestia budowy elektrowni jądrowej była ulokowana w miejscu odpowiedzialnym za polską energetykę. Z tym samym miejscem powinien być związany nadzór skarbu państwa nad spółką realizującą inwestycję. Taka centralizacja decyzji jest – moim zdaniem – warunkiem powodzenia całego przedsięwzięcia.

Na zakończenie chciałbym podkreślić, że rozmowy z rządem amerykańskim na temat elektrowni atomowej w Polsce rozpoczynaliśmy za czasów prezydenta Trumpa i republikańskiej administracji.

Administracja Partii Demokratycznej, z prezydentem Bidenem na czele, przejęła ten projekt po poprzednikach.

Jak widać, nasza inicjatywa ma w Ameryce poparcie dwupartyjne, jest wyjęta ze sporów politycznych. Tak samo powinno to wyglądać w Polsce.

W tej chwili w sejmie jest nowelizacja ustawy specjalnej, która umożliwi szybsze procedowanie w wielu momentach realizacji tej inwestycji. Podczas pierwszego czytania w komisji sejmowej żaden z jej członków nie był przeciwny temu projektowi. To napawa optymizmem.

Rozwój energetyki jądrowej to przedsięwzięcie rozciągnięte na kilka kadencji rządu czy sejmu. Aby zakończyło się sukcesem, musi stać się ponadpartyjnym programem narodowym.

Wolny i bezpieczny rynek przyszłości – rola regulatora w zmieniającym się systemie energetycznym

Rafał GAWIN

Prezes Urzędu Regulacji Energetyki od 2019 r. (w URE od 2004 r.). Doktor nauk technicznych (specjalność: elektroenergetyka i gospodarka energetyczna). Były członek Europejskiej Grupy Regulatorów Energii i Gazu (ERGEG) oraz Agencji ds. Współpracy Organów Regulacji Energetyki (ACER), a także Komitetu ds. Transgranicznej Wymiany Energii Elektrycznej (KE). Ekspert w programach TAIEX oraz Florenckiej Szkoły Regulacji i projektów bliźniaczych. Od marca 2021 r. wiceprzewodniczący Rady Regulatorów ACER.



Na wstępie chciałbym odpowiedzieć na podstawowe pytanie: po co nam regulacja? Otóż każde działanie w dziedzinie energetyki, jeszcze na początkowym etapie, potrzebuje zdefiniowania ogólnego, nadrzędnego celu, który będzie stały w czasie i niezmienny, nawet w sytuacji dynamicznych przemian gospodarczych i regulacyjnych. W przeciwnym razie działanie takie będzie bezprzedmiotowe, nie doprowadzi do konkretnego rezultatu. Stałość i uniwersalność celu jest istotna szczególnie dziś, kiedy jesteśmy świadkami gwałtownych zmian w otoczeniu makroekonomicznym. Do każdego celu powinniśmy również dobierać elastyczne narzędzia, adekwatne do wyzwań, z którymi mierzymy się obecnie i na które powinniśmy być przygotowani w przyszłości.

Najbardziej skuteczna jest taka regulacja, która bazuje na celach, a nie na samych tylko działaniach.

Przede wszystkim zatem należy zdefiniować cele – zarówno krótko-, jak i długoterminowe, a więc nie w pięcioletnim horyzoncie kadencji organu, ale w wieloletniej perspektywie funkcjonowania przedsiębiorstw od strony biznesowej.

Warto pamiętać, że procesy, które zachodzą w różnego rodzaju przedsiębiorstwach energetycznych, są wynikiem wieloletnich działań podmiotów, które

PO CO NAM REGULACJA?

Cel działań URE: niezmienny od 25 lat

Przed powołaniem Prezesa URE:

- ❖ przedsiębiorstwa energetyczne były państwowe,
- ❖ obowiązywały ceny urzędowe,
- ❖ energia nie była produktem,
- ❖ występowały nieprawidłowości na rynku związane z naturalnym monopolem.



Prezes URE powołany w 1997 r. w celu:

- ❖ wdrożenia i regulacji procesu liberalizacji rynków energii dla przeciwdziałania negatywnym skutkom naturalnych monopolii,
- ❖ w interesie zapewnienia trwałego bezpieczeństwa energetycznego,
- ❖ poprawy konkurencyjności gospodarki,
- ❖ ochrony środowiska przed negatywnymi skutkami oddziaływania procesów energetycznych.

5

tworzą ten sektor. Dlatego uważam, że stabilna perspektywa dla przedsiębiorstw energetycznych jest bardzo ważna, szczególnie w obszarze inwestycyjnym, rozwojowym i przy tak dużej dynamice zmian w otoczeniu rynkowym. Tym bardziej ogromne znaczenie ma tworzenie regulacji w odpowiedzi na jasno określone cele. Jestem przekonany, że prawdziwą wartością Urzędu Regulacji Energetyki jest fakt, że cel jego działania został dość jasno zdefiniowany już dwadzieścia pięć lat temu i wciąż jest aktualny.

Zanim doszło do powołania regulatora w Polsce, pojawiały się plany zakładania przedsiębiorstw państwowych i ustalania obowiązujących cen urzędowych. Powstanie URE zmieniło sytuację. Regulacja sektorowa była pierwotnie sprowadzana głównie do taryfowania. Właśnie takie narzędzie odpowiadało bowiem ówczesnej sytuacji na rynku, który ulegał liberalizacji, a zasady funkcjonowania konkurencji dopiero się tworzyły. Dzisiaj jesteśmy w kompletnie innym miejscu.

Nadrzędnym i uniwersalnym celem URE jest równoważenie interesów odbiorców energii i przedsiębiorstw energetycznych oraz spełnienie wszystkich założeń Ustawy Prawo energetyczne, z których najważniejsze jest zagwarantowanie sprawnego działania mechanizmów konkurencji rynkowej.

Stworzyliśmy warunki do funkcjonowania konkurencji, szczególnie w obszarze obrotu energią elektryczną, w zakresie wytwarzania i obrotu hurtowego oraz w obszarze sprzedaży energii do klientów końcowych.

Cel pozostał zatem ten sam, natomiast narzędzia wykorzystywane do jego realizacji są inne.

Moje doświadczenie zawodowe w Urzędzie Regulacji Energetyki sięga 2004 r., kiedy instytucją kierował pierwszy z regulatorów, pan dr Leszek Juchniewicz, i mogę zaświadczyć, że każdy z moich poprzedników dobierał narzędzia służące regulacji tak, by wpisywały się w ten uniwersalny cel.

Silna regulacja nadal ma miejsce w obszarze sieciowym, w którym obowiązuje tzw. monopol naturalny. Tutaj nadal regulujemy cenę, podczas gdy w obszarze, który został uwolniony, stosujemy narzędzia innej kategorii, takie jak monitorowanie rynku i oddziaływanie *ex post*. Cel pozostaje jednak niezmienny.

Regulacja nadal jest potrzebna, żeby wprowadzać rozwiązania rynkowe tam, gdzie są warunki do funkcjonowania konkurencji.

Dalej odpowiem na kolejne nasuwające się pytania. Czym jest Urząd Regulacji Energetyki? Jaka jest jego rola? Cemu służą wspomniane regulacje?

URE od początku swej działalności aranżuje warunki substytucyjne wobec konkurencji rynkowej oraz jest regulatorem „naturalnych monopolii”.

Rynki wszelkiego typu energii (elektrycznej, gazu czy ciepła) zawsze były regulowane, to znaczy podlegały np. reglamentacji działalności czy – mówiąc już językiem ustawowym – koncesjonowaniu. Niemniej jednak, gdy pojawiają się warunki do konkurencji, to narzędzia bezpośredniej ingerencji w rynek są zastępowane instrumentami monitorująco-kontrolnymi.

URE nadal kreuje sytuację będącą substytutem konkurencji rynkowej, jednak robi to z uwzględnieniem perspektywy i interesów klienta, który sam ma niewielką siłę oddziaływania na przedsiębiorstwa energetyczne. Istotną rolą regulatora jest więc równoważenie interesów przedsiębiorstw energetycznych i odbiorców.

Rynek energii ma ogromne znaczenie społeczne, a zarazem silnie oddziałuje na gospodarkę. Jego regulacja jest zatem niezwykle istotna. Dla towaru, który jest pod kontrolą URE, nie istnieje żaden substytut czy alternatywa. Możemy mówić co najwyżej o rynku dóbr zastępowalnych, w tym sensie, że jeden rodzaj energii da się zastąpić innym rodzajem.

Jeszcze dziesięć czy dwadzieścia lat temu byliśmy przekonani, że nie ma alternatywy dla produkcji

energii elektrycznej i ciepła ze spalania paliw kopalnych. Dzisiejszy rozwój technologiczny pokazuje, że jest inaczej, wszyscy bierzemy udział w wielkiej transformacji energetycznej w kierunku źródeł odnawialnych. Coraz prężniej rozwijają się też rozwiązania typu *cable pooling* umożliwiające połączenie rynków i zastępowanie jednego rodzaju energii innymi.

W ostatnich latach doszło do bardzo poważnej zmiany podejścia w prowadzeniu polityki energetycznej. Jej przedmiotem nie jest już sama energetyka, ale również klimat. Przez wiele lat regulacje w zakresie energetyki były bardzo stabilne, nie zakładały tak głębokich i dynamicznych zmian w strukturze systemu, jakie zachodzą dzisiaj ze względu na ukierunkowanie na cele środowiskowe.

Każda zmiana pociąga za sobą określone koszty, ale równocześnie daje nowe szanse. Właśnie w ten sposób Europa postrzega obecną transformację. Odchodzenie od realizacji celów energetycznych w kierunku większej dbałości o te klimatyczne otwiera szanse na rozwój gospodarczy i objęcie pozycji lidera w procesie rozwoju nowych technologii.

Warto jednak pamiętać, że koszty przemian, będących szansą dla gospodarki, najczęściej ponoszą, niestety, odbiorcy energii. W odpowiedzi na ten problem opracowano pakiet *Czysta energia dla wszystkich Europejczyków*, dzięki któremu klient indywidualny zostaje zaktywizowany i ma szansę stać się również beneficjentem transformacji.

Nadrzędny cel regulacji, jakim jest równoważenie interesów przedsiębiorstw energetycznych i odbiorców, w dobie transformacji przybrał więc trochę inny wymiar. Musimy zrobić wszystko, aby w proces przemian włączyć klientów, tak żeby mogli czerpać

z nich osobiste korzyści. To ogromne zadanie do wykonania w zakresie uniwersalnego celu, który przyświeca działalności URE.

Przedsiębiorstwa energetyczne mogą być beneficjentami tej zmiany relatywnie niskim kosztem. Istnieją np. systemy wsparcia, dzięki którym inwestycje firm w OZE nie są obciążone tak dużym ryzykiem jak w przypadku klientów indywidualnych. Systemy pomocy publicznej gwarantują również zysk – choć nie spektakularnie wysoki ani szybki, to jednak pewny i stabilny.

Nie sposób natomiast zniwelować innego kosztu, który pojawia się po stronie odbiorców. W procesie transformacji skupiamy się głównie na stronie popytowej, dotyczącej wytwarzania energii elektrycznej – tu pojawia się wiele programów pomocowych, które wspierają rozwój źródeł. Niewiele natomiast robi się dla sieci. Wynika to być może z faktu, że jest to sektor podlegający ścisłej regulacji, objęty „monopolem naturalnym”, ale on również musi ponieść bardzo duży koszt inwestycyjny, by dostosować infrastrukturę do całkiem nowej energetyki bazującej na lokalnych odnawialnych źródłach energii. Procesy zachodzące w systemach elektroenergetycznych są coraz bardziej dynamiczne, w wyniku czego zmienia się charakter pracy sieci.

Jeszcze inną specyfikę mają sieci gazowe. Gaz ma przed sobą jeszcze długą perspektywę, ponieważ jest podstawą elastyczności sieci w procesie transformacji i – przynajmniej w energetyce wielkoskalowej – nie ma dla niego w tej chwili żadnej alternatywy.

Mam głębokie przekonanie, że na rynku gazu nastąpiła pewna stabilizacja, choć oczywiście nie ma co liczyć, że wrócimy do cen sprzed dwóch czy trzech lat.

Zresztą z dzisiejszej perspektywy, gdy za naszą granicą toczy się konflikt zbrojny, można przypuszczać, że wzrost cen gazu w ostatnich latach nie był efektem wyłącznie zdrowej konkurencji podaży i popytu.

Wracając do sektora infrastrukturalnego, jego dostosowanie do nowych okoliczności będzie

z pewnością obciążeniem dla odbiorców. Regulator musi zatem zadbać, żeby korzyści popłynęły do tych, którzy poniosą koszty. Rola regulatora polega na tym, by zarówno koszty, jak i korzyści, nie były skierowane tylko do jednej grupy interesariuszy.

Również rozwój OZE powinien przebiegać zgodnie z zasadami odpowiedzialności społecznej. Należy wykorzystać w tym celu wszelkie możliwe technologie, które pozwolą zminimalizować negatywny wpływ procesu na krajowy system energetyczny. Krótko mówiąc, rozwój OZE powinien uwzględniać możliwości rozwoju sieci oraz techniczne aspekty funkcjonowania systemu. Zrównoważony rozwój OZE jest wspierany przez ofertę pomocy publicznej również dlatego, że pozwala na stosunkowo tanie wytwarzanie energii elektrycznej, co przekłada się na korzyści dla odbiorców.

Oczywiście najtrudniejszym zadaniem jest znalezienie równowagi pomiędzy coraz tańszą energią z OZE a kosztami, które trzeba ponieść, by zintegrować tę energię w systemie.

Dlatego ważne jest, żeby wykorzystywać w tym celu różne technologie oraz stosować dostępne rozwiązania prawne i techniczne. Przykładem takich dobrych inicjatyw mogą być instalacje hybrydowe, lokalne społeczności energetyczne, klastry i spółdzielnie energetyczne – czyli różnego rodzaju formy integrowania OZE w systemie, które biorą pod uwagę specyfikę pracy sieci.

Z powyższego opisu sytuacji wynikają główne wyzwania, z jakimi w tej chwili mierzy się Urząd Regulacji Energetyki. Dalej szczegółowo omówię kilka z nich.

W naszym modelu regulacyjnym w zakresie **ciepłownictwa** stwierdziliśmy jasno, że dla tych przedsiębiorstw, które chcą się zmieniać i rozwijać, przewidujemy wsparcie w formie zwrotu kapitału zaangażowanego w inwestycje. Oferujemy także pomoc w poszukiwaniu finansowania zarówno dla inwestycji, jak i na potrzeby zachowania płynności, bo właśnie tego przedsiębiorstwa ciepłownicze potrzebują w obecnej sytuacji. Podjęliśmy współpracę z Bankiem Gospodarstwa Krajowego i bankami komercyjnymi, w wyniku której zostały uruchomione produkty płynnościowe pod gwarancją BGKu. W modelu regulacyjnym chcemy pozwolić

NAJWIĘKSZE WYZWANIE REGULATORA

– Z CZYM OBECNIE SIĘ MIERZYMYSZ?

- Nowy model regulacyjny dla ciepłownictwa;
- Karta Efektywnej Transformacji Sieci Dystrybucyjnych Polskiej Energetyki;
- Prosument, fleksument, piaskownice regulacyjne;
- Wdrażanie rozwiązań chroniących odbiorców przed szokami cenowymi, ale bez zaburzania rynku
- Sprawiedliwe i odpowiedzialne dzielenie kosztów kryzysu

przedsiębiorstwom przenosić w taryfach koszty produktów płynnościowych, aby ułatwić im inwestycje i przeprowadzanie zmian.

Wczoraj (7.11.2022 r. – przyp. red.) została podpisana **Karta Efektywnej Transformacji Sieci Dystrybucyjnych Polskiej Energetyki**. Do intensywnych prac nad jej kształtem zaprosiliśmy szerokie grono interesariuszy – nie tylko przedsiębiorstwa energetyczne, ale również przedstawiciele ministerstw, naszych legislatorów. Dokument określa cele w perspektywie roku 2030. Warto to podkreślić, gdyż typowe narzędzia regulacyjne, czyli taryfy i plany rozwoju przedsiębiorstw dystrybucyjnych, uwzględniają znacznie krótszy horyzont, sięgający maksymalnie dwóch, trzech lat. Tymczasem – powtórzę – aby uzgodnić regulacje z perspektywą biznesową, należy spojrzeć dalej, zapewnić przedsiębiorstwom stabilne i przewidywalne warunki na dłużej. W *Karcie...* znalazły się jasne deklaracje ze strony regulatora branżowego i przedsiębiorstw energetycznych, że chcemy wspólnie wdrażać rozwiązania prawne, które dotyczą np. linii bezpośredniej i usług elastyczności, skorygowania podejścia do magazynowania energii, instalacji hybrydowych oraz instalacji fotowoltaicznych – z punktu widzenia ich przyłączania do sieci.

Propozycja uwzględnia także rozwiązania dotyczące relacji pomiędzy przedsiębiorstwami energetycznymi a odbiorcami, takie jak **prosument, fleksument, piaskownica regulacyjna** – czyli właśnie

narzędzia elastycznie dostosowane do aktualnych wyzwań wynikających z sytuacji gospodarczej czy makroekonomicznej. *Karta...* jest dokumentem otwartym, ma charakter porozumienia społecznego, do dyskusji nad nim zapraszamy także inne grupy przedsiębiorstw sieciowych.

Obecnie mamy do czynienia z ogromnym kryzysem na rynku surowców, który ma z kolei przełożenie na rynki energetyczne. Mimo że URE wolałoby bezpośrednio nie wpływać na konkurencję rynkową, pojawiła się **potrzeba ingerencji w rynek**. To konieczność nie tylko krajowa, ale ogólnoeuropejska.

W tej sytuacji powinniśmy pamiętać, że beneficjentami rynku powinni być przede wszystkim odbiorcy, a nie tylko przedsiębiorstwa energetyczne.

Ogólna definicja rynku zawiera dwa najistotniejsze warunki: po pierwsze, odbywa się tam obrót energią, która jest dostępna, a po drugie – musi być ona dostępna w przystępnej cenie. I właśnie ten drugi element przestał w ostatnim czasie działać. Dlatego jestem przekonany, że ingerencja w rynek jest konieczna, choć jednocześnie uważam, że jej zakres czasowy powinien być ograniczony do minimum, czyli do momentu, gdy rynki powrócą do stabilizacji

CZY URZĄD BYŁBY POTRZEBNY PO LIBERALIZACJI RYNKU?

- 1) wkład w budowanie świadomości odbiorców,
- 2) zwiększanie transparentności funkcjonowania rynku,
- 3) znoszenie barier dostępu do rynku.



Proces zmiany



Zarządzanie zmianą
Świadomy odbiorca



Piszemy rynek na nowo
Sukces transformacji

i będziemy mogli mówić o prawidłowych warunkach funkcjonowania konkurencji. Przy czym należy zaznaczyć, że przystępna cena nie oznacza poziomu z okresu pandemii, kiedy kwoty spadły bardzo nisko, ale wartość, w której cena sprzedaży energii skorelowana jest z kosztami wytwarzania. Takie założenie również wpisuje się w podstawowy cel uniwersalny URE, jakim jest równoważenie interesów odbiorców i przedsiębiorstw energetycznych.

Pojawia się oczywiście pytanie, czy w sytuacji zliberalizowania rynku istnienie Urzędu będzie jeszcze uzasadnione.

Może się wydawać, że jeśli rynek zostanie kompletnie uwolniony, to regulator nie będzie już potrzebny. To nie jest prawda.

Jego rola jest bowiem istotna również na etapie reglamentacji, czyli koncesjonowania – sprawdzania, czy przedsiębiorstwo spełnia określone standardy, które gwarantują bezpieczeństwo jego funkcjonowania na rynku. Działalność regulatora polega więc także na monitorowaniu i nadzorowaniu funkcjonowania rynku oraz wyciągania konsekwencji wobec tych, którzy nie przestrzegają reguł.

Kolejnym zadaniem, które pozostaje ważne nawet w sytuacji mocno zliberalizowanego rynku, jest

uświadamianie odbiorców. Działalność edukacyjna pozwoli odbiorcy stać się świadomym beneficjentem przemian.

Mam głębokie przekonanie, że rynek ma zdolność do samoregulacji. Może się to zdarzyć jednak jedynie wtedy, gdy działa on transparentnie, to znaczy kiedy wszystkie podmioty funkcjonujące na rynku patrzą sobie na ręce i są dla siebie nawzajem regulatorami.

Tradycyjny regulator byłby wówczas tą instancją, do której zgłasza się nieprawidłowości zauważone na rynku, i dysponowałby narzędziami pozwalającymi pociągnąć do odpowiedzialności te podmioty, które nie działają zgodnie z regułami.

Uniwersalny cel działalności URE realizujemy nie tylko na poziomie krajowym, ale również w ramach współpracy z różnymi organizacjami międzynarodowymi, jak Agencja ds. Współpracy Organów Regulacji Energetyki, której jesteśmy obligatoryjnym członkiem, oraz bliźniacza organizacja, do której przynależymy dobrowolnie, czyli Rada Europejskich Regulatorów Energii. W ramach pierwszego partnerstwa koncentrujemy się na działaniach wynikających z przepisów prawa (głównie rynki hurtowe,

CZY NA POZIOMIE KRAJOWYM POTRZEBNE SĄ NOWE REGULACJE?



- **Jakościowe zmiany w funkcjonowaniu URE – zwiększenie efektywności i adekwatności kompetencji oraz wykonywanych zadań**
- **Elastyczne reagowanie na zmieniające się realia i otoczenie regulacyjne oraz gospodarcze (np. piaskownice regulacyjne, regulacja przez cele)**
- **Uproszczenie mechanizmów regulacyjnych (np. rewizja sposobu przyznawania i cofania koncesji)**

13

działalność sieciowa, w ograniczonym stopniu również rynki detaliczne), zaś w ramach drugiego omawiamy sprawy konsumenckie i kwestie rynków detalicznych. Trzecia organizacja, której jesteśmy członkiem, Regionalne Stowarzyszenie Regulatorów Energii, to platforma do wymiany różnych poglądów i kształtowania mechanizmów rynku europejskiego, przy czym każdy z regulatorów stara się oddać specyfikę swojego rynku krajowego, aby zrównoważyć interesy. Również tutaj realizowany jest cel naczelnego działania URE – w dyskusji na temat realizacji założeń wynikających z polityki Unii Europejskiej dbamy o zachowanie balansu pomiędzy interesem przedsiębiorstw energetycznych i odbiorców.

Na koniec chciałbym odpowiedzieć na pytanie, czy na poziomie krajowym potrzebne są nowe regulacje. Obecnie istnieje kilkadziesiąt dokumentów prawa, które odnoszą się do rynku energii. Oprócz Ustawy Prawo energetyczne, mamy również Ustawę o OZE i wiele krajowych rozporządzeń, a dodatkowo kilkadziesiąt przepisów europejskich. Aby w gąszczu przepisów zachować elastyczność, trzeba przede wszystkim szukać sposobów na zwiększenie efektywności i adekwatności kompetencji oraz wykonywanych zadań. Niestety, tak często działa polityka, że pojawiające się kłopoty nie są rozwiązywane u podstaw, tylko wprowadza się dodatkową regulację, która doraźnie likwiduje ich konsekwencje. To trochę jak z sitkiem – jeśli zatkamy jeden otwór, to woda wypłynie innym, jeśli również tam zastosujemy blokadę, nieszczelność

pojawi się w jeszcze innym miejscu – aż do momentu, gdy będziemy podejmowali całą masę doraźnych interwencji, które i tak nie przyniosą oczekiwanego efektu. W polskim podejściu regulacyjnym brakuje spojrzenia systemowego.

Wskazane byłoby dokonanie gruntownej rewizji obowiązujących przepisów i zrezygnowanie z tych zadań, których efektywność jest umiarkowana. Takie działanie mogłoby odciążyć URE i pozwolić mu skupić się na jego głównych zadaniach. Korzystne byłoby też dążenie do uzyskania elastyczności w regulowaniu (pomocne w tym mogą być np. wspomniane już piaskownice regulacyjne), ale także regulacja oparta na celach. *Karta Efektywnej Transformacji...* zawiera zapisy wspierające takie przekształcenia.

Tak długo, jak będziemy mieli przed oczami cel, będziemy w stanie odpowiednio modyfikować narzędzia służące do jego realizacji. Dlatego tak ważne jest, by regulować poprzez cele, a nie jedynie przy użyciu doraźnych instrumentów.

Ścieżki transformacji polskiej energetyki

Wojciech SUWAŁA

Profesor w Katedrze Zrównoważonego Rozwoju Energetycznego Wydziału Energetyki i Paliw AGH. W przeszłości pracował również w Polskiej Akademii Nauk oraz Joint Research Centre – Institute for Prospective Technological Studies. Prowadzi badania m.in. nad rozwojem modeli systemów paliwowo-energetycznych i regulacjami w energetyce (zwłaszcza w kontekście polityki klimatycznej). Uczestnik i kierownik licznych projektów dla przedsiębiorstw komercyjnych i Komisji Europejskiej, a także programów badawczych.



Omówieniu badań dotyczących ścieżek transformacji polskiej energetyki niech przyświeca cytat z Nielsa Bohra: „Przewidywanie jest bardzo trudne, szczególnie jeśli idzie o przyszłość”.

Polska energetyka stoi przed skomplikowanym i ważnym wyzwaniem, jakim jest transformacja – z systemu starego, bazującego na węglu, przekształca się w nowy, gdzie podstawą wytwarzania będą źródła odnawialne. Zgodnie z polityką państwa miks energetyczny oparty na OZE będzie dopełniany generacją w planowanych elektrowniach jądrowych. Wiele wypowiedzi na różnych forach zwraca uwagę na wybrane aspekty tego procesu i wskazuje pożądane kierunki zmian w technologii i legislacji. Pojawiają się również pytania o cele transformacji, tempo przekształceń, możliwość wykorzystania konkretnych technologii i wreszcie – o szacunkowe koszty. Odpowiedź na wiele

z tych pytań wymaga dogłębnej analizy systemu wytwarzania energii elektrycznej. Do badania tak skomplikowanego układu zastosowanie mogą mieć właściwie tylko modele prognostyczne.

Każde narzędzie do przewidywania kierunków rozwoju systemu wymaga przyjęcia określonych założeń, które jednak są naczynione pewną dozą niepewności. W tym przypadku nie da się bowiem sformułować jednego zbioru niezbitych założeń, można jedynie skomponować kilka zestawów możliwych scenariuszy rozwoju systemu.

Wobec tego nie sposób zdefiniować jednej obiektywnej ścieżki transformacji energetyki. W zależności od przyjętych założeń co do dostępności technologii, ich charakterystyk oraz regulacji prawnych (zwłaszcza wynikających z polityki klimatycznej) droga ta kształtuje się odmiennie.

Niewątpliwie podstawowym założeniem dla rozwoju systemu energetycznego jest dekarbonizacja, czyli obniżenie do roku 2050 emisji CO₂ o 95% w porównaniu z rokiem 2005. Trzeba też pamiętać, że polityka odejścia od paliw kopalnych to nie skutek ostatnich wydarzeń geopolitycznych, ale efekt realizacji ustalonych dużo wcześniej celów Unii Europejskiej.

Dekarbonizacja dla elektroenergetyki oznacza obniżenie emisji dwutlenku węgla z poziomu 150 mln ton do ok. 10 mln ton, które z kolei mogą być wykorzystywane lub neutralizowane w odpowiednich procesach przemysłowych bądź równoważone przez pochłanianie. Ścieżka dekarbonizacji zakłada obniżenie emisji do poziomu 55% w roku 2030 (czyli 90 mln ton) pod warunkiem równomiernego rozłożenia celów na wszystkie sektory gospodarki. Osiągnięcie tego celu będzie możliwe tylko przy ogromnym wysiłku, bo emisje elektroenergetyki w roku 2019 wynosiły 150 mln ton. Obniżenie emisji o kilkadziesiąt milionów ton w mniej niż dziesięć lat jest praktycznie niewykonalne, bowiem zależy od tempa inwestycji w morskie farmy wiatrowe i energetykę jądrową, a także od rozwoju energetyki rozproszonej – prosumenckiej.

W systemie elektroenergetycznym przyszłości funkcjonować będą dwie grupy technologii: klasyczne (sterowalne) i korzystające z odnawialnych źródeł energii (o produkcji zależnej od czynników meteorologicznych, zatem w praktyce sterowalne tylko w ograniczonym zakresie).

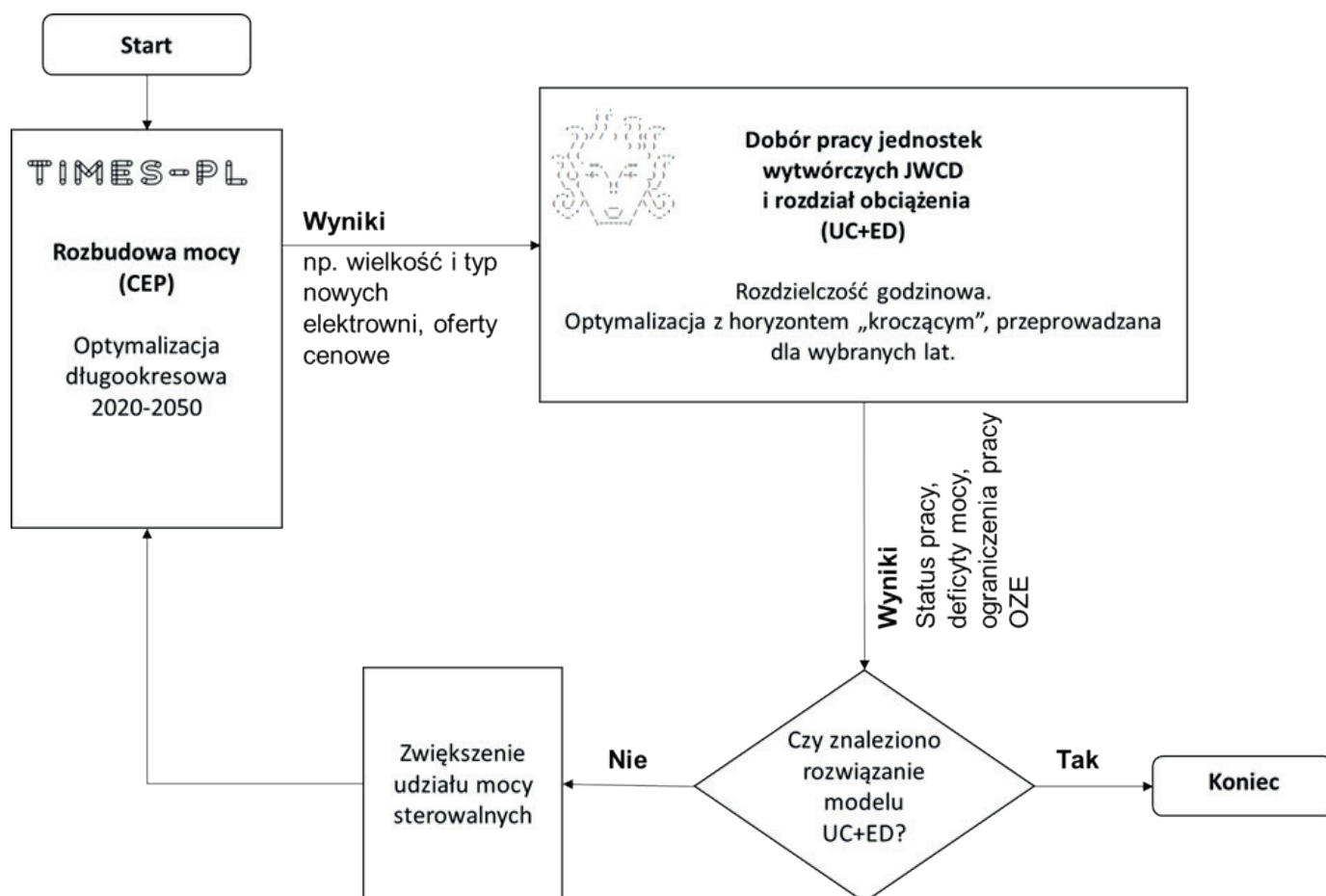
Zapewnienie ciągłości dostaw energii, która z biegiem czasu będzie wytwarzana w coraz większym stopniu z OZE, wymaga znaczącego udziału źródeł sterowalnych: elektrowni węglowych, gazowych lub nuklearnych,

bądź efektywnego systemu magazynowania energii.

Wśród aktualnie funkcjonujących elektrowni na węgiel kamienny możemy wyróżnić dwie grupy: pierwsza to nowo oddane bloki o mocach rzędu 1000 MW, druga to bloki klasy 200 MW, wciąż sprawne, choć o relatywnie niskiej efektywności i dużych emisjach. Elektrownie spalające węgiel brunatny są silnie zależne od żywotności kopalń – największa z nich, elektrownia Bełchatów, zakończy działanie ok. roku 2036, zespół PAK w 2024 r., a elektrownia Turów ok. 2045 r. Należy przyjąć, że duże bloki na węgiel kamienny mogą działać do końca okresu swojej żywotności (ok. 2050 r.), z opcją rozbudowy o instalacje wychwyty i składowania dwutlenku węgla. Bloki 200 MW i 360 MW mogą stanowić rezerwę systemu, a część z nich po modernizacji (zgodnie z założeniami programu Bloki 200+) może pełnić funkcje regulacyjne i w takim trybie funkcjonować do 2040 r., z docelowym czasem pracy 500–1500 godzin w roku. W zasadzie należałoby stwierdzić, że „muszą pracować”, a nie „mogą pracować”, bo bez nich w systemie nie byłoby dostatecznych mocy regulacyjnych. Alternatywę mogłaby stanowić szybka budowa elektrowni lub elektrociepłowni gazowych, jednak biorąc pod uwagę wahania poziomu cen gazu i niski koszt dostosowania bloków węglowych, nie wydaje się to racjonalne. Te i inne pytania są przedmiotem dalszych analiz z wykorzystaniem dwóch modeli: TIMES-PL i MEDUSA.

Metodyka badań

Prezentowane analizy bazują na systemie modelowania integrującym dwa modele energetyczne: TIMES-PL oraz MEDUSA. Model TIMES-PL należy do rodziny GEP (*Generation Expansion Planning*) i jest wykorzystywany w planowaniu długookresowym do optymalizacji krajowego miksu energetycznego dla uwarunkowań określonych scenariuszami energetycznymi. Z kolei MEDUSA to model typu UCED (*Unit Commitment and Economic Dispatch*) i znajduje zastosowanie w planowaniu krótkookresowym do przeprowadzania weryfikacji technicznej wykonalności założeń opracowanych scenariuszy miksu energetycznego. Na rysunku obok przedstawiony został schemat ich powiązań.



W pierwszym etapie po przygotowaniu danych wejściowych do obu modeli (mogą być nimi np. prognoza zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepło systemowe oraz ograniczenia scenariuszowe, tj. założenia technologiczne, potencjał wykorzystania OZE itp.) uruchamiany jest model TIMES-PL. Wyznacza on optymalną strukturę wytwórczą do roku 2050 dla przyjętych w danym scenariuszu założeń. Uzyskane w poszczególnych latach wyniki, obejmujące zwłaszcza moce elektryczne jednostek wytwórczych, stanowią dane wejściowe do modelu MEDUSA, który analizuje pracę jednostek wytwórczych w danym roku w rozdzielczości godzinowej. W ten sposób struktura wytwórcza danego scenariusza energetycznego uzyskana w modelu TIMES-PL poddawana jest weryfikacji pod względem technicznej wykonalności.

Opis scenariuszy

W przeprowadzonej analizie rozważono cztery scenariusze. Trzy z nich były zróżnicowane ze względu

na rolę, jaką odgrywały w nich wybrane technologie energetyczne, podczas gdy w czwartym żadna z technologii nie była preferowana.

Wszystkie scenariusze zakładały jednakowy poziom wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną oraz ciepła systemowego w badanym horyzoncie czasowym. Z powodu rozważanego wysokiego celu redukcji emisji CO₂ w badaniu przyjęto brak możliwości dokonywania inwestycji w nowe technologie węglowe, z wyjątkiem tych wyposażonych dodatkowo w system wychwytywania i składowania CO₂ (scenariusz CCS), oraz tych, w przypadku których rozpoczęcie eksploatacji zaplanowano do 2023 r. Na kolejnej stronie przedstawiono ogólną charakterystykę poszczególnych scenariuszy. Poziom redukcji dotyczy maksymalnej ilości CO₂ w krajowym sektorze produkcji energii elektrycznej i ciepła w 2050 r., która została ustalona na ok. 10 megaton CO₂. Udział energii z OZE dotyczy energii elektrycznej netto wyprodukowanej z OZE w 2050 r. Technologie z systemem CCS to rozwiązania wyposażone w system wychwytywania i składowania CO₂.

Uwarunkowania formowania ścieżek transformacji SCENARIUSZE

Scenariusz	Redukcja emisji CO ₂ 2050	Udział energii z OZE 2050	Technologie energetyki jądrowej	Technologie z systemem CCS
NUC	≥ 95%	≥ 40%	TAK	NIE
CCS	≥ 95%	≥ 40%	NIE	TAK
OZE+GAZ	≥ 95%	≥ 40%	NIE	NIE
DIV	-	-	TAK	TAK

agh.edu.pl

Scenariusz NUC

Scenariusz NUC umożliwiał inwestycje w technologie energetyki jądrowej, lecz bez możliwości inwestowania w elektrownie węglowe. Przyjęto, że pierwszy blok elektrowni jądrowej w Polsce zostanie oddany do użytku w latach 2031–2035. Zarówno w *Polityce Energetycznej Polski do 2040 r.*, jak i w Uchwale Rady Ministrów z 2 listopada 2022 r. datę oddania pierwszego bloku jądrowego określono na rok 2033. Z dzisiejszej perspektywy termin wydaje się bardzo trudny do osiągnięcia. Moc osiągalna netto (brutto) pojedynczego bloku elektrowni jądrowej została przyjęta na poziomie 1300 MW (1400 MW). Założono, że w 2035 r. w strukturze wytwórczej KSE funkcjonować będą dwie takie jednostki. Po 2035 r. umożliwiono dalszy rozwój elektrowni jądrowych. Przyjęto, że w perspektywie roku 2050 całkowita moc osiągalna netto dostępna w energetyce jądrowej może wynieść 10,4 GW, w tym 6,5 GW do 2045 r. Etap oddawania poszczególnych bloków elektrowni jądrowych oraz poziom całkowitej mocy osiągalnej w KSE do 2045 r. jest zbliżony do założeń przedstawionych w dokumentach *Polityki Energetycznej Polski...* Z kolei perspektywa wykorzystania w tym scenariuszu potencjału energii z OZE jest spójna z założeniami dla scenariusza CCS. W horyzoncie 2050 r. całkowity poziom mocy osiągalnej netto w elektrowniach wiatrowych

lądowych oraz morskich, a także w elektrowniach słonecznych nie może przekroczyć odpowiednio 16 GW, 14 GW oraz 24 GW. Wsparciem dla przeprowadzanej w tym scenariuszu redukcji emisji CO₂ będą również technologie gazowe. Maksymalny możliwy całkowity przyrost mocy osiągalnej netto w technologiach gazowych dla przyjętego w badaniu pięcioletniego kroku czasowego był najniższy ze wszystkich rozpatrywanych scenariuszy i wyniósł 4 GW.

Scenariusz CCS

Scenariusz CCS nie przewidywał możliwości dokonywania inwestycji w technologie energetyki jądrowej. Opcją umożliwiającą osiągnięcie zadanych celów redukcji CO₂, oprócz źródeł OZE, były jednostki wytwórcze wyposażone w system wychwytywania i składowania CO₂. W tym scenariuszu rozważono opcję inwestycji zarówno w klasyczne technologie węglowe wyposażone w system CCS, jak i te wykorzystujące zgazowanie węgla kamiennego w połączeniu z systemem CCS. Ponadto w zbiorze dostępnych technologii z systemem CCS znalazły się także technologie gazowe bazujące na układzie gazowo-parowym (CCGT). Ze względu na moc osiągalną netto (brutto) wyróżniono po dwie klasy bloków – dla technologii zgazowania węgla:

175 MW (250 MW) oraz 350 MW (500 MW), oraz dla układów gazowo-parowych: 280 MW (400 MW) oraz 490 MW (790 MW). W badaniu przyjęto, że pierwsze jednostki wytwórcze wyposażone w system wychwytywania i składowania CO₂ w strukturze wytwórczej KSE mogą pojawić się w 2035 r. Założono, że wychwycony w ten sposób CO₂ w badanym horyzoncie czasowym zostanie w całości zeskładowany w podziemnych strukturach geologicznych zlokalizowanych na terenie Polski. Wstępnie oszacowany potencjał składowania CO₂ pozwala na przyjęcie powyższego założenia. Parametry kosztowe technologii z systemem CCS uwzględniają dodatkowe koszty związane z transportem oraz składowaniem wychwyconego CO₂. Podobnie jak w scenariuszu NUC, łączna maksymalna moc osiągalna netto możliwa do uzyskania w tym scenariuszu w energetyce wiatrowej oraz słonecznej w okresie do 2050 r. może wynieść 54 GW.

Scenariusz OZE+GAZ

Scenariusz OZE+GAZ zakładał rozwój KSE bez udziału technologii energetyki jądrowej oraz technologii wyposażonych w system CCS. Przyjęto w nim, że podstawą krajowego systemu elektroenergetycznego w przyszłości będą zwiększone wykorzystanie energii z OZE oraz magazyny energii wspomagane elektrowniami gazowymi. Z tego względu w porównaniu do pozostałych scenariuszy istniała w nim możliwość intensywniejszego przyrostu mocy po 2040 r., zarówno w energetyce wiatrowej, jak i słonecznej. Łączna możliwa do zainstalowania moc elektryczna w energetyce wiatrowej oraz słonecznej do 2050 r. mogłaby wynieść 79 GW. W związku ze zwiększonym wykorzystaniem technologii OZE, założono również możliwość większego wykorzystania technologii gazowych, które w KSE mogłyby pełnić rolę mocy regulacyjnych.

Scenariusz DIV

W scenariuszu zróżnicowanych technologii energetycznych żadna opcja nie była preferowana. Wszystkie jednostki wytwórcze konkurowały ze sobą na zasadach rynkowych, bez szczególnych środków wsparcia. Dekarbonizacja wynikała ze stosowania uprawnień do emisji CO₂. W scenariuszu tym założono pełną akceptację społeczną zarówno energetyki jądrowej, jak i geologicznego magazynowania dwutlenku węgla. Możliwa maksymalna moc osiągalna technologii OZE była zbieżna z poziomem przyjętym w scenariuszu OZE+GAS.

Ścieżki cenowe paliw i uprawnień do emisji CO₂

Na wyniki badań wpływają też założenia dotyczące kształtowania się cen paliw i uprawnień do emisji CO₂. Ostatnio opublikowane analizy Komisji Europejskiej i International Energy Agency podają pewne przesłanki, które pozwalają przyjąć ceny w wysokościach odpowiadających globalnym politykom klimatycznym zgodnym z deklaracjami poszczególnych państw.

W bieżącej analizie przyjęto dwie ścieżki cenowe EUA (uprawnień do emisji CO₂). Pierwsza z nich była zgodna z wynikami scenariusza referencyjnego Komisji Europejskiej opublikowanymi w 2020 r. (EUA niskie). Ceny EUA nie powinny wzrosnąć powyżej 120 euro za tonę CO₂, gdyż szacunki kosztów CCS i Direct Air Capture mówią o takich kosztach docelowych tych technologii. Niemniej jednak, scenariusze poddano analizie czułości na alternatywną ścieżkę cenową uprawnień do emisji CO₂, przyjętą za wynikami badań grupy Centrum Analiz Klimatyczno-Energetycznych KOBIZE (EUA wysokie). W poniższej tabeli podano założone wartości.

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Węgiel kamienny energetyczny PLN 2020/GJ	13	17	14	15	16	16	17
Gaz ziemny PLN 2020/GJ	21	29	26	28	33	36	36
Ceny EUA wg EU Reference PLN 2020/t CO₂	112	125	140	240	380	570	580
Ceny EUA wg CAKE KOBIZE PLN 2020/t CO₂	112	280	448	672	896	1344	1792

Wyniki analiz

W przedstawionych scenariuszach minimalizowano koszty pracy systemu elektroenergetycznego z uwzględnieniem celu dekarbonizacji przy zadanych ograniczeniach dotyczących stosowania technologii. Zgodnie z oczekiwaniami w scenariuszu NUC (EUA niskie) w wytwarzaniu dominuje energia elektryczna z elektrowni jądrowych oraz źródeł OZE. Elektrownie gazowe pełnią rolę przejściowego źródła kontrolowanego na ścieżce do dużego udziału OZE. W ścieżce CCS (EUA niskie), podobnie jak w poprzednim scenariuszu, dominują źródła odnawialne, zaś generacja kontrolowana pochodzi w porównywalnym stopniu z elektrowni gazowych wyposażonych w instalacje wychwyty i składowania dwutlenku węgla. Bardzo interesujący jest scenariusz OZE+GAZ. Według niego w produkcji roku 2050 dominują ponownie źródła odnawialne – 130 TWh, natomiast źródła biomasowe i gazowe pełnią rolę regulacyjną. Przy założeniu wysokich cen i braku dostępności gazu wariant ten byłby trudny w realizacji. W scenariuszu DIV (EUA niskie) dobór technologii był dowolny, warunkiem była minimalizacja kosztu, zaś czynnikiem sprawczym tylko ceny EUA. Wyniki są porównywalne ze scenariuszem nuklearnym, co potwierdza relatywnie niskie koszty tej technologii, zwłaszcza w porównaniu z wynikami dla scenariusza z wysokimi kosztami EUA. Porównanie obu wersji wykazuje relatywnie niewielkie różnice, zmniejsza się jedynie generacja z elektrowni jądrowych i gazowych z CCS na rzecz elektrowni słonecznych i biomasowych. W kwestii redukcji emisji dwutlenku węgla nie ma wyraźnych różnic pomiędzy scenariuszami – postępuje ona w podobnym tempie, nawet w ścieżkach zakładających wysokie ceny EUA. Podobnie jak w ścieżce redukcji emisji, koszty wytwarzania energii elektrycznej różnicują się po roku 2040, przy czym dla roku 2050 najniższy wzrost przynosi scenariusz DIV (25%), a największy występuje w wariantcie OZE+GAZ – 40%.

Podsumowanie

Powyżej przedstawiono metodykę, założenia oraz wyniki analiz perspektywicznych ścieżek rozwoju polskiej elektroenergetyki. Podstawowym założeniem jest dekarbonizacja, czyli zredukowanie emisji dwutlenku węgla o 95% do roku 2050 przy

minimalizacji kosztów wytwarzania energii elektrycznej. Badano ścieżki dochodzenia do tego celu przy założeniu pewnych ograniczeń co do udziału najważniejszych technologii w strukturze wytwarzania. Przy wyborze, który scenariusz jest optymalny dla gospodarki i winien być realizowany, kluczowe znaczenie ma dojrzałość założonych technologii i zgoda na ich zastosowanie (podziemne składowanie dwutlenku węgla, akceptacja technologii jądrowej), właściwe oszacowanie harmonogramów inwestycyjnych (bloki jądrowe, morskie farmy wiatrowe). Należy także wziąć pod uwagę ryzyko utraty dostępu do gazu potrzebnego do produkcji energii elektrycznej. Analiza powyższych czynników umożliwi wybór właściwego scenariusza.

Narzędzia zastosowane do analiz (modele TIMES-PL i MEDUSA) przeszły już weryfikację, która wykazała racjonalność i wiarygodność ich wyników. Trzeba jednak pamiętać, że wyliczenia odzwierciedlają aktualne wizje perspektyw energetyki, które przekładają się na założenia do badań. Sam model jedynie dobiera technologie przy założeniu, że koszty wytwarzania energii elektrycznej należy zminimalizować. Zestawienie wyników różnych ścieżek transformacji pokazuje, że w przyszłości dominującą rolę w krajowym systemie elektroenergetycznym odgrywać będą odnawialne źródła energii. Osiągną one co najmniej 60% udziału w produkcji energii elektrycznej w 2050 r. Jednakże, m.in. ze względu na konieczność zapewnienia dostaw energii w okresach z niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi, moc elektryczna netto w technologiach sterowalnych (z uwzględnieniem magazynów) w 2050 r. powinna wynieść ok. 38 GW.

W transformacji energetyki mogą zająć znaczące, wręcz rewolucyjne zmiany, jeśli obecnie opracowywane technologie, takie jak *Direct Air Capture* (umożliwiająca wychwyt dwutlenku węgla wprost z powietrza i jego składowanie) czy *Small Modular Reactors* (małe reaktory modułowe), osiągną dojrzałość komercyjną. W obu przypadkach niskie koszty ich funkcjonowania spowodują nieopłacalność zarówno technologii CCS, jak i klasycznych rozwiązań nuklearnych i gazowych.

Współautorami omówienia są Artur Wyrwa i Stanisław Tokarski, a przedstawione w prezentacjach wyniki zostały przygotowane przez zespół ESMLab AGH (<http://esmlab.agh.edu.pl/>).

Wizje Nowej Energetyki

Projekt współfinansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju
w ramach programu badań naukowych i prac rozwojowych
„Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków”

Umowa nr Gospostrateg1/385085/21/NCBR/19

Wartość projektu: ogółem: 16 870 710,43 PLN, dofinansowanie NCBR: 16 596 967 PLN

Wydawca:
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
Dział Współpracy z Administracją i Gospodarką
Projekt Rozwój energetyki rozproszonej
w klastrach energii (KlastER)

Redaktor naczelny: Sławomir Kopeć

Opracowanie: Malwina Mus-Frosik

Katarzyna Faryj, Katarzyna Kwiatkowska,
Jakub Mirek, Bartłomiej Tereszkievicz

www.energetyka-rozproszona.pl
www.er.agh.edu.pl

Kraków, listopad 2022

ISBN 978-83-67427-21-0



Ministerstwo
Rozwoju i Technologii



NARODOWE
CENTRUM
BADAŃ
JĄDROWYCH
ŚWIERK

NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju