

Czy są granice dla transformacji energetycznej mierzonej wzrostem udziałów odnawialnych źródeł energii w krajowym systemie energetycznym?¹

Grzegorz Wiśniewski

Instytut Energetyki Odnawialnej
grzegorz.wisniewski@ieo.pl

Od II połowy 2024 roku pojawia się coraz więcej tekstów publicystycznych oraz wypowiedzi przedstawicieli branży energetycznej i niektórych polityków, poddających w wątpliwość dotychczas niezachwianą wiarę w dalszy rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE), a w szczególności w silnik całej transformacji energetycznej, jakimi są energia słoneczna i wiatrowa.

Źródłem wyrażanych wątpliwości są obawy, czy na przykład Unia Europejska po wyborach do Parlamentu Europejskiego nie zejdzie z obranej dawno drogi do OZE oraz jak głęboko na globalny odwrót od transformacji energetycznej wpłynie zmiana stosunku nowej administracji USA do polityki klimatycznej i zapowiadany przez prezydenta Donalda Trumpa powrót do paliw kopalnych. Nie są to całkiem bezpodstawne obawy, ale OZE stały się rozwiązaniem komercyjnym i w krajach demokratycznych ich rozwój nie zależy aż tak silnie od centralnej polityki, a bardziej od inicjatyw lokalnych i biznesowych. Ponadto nie ma nawet pewności, czy naciskom amerykańskiego prezydenta ulegną poszczególne amerykańskie stany, zwłaszcza te

¹ Pierwotna wersja niniejszego tekstu została opublikowana na autorskim blogu: Wiśniewski, G. (2024). *Udział OZE w krajowym systemie energetycznym może być znacznie wyższy przy obniżaniu cen energii i zachowaniu bezpieczeństwa energetycznego*, "Odnawialny" Blog, <https://odnawialny.blogspot.com/2024/12/udzia-oze-w-krajowym-systemie.html?m=1>.

mające większe udziały taniej energii słonecznej i wiatrowej, takie jak na przykład Kalifornia.

W podobnym duchu w kraju szeroko komentowane są dłuższe epizody bezwietrznej pogody (z takimi mieliśmy do czynienia w listopadzie 2024 roku, co objawiło się spadkiem generacji wiatrowej), które *nota bene* obnażają zły stan polskiej energetyki, brak rezerwy mocy i elastycznych źródeł konwencjonalnych w systemie energetycznym. Bowiem to nie wiatr jest problemem (gdyż jest przewidywalny), tylko brak przemyślanego planu transformacji energetycznej, ale na tej kanwie tworzona jest narracja o zagrożeniu blackoutami „przez wiatr”. W krajowych mediach wzrost cen energii w hurcie bezpodstawnie utożsamiany jest też ze wzrostem udziałów OZE, podczas gdy powód jest diametralnie inny – to energia z węgla staje się coraz droższa².

Na tych, co najmniej wątpliwych podstawach, wyciągane są wnioski, że Polska po przekroczeniu w 2023 roku 20% udziału pogodozależnych OZE powinna co najwyżej utrzymać ten poziom, a najlepiej zejść niżej, aby było bezpiecznie, podczas gdy w aktualnej sytuacji geopolitycznych naprawdę niebezpiecznie jest eksploatowanie i budowanie nowych scentralizowanych, gigawatowych jednostek wytwórczych zasilanych paliwami kopalnymi, w tym z importu (gaz, paliwo uranowe).

Tymczasem na świecie coraz powszechniej transformację energetyczną rozumie się jako elektryfikację wszystkich sektorów (transportu, przemysłu i usług oraz potrzeb bytowych – budownictwa) poprzez dostarczanie energii elektrycznej i ciepła za pomocą bezpaliwowych i zeroemisyjnych, a jednocześnie pogodozależnych OZE. Wszystkie oficjalne statystyki wydają się potwierdzać ten już nieodwracalny trend dążenia do uzyskania do roku 2050 niemalże 100% udziałów OZE, poprzez podnoszenie udziałów energii

² Wiśniewski, G. (2025). *Rynek energii elektrycznej w Polsce w 2024 roku na tle UE pod kątem zaskakująco wysokich cen energii elektrycznej – analiza na podstawie danych ENTSO-E*. CIRE.pl, <https://www.cire.pl/artykuly/serwis-informacyjny-cire-24/rynek-energii-elektrycznej-w-polsce-w-2024-roku-na-tle-ue-pod-katem-zaskakujaco-wysokich-cen-energii-elektrycznej---analiza-na-podstawie-danych-entso-e>.

z tych źródeł w dotychczas niedocenianych, a nawet zaniedbanych sektorach – ciepłownictwie i transporcie. Ale czym bliżej do realizacji powyższej wizji transformacji energetycznej (udziały OZE pogodozależnych przekraczają już standardowo w krajach rozwiniętych, w tym w Polsce, 20-30%, a w niektórych krajach czy regionalnych nawet 60-70%), tym opór ze strony tych co tracą udziały w rynku staje się większy, bez zwracania uwagi na fakty. Warto zatem przytoczyć fakty i przykłady, aby pokazać trwały postęp w tym zakresie.

Źródła pogodozależne i technologie je wspierające

Lista technologii wytwórczych spełniających kryterium produkcji energii bez procesów wydobycia paliw i ich spalania jest bardzo ograniczona – chodzi o elektrownie wiatrowe, słoneczne i wodne zwane przez profesora Marca Jacobsona z Uniwersytetu Stanforda WWS (od ang. *Wind-Water-Solar*). Od ponad dekady próbuje on konsekwentnie, zarówno poprzez modele matematyczne i symulacje krajowych czy regionalnych systemów energetycznych, jak i zbieranie danych empirycznych całego globu, potwierdzić, że do roku 2050 możliwe jest przejście każdego kraju, w tym z Polski, na 100% OZE w technologiach WWS.

Większym wyzwaniem jest jednak dążenie w kierunku 100% bez uznawanej za stabilną energetyki wodnej, która co prawda w dłuższych okresach jest zależna od pogody, ale nie jest powszechnie dostępna i nie jest motorem transformacji energetycznej. Nawet jeśli w niektórych krajach pełni od lat rolę głównego źródła energii, to jej udziały są na stałym poziomie. Dlatego w niniejszym artykule skupiono się na pogodozależnych technologiach przełomowych, a używając nomenklatury prof. Jacobsona można nazwać je WS (ang. *Wind-Solar*), które wymagają odpowiedniego otoczenia (technologicznego i regulacyjnego), aby dalej skutecznie i szybko prowadzić transformację energetyczną w kierunku niskich cen energii i zeroemisyjności.

W swoich analizach Jacobson coraz wyraźniej dostrzega potrzebę rozwoju technologii wspierających. Na początku chciał problem rozwiązać tylko magazynami zielonego wodoru (magazynowanie długoterminowe energii) i przechowalniami bateryjnymi (magazynowanie krótkoterminowe energii elektrycznej). Dostrzegając oczywisty problem, że łączne moce zainstalowane technologii WWS muszą przekraczać znacząco bieżące zapotrzebowanie kraju na moc, we współpracy z zespołem prof. Henrika Lunda z duńskiego uniwersytetu w Aalborgu doszedł do skądinąd oczywistego wniosku, że plan przejścia na 100% może zrealizować tylko wtedy, gdy wykorzystana zostanie łączność sektorów energii elektrycznej i ciepła poprzez technologie „power-to-heat” (P2H) oraz magazyny ciepła, duże sezonowe magazyny wodne niskotemperaturowe (PTES) dedykowane dla ciepłownictwa i wielogodzinne, wysokotemperaturowe magazyny ceramiczne dedykowane dla przemysłu, cegły ogniotrwale (ang. *firebricks*)³.

Fakt, że magazyny ciepła są obecnie najbardziej ekonomicznie uzasadnionym sposobem zagospodarowania zarówno godzinowych, dobowych jak i sezonowych nadwyżek energii z tzw. pogodozależnych OZE został potwierdzony w nowym raporcie Instytutu Energetyki Odnawialnej (IEO) – *Mapa drogowa rynku dla magazynów ciepła w Polsce*⁴.

Kontrowersje wokół źródeł pogodozależnych

Przedstawiciele tradycyjnych sektorów energetyki najpierw podważali koszty transformacji, a teraz realność techniczną oraz zresztą już od dawna, przepowiadają blackouty. W Europie, w tym w Polsce, szczególnie

³ Jacobson, M.Z. et al. (2024). Effects of firebricks for industrial process heat on the cost of matching all-sector energy demand with 100% wind–water–solar supply in 149 countries. *PNAS Nexus*, Vol. 3, Issue 7, <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae274>.

⁴ *Mapa drogowa rynku dla magazynów ciepła w Polsce*. (2024). (Red. nauk.) Twardawa M., Wiśniewski, G. Warszawa: Polska Izba Magazynowania Energii, Instytut Energetyki Odnawialnej, <https://ieo.pl/raporty-i-artkuly-ieo-oze-w-polskim-cieplownictwie/1693-mapa-drogowa-rynku-magazynow-ciepła>.

atakowane są wysokie udziały energii wiatru i słońca WS. W Polsce z przyczyn oczywistych atak idzie na WS, gdyż nie mamy możliwości zwiększania produkcji energii w elektrowniach wodnych.

W wypowiedziach nawet najbardziej sceptycznych energetyków stopniowo przesuwana się próg udziałów energii z OZE przy których ma dojść do złowieszczonego zawyżenia kosztów energii i wyłączeń prądu. Ok. 25 lat temu (wtedy, gdy w Polsce przyjmowana była *Strategia rozwoju energetyki odnawialnej do 2020 roku*) granicą bólu miało być 5-10% WS w produkcji energii. Ok. 10 lat temu tradycyjni energetycy uznali, że granica nieprzekraczalną udziału WS jest 15-20% – więcej o tego typu opiniach w artykule na autorskim blogu⁵.

Nasilający się atak na podstawy transformacji energetycznej, rozumianej jako dalszy rozwój pogodozależnych OZE, skierowany jest przede wszystkim na *Krajowy Plan w dziedzinie Energii i Klimatu* (KPEiK) i jego i tak znacząco zaniżone cele klimatyczno-energetyczne, których nie da się zrealizować bez „szybkich” WS, nawet jeżeli miałyby być okresowo ograniczane. Krytycy żądają dalszego spowolnienia transformacji, ale nie mając poważnych argumentów poza jednym – dzisiaj nie jesteśmy w stanie przejść na 100% OZE – który skądinąd na dzisiaj jest prawdziwym. Krytycy nie zajmują się jednak analizą przyczyn powyższych trudności ani tym, że nikt nie wzywa, aby w roku 2025 było 100% OZE, a co najwyżej jest mowa o 50% OZE w roku 2030.

Podjęmowane w przeszłości⁶, nieliczne polemiki z takimi poglądami spotykały się z lekceważeniem, gdyż w obu przypadkach chodziło o to, aby energia elektryczna była droga i aby nie było konkurencji ze strony prywatnych inwestorów. Pseudonaukowe teorie nie zważają na fakty, gdyż ich

⁵ Wiśniewski, G. (2024). *Udział OZE w krajowym systemie energetycznym może być znacznie wyższy przy obniżaniu cen energii i zachowaniu bezpieczeństwa energetycznego*, "Odnawialny" Blog, <https://odnawialny.blogspot.com/2024/12/udzia-oze-w-krajowym-systemie.html?m=1>.

⁶ Wiśniewski, G. (2014). *15% OZE forever?* "Odnawialny" Blog, <https://odnawialny.blogspot.com/2014/11/15-oze-for-ever.html>.

autorzy kierują się partykularnym interesem krótkoterminowym. A fakty są takie, że w Polsce udział energii ze źródeł WS w zużyciu energii brutto (bez strat i potrzeb własnych), licząc ostatnie 12 miesięcy (listopad 2023-październik 2024) wyniósł 22,5% (21,4% w produkcji energii) i właśnie zeroemisyjne źródła słoneczne i wiatrowe w Polsce najbardziej skutecznie ograniczają nie tylko emisje do atmosfery, ale przede wszystkim ceny energii, obecnie największy problem polskiej gospodarki⁷.

Realistyczne udziały OZE pogodozależnych na dzisiaj i na najbliższe lata

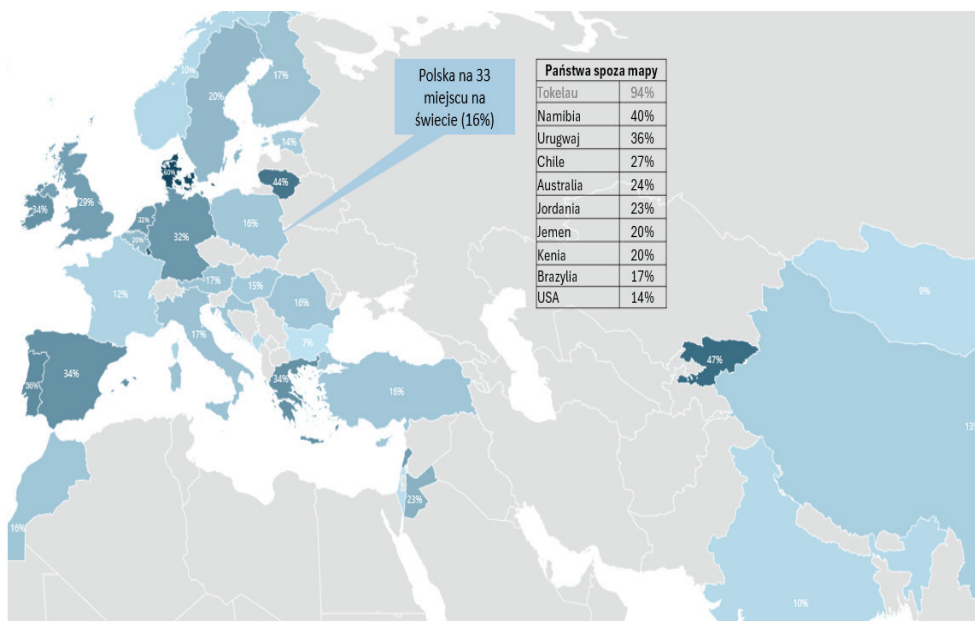
Oczywiście nie wolno bagatelizować realnych problemów z bilansowaniem mocy WS w KSE, ale nie wolno też nie zauważać jak szybko rosną udziały WS w bilansach poszczególnych krajów (poza dyktaturami „żywiącymi się” paliwami kopalnymi).

W roku 2022 Polska była na 33 miejscu na świecie pod względem udziałów WS. Na rysunku zaprezentowano mapę z pierwszą 60. krajów z najwyższym udziałem energii z wiatru i słońca w wytwarzaniu energii elektrycznej w roku 2022. Dominują na niej kraje europejskie, azjatyckie i Ameryki Południowej. W 10 krajach udziały OZE w produkcji energii już 2 lata temu przekraczały 30%. W UE liderami są Dania (60%) i Litwa (44%), które w celu bilansowania mocy też umiejętnie korzystają z wymiany międzynarodowej. Udziały pogodozależnych OZE na świecie szybko rosną.

Razem z energetyką wodną 19 krajów ma więcej niż 90% WWS w produkcji energii, a cztery kraje nie spalają już paliw kopalnych ani biomasy. Póki co nie są to kraje uprzemysłowione ani bogate (m.n. Albania, Bhutan, Lesotho) i dzięki niskiemu zapotrzebowaniu na energię wystarczają im elektrownie wodne z relatywnie niewielkim dodatkiem WS. W grupie 90+ są też kraje uprzemysłowione, np. Islandia czy Norwegia, oraz niezależne

⁷ Analiza relacji udziałów OZE i cen energii jest prowadzona na bieżąco na portalu Centrum Informacji o Rynku Energii, CIRE.pl: <https://www.cire.pl/artykuly/autor/grzegorz-wisniewski?p=1>.

energetycznie regiony z silnym przemysłem, jak Szkocja czy Południowa Australia, które dzięki odpowiednio energii geotermalnej (Islandia), wodnej (Norwegia) oraz mieszance energii wiatrowe i słonecznej (Szkocja i Południowa Australia) porzuciły spalanie paliw (konwersje termochemiczną) jako sposób na wytwarzanie energii. Nie potwierdza się stawiana często teza, że liderami w energii słonecznej i wiatrowej są USA i Chiny, które mają mniejsze udziały WS niż np. Polska.



Rysunek 1. Pierwsza 60. krajów z najwyższym udziałem energii z wiatru i słońca w wytwarzaniu energii elektrycznej w roku 2022

Źródło: opracowanie własne autora na podstawie danych Międzynarodowej Agencji Energetycznej (ang. *International Energy Agency – IEA*).

W USA liczą się jednak poszczególne stany, które mają własnych operatorów (TSO), a niektórzy z nich biją rekordy, jeśli chodzi o udziały WWS i WS. Największe udziały WS w zużyciu energii dzięki energetyce wiatrowej mają Południowa Dakota (79,7%), Iowa (78,5%) oraz Kansas (70,4%). Ale wątpiacy zawsze mogą powiedzieć, że są to stany rolnicze o relatywnie

niewielkim zużyciu energii elektrycznej (10-30% zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce).

Niez mordowany prof. Jacobson po raz kolejny w artykule opublikowanym na początku 2025 roku wykazał, że praktycznie wszystkie kraje i samodzielne energetycznie regiony mogą mieć niezawodne, tanie systemy elektroenergetyczne zasilane do 100% czystą energią z OZE z dużym udziałem wiatru i słońca oraz niemal wszystkimi zelektryfikowanymi odbiorcami końcowymi. Poparł swoje modele i symulacje danymi z najbardziej uprzemysłowionego stanu Kalifornia, z własnym operatorem sieci przesyłowej – CAISO – i z piątej gospodarki świata, która w praktyce przechodzi na 100% WS z niewielkim udziałem energetyki wodnej we wszystkich sektorach końcowego zużycia energii (elektryczności i ciepła)⁸.

Case study – Kalifornia (brak blackoutu pomimo 132 dni z udziałem OZE powyżej 100%)

W Polsce marzyliśmy o drugiej Japonii, Irlandii, ale rzadko odważyliśmy porównać do Kalifornii – potęgi gospodarczej, kojarzonej z dużym zapotrzebowaniem na energię z paliw kopalnych. Pomijając przepaść w PKB i z lepsze warunki nasłonecznienia, to obszar/stan o podobnej do Polski liczbie mieszkańców, z istotnym udziałem energii wiatrowej i relatywnie umiarkowanym udziałem energetyki wodnej w produkcji energii oraz niezwykle wysokim udziałem energii słonecznej (drugi stan po Nowadzie). Dobremu nasłonecznieniu (ok. 30% lepszemu niż w Polsce) i wcale nie tak mocno różniącym się od Polski profilem temperatury powietrza (zmiany klimatu robią swoje) towarzyszy specjalna rola fotowoltaiki (PV) prosumenckiej (inna niż w Polsce). Na koniec czerwca 2024 roku moc zainstalowana prosumenckich mikroinstalacji PV wynosiła 15,3 GW (w Polsce – 11,3 GW). Dzięki aktywnym prosumentom działającym w systemie autokonsumpcji *behind-the-meter* (BTM PV),

⁸ Jacobson, M.Z. et al. (2025). No blackouts or cost increases due to 100 % clean, renewable electricity powering California for parts of 98 days, *Renewable Energy* Vol. 240, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.122262>.

czemu sprzyja system rozliczeń i bardzo już popularne magazyny energii, które nie wprowadzają energii do sieci oraz letnie potrzeby w zakresie klimatyzacji (autokonsumpcja w szczycie generacji), Kalifornia istotnie zmniejsza zapotrzebowanie na energię wprowadzaną do sieci.

W tabeli 1 zebrano porównawczo dane systemów energetycznych Polski i Kalifornii w okresie 12 miesięcy, od października 2023 do września 2024 roku, pod kątem roli WWS i WS, biorąc pod uwagę produkcję energii z źródeł odnawialnych i zużycie energii, po uwzględnieniu strat sieciowych oraz roli autokonsumpcji prosumenckiej, która w Polsce jest relatywnie niska i niezwykle trudna do oszacowania. Analiza na poziomie zużycia energii końcowej (a nie produkcji energii) podwyższa udziały OZE, gdyż Kalifornia jest eksportem energii netto, a ponadto przy ocenie udziałów OZE do licznika nie wliczane są straty na przesyłach i dystrybucji energii.

Tabela 1. Porównanie roli OZE (WWS i WS) w systemach energetycznych Polski i Kalifornii w okresie od października 2023 do września 2024 r.

	Polska	Kalifornia
Liczba mieszkańców [mln]	37,7	38,9
Końcowe zużycie energii [GWh]	157 564	242 666
Udział energii wodnej w końcowym zużyciu energii	1,3%	12,5%
Udział energii wiatrowej w końcowym zużyciu energii	15,6%	5,3%
Udział energii geotermalnej w końcowym zużyciu energii	0,0%	4,4%
Udział energii słonecznej wprowadzonej do sieci w końcowym zużyciu energii	10,7%	18,4%
Udział energii słonecznej i wiatrowej WS w końcowym zużyciu energii	27,2%	36,5%
Udział realnej autokonsumpcji prosumenckiej w końcowym zużyciu energii (szcunkowo)	0,9%*	12,9%
Udział WWS w końcowym zużyciu energii	28,5%	53,4%
Udział WWS po pominięciu części energii z prosumenckich PV na autokonsumpcję energii	25,6%	47,3%

*Analiza niespójnych danych ENTSO-E, PSE i PTPIRE, przy braku danych o przewidywanych redukcjach zdolności przesyłowych wskazuje, że autokonsumpcja u polskich prosumenckich wynosi niewiele więcej niż 11%. Temat wymaga głębszych analiz, ale wskazuje na możliwą porażkę idei prosumeryzmu w Polsce.

Źródło: opracowanie własne autora na podstawie danych Międzynarodowej Agencji Energetycznej.

W Kalifornii, po uwzględnianiu znanego tamże faktu, że prosumenci obniżają zapotrzebowanie na energię końcową (nie korzystają z rocznego darmowego magazynowania w sieci), udział energii słonecznej i wiatrowej WS w zużyciu energii elektrycznej wyniósł 36,5%. W Polsce tak liczony udział może przekraczać nawet 27%. Udział WWS (wspieranych też energią geotermalną) w Kalifornii stanowił 53,4%, podczas gdy w Polsce było to 28,5%. W Kalifornii korzystniejszej niż w naszym kraju na system energetycznym oddziałują prosumenci. Pozostałe źródła w Kalifornii: gaz, biomasa i energia jądrowa tracą na znaczeniu (tak jak węgiel w Polsce) i stają się uzupełnieniem miksu wobec ekspansji WWS.

Ale Kalifornia w ciągu ostatnich 12 analizowanych miesięcy miała też inne wyzwania i osiągnięcia. Od 7 marca do 30 czerwca 2024 dostawy WWS przekraczały 100% zapotrzebowania na energię elektryczną przez 116 dni w sieci energetycznej tego regionu, przez okres od kilku minut do nawet ponad 10 godzin dziennie. Przez cały rok 2024 podaż WWS przewyższała popyt w sieci CAISO, w tym przez 132 dni: 7 dni od 1 stycznia do 6 marca, 98 dni od 7 marca do 30 czerwca i 27 dni od 1 lipca do końca września 2024 roku. Całkowita redukcja zdolności przesyłowych (ang. *curtailment*) w roku 2024 (do końca września) nie przekraczała 2,2%, czyli była na poziomie Polski.

Dane pokazują, że w ciągu zaledwie jednego roku Kalifornia doświadczyła niezwykle wzrostu w zakresie fotowoltaiki słonecznej, wiatru i magazynowania energii, w połączeniu ze spadkiem zapotrzebowania sieciowego z powodu wzrostu udziału BTM PV. Pomimo szybkiego wzrostu i wysokiej penetracji WS, cena spot energii elektrycznej w tym okresie spadła o ponad 50% w porównaniu z tym samym okresem w roku poprzednim i nie wystąpiły żadne przerwy w dostawie prądu. Trzeba uwzględniać różnice w systemach energetycznych w różnych krajach (nawet jeżeli jest duże podobieństwo statystyczne do Polski), ale opisany powyżej przypadek stanowi dowód empiryczny z kraju przemysłowego daje niemal pewność, że dodanie w Polsce większej ilości energii słonecznej, wiatrowej i akumulatorów energii wraz z wykorzystaniem DSR oraz tworzeniem hybryd wiatrowo-

słonecznych nie powinien powodować obaw o stabilność systemu energetycznego, czy wzrost cen energii.

Relatywnie, w stosunku do innych amerykańskich stanów, wysokie ceny energii elektrycznej w Kalifornii wynikają z czynników innych niż wzrost WS. W rzeczywistości niektóre stany z jeszcze większym udziałem WS (w szczególności wiatru) niż Kalifornia, np. Dakota, Iowa, Washington, Kansas czy Wyoming, mają jedno z najniższych cen energii elektrycznej w USA.

Wnioski

Kraje, stany, prowincje i miasta na całym świecie przechodzą transformację w kierunku coraz większego wykorzystania energii słonecznej i wiatrowej w celu zapewnienia ciągłych dostaw taniej energii elektrycznej.

Wyniki badań zespołu prof. Jacobsona oraz zwykłe statystyki (także cytowane wcześniej krajowe), wskazują, że sieci z penetracją energii do lub nawet powyżej 100% nie tylko z WWS, ale także z WS (po wyłączeniu ze statystyk energetyki wodnej) mogą być zarówno niezawodne w unikaniu przerw w dostawie prądu, jak i gospodarczo wykonalne, przynosząc korzyści konsumentom energii pod względem finansowym i zdrowotnym.

Przewidziany w najnowszym projekcie Krajowego Planu na rzecz Energii i Klimatu (KPEiK-WAM) na 2030 rok udział pogodozależnych odnawialnych źródeł energii w produkcji energii elektrycznej brutto (liczony bez strat na przesyłach i dystrybucji energii, ale też bez faktycznego obniżenia zużycia energii przez wcześniej błędnie stymulowanych prosumentów i salda wymiany zagranicznej) na poziomie 48,7% w roku 2030 i 58,4% w roku 2040 wydaje się niedoszacowany. O ile Polska chce utrzymać konkurencyjność gospodarki i nie zatrzymać transformacji energetycznej, cele WS na rok 2040 trzeba ponieść znacząco, a w przypadku roku 2030 tylko umiarkowanie, gdyż dekada obstrukcji tradycyjnej energetyki opóźniła transformację, zachwiała megatrendem przerzucając koszty na odbiorców energii, i powrót na właściwą ścieżkę wymaga czasu, woli politycznej i konsekwencji.

Oczywiście dalsze stopniowe zwiększenie ilości energii z pogodozależnych OZE wprowadzonej do krajowego systemu energetycznego możliwe jest dzięki poprawie funkcjonalności KSE poprzez uelastycznienie popytu, zwiększeniu zdolności magazynowych, w tym sezonowe magazynowanie ciepła, elektryfikację kolejnych sektorów gospodarki (ang. *sector coupling*), a także zwiększenie zdolności regulacyjnych istniejących jednostek konwencjonalnych. Od strony gospodarczej, rynkowej i biznesowej nie ma już powrotu do modelu centralnej, nieelastycznej elektrowni z wymarzoną pracą w podstawie. Transformacji energetycznej nie da się zatrzymać przy maksymalnie 20 procentowym udziale WS w KSE. Przetrwają tylko te elektrownie konwencjonalne, które elastycznością dostosują się do OZE i tylko ci operatorzy, których sieci będą wystarczająco inteligentne.