



Tadeusz OLKUSKI\*, Katarzyna STALA-SZLUGAJ\*\*

## **Tendencje zmian występujące w światowej energetyce**

Streszczenie: Obserwując sytuację w energetyce nietrudno zauważyć, że zachodzą w niej bardzo głębokie zmiany. Polegają one przede wszystkim na odchodzeniu od energetyki konwencjonalnej do energetyki odnawialnej. Taką tendencję ma zwłaszcza energetyka w Unii Europejskiej. Europa stara się być prekursorem w dziedzinie odnawialnych technologii i liderem w walce z globalnym ociepleniem. Likwidowany jest przemysł wydobywczy, a elektrownie węglowe wypierane są przez odnawialne źródła energii. Sytuacja taka wynika nie tylko z dyrektyw unijnych, ale również oddolnych inicjatyw społecznych inspirowanych przez grupy ekologów. Blokowane jest uruchamianie nowych odkrywek węgla brunatnego ze względu na brak akceptacji społecznej, a także budowa elektrowni konwencjonalnych. Nie pomagają argumenty ekonomiczne przemawiające za rozwojem energetyki opartej na węglu brunatnym, który jest paliwem zdecydowanie tańszym niż inne, czy też zapewnienia potencjalnych inwestorów o stworzeniu nowych miejsc pracy. Również w innych regionach świata wstrzymywane są inwestycje węglowe. Z badań przeprowadzonych przez koncern węglowy CoalSwarm wynika, że w 2016 roku drastycznie spadła liczba inwestycji w energetyce węglowej w świecie. Nawet w Chinach i Indiach, gdzie najbardziej w ostatnich latach rozwijała się energetyka węglowa, wstrzymano około 100 inwestycji. Niejasna jest sytuacja w USA. Choć Barack Obama podpisał porozumienie paryskie, to obecny prezydent Stanów Zjednoczonych Donald Trump wypowiedział to porozumienie i w licznych wystąpieniach zapewnił o chęci powrotu do dominującej roli węgla w gospodarce amerykańskiej. W Polsce nadal utrzymywana jest struktura węglowa energetyki, ale według zapowiedzi resortu energii nowy blok w elektrowni Ostrołęka będzie ostatnim budowanym w Polsce blokiem węglowym. Pozwala to sądzić, że w najbliższym czasie może nastąpić zwrot w polityce energetycznej Polski, a długo oczekiwany dokument Polityka energetyczna Polski do 2050 roku określi kierunki zmian na następne lata.

Słowa kluczowe: energetyka, węgiel, trendy, polityka energetyczna

## **Trends of change occurring in the world power industry**

Abstract: Observing the situation in the power industry it is easy to see that there are very deep changes in it. They rely primarily on moving away from conventional energy to renewable energy. This is particularly the case for energy

\* Dr hab. inż., \*\* Dr inż., Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków, e-mail: olkuski@min-pan.krakow.pl

in the European Union. Europe strives to be a forerunner in renewable technologies and a leader in the fight against global warming. The mining industry is being abolished and coal-fired power stations are being displaced by renewable energy sources. This situation is not only a result of EU directives but also of grassroots social initiatives inspired by environmental groups. The new lignite openings are being blocked, due to the lack of public acceptance, and the construction of conventional power plants. They do not help economic arguments for the development of energy based on coal, lignite, fuel that is significantly cheaper than the other, or to provide potential investors with the creation of new jobs. Also, coal investments are suspended in other regions of the world. CoalSwarm coal research shows that 2016 saw a dramatic fall in the amount of coal investment in the world. Even in China and India, where most of the coal industry has developed in recent years, about 100 investments have been suspended. The situation in the US is unclear. Although Barack Obama signed the Paris Agreement, current United States President Donald Trump has spoken out about this agreement and in numerous speeches and is eager to return to the dominant role of coal in the American economy. Poland still maintains the carbon structure of the power industry, but the Minister of Energy has announced that the new block at the Ostrołęka power plant will be the last coal-fired power plant to be built in Poland. This statement allows us to believe that there may be a return to Poland's energy policy in the nearest future, and the long-awaited document, Poland's energy policy until 2050, will determine the direction of change for the coming years.

Keywords: energy, coal, trends, energy policy

## Wprowadzenie

Przez lata przyzwyczailiśmy się do tradycyjnej energetyki konwencjonalnej, która zwłaszcza w naszym regionie, ale nie tylko, oparta była na węglu. Struktura energetyki w naszym kraju pod tym względem niewiele się zmieniła. Nadal węgiel (łącznie: kamienny i brunatny) pozostaje dominującym paliwem, chociaż od 2010 roku jego udział zmniejszył się o pięć punktów procentowych i spadł do 79%. Obserwując jednak energetykę w świecie nie sposób nie zauważyć szybko postępujących zmian. Zmniejsza się znaczenie węgla, rośnie natomiast udział odnawialnych źródeł energii (OZE). Następuje odwrót od energetyki centralnie planowanej w kierunku rozproszonych źródeł energii. Rośnie znaczenie prosumentów, co z jednej strony utrudnia planowanie i stabilność systemu, z drugiej jednak strony pozwala odbiorcom aktywnie uczestniczyć w rynku i w skrajnych przypadkach nawet całkowicie uniezależnić się od lokalnego dystrybutora. Oczywiście wszystkie rozwiązania mają swoje pozytywne i negatywne strony, a na ocenę efektów będzie można pozwolić sobie dopiero po latach. Wiele zespołów eksperckich próbuje wskazać kierunki rozwoju energetyki w przyszłości, a swoje analizy nazywa trendami lub megatrendami w energetyce lub elektroenergetyce.

### 1. Tendencje zmian według *British Petroleum*

Jednym z takich opracowań jest raport *British Petroleum*, który ukazał się w styczniu bieżącego roku pod nazwą *Six mega-trends that could shape the future of energy* (*Six... 2017*). Wskazano w nim sześć tzw. megatrendów, mogących zmienić przyszłość energetyczną rozumianą w bardzo szerokim aspekcie: od podaży surowców, poprzez rozwój OZE do zmian demograficznych. Wskazane sześć megatrendów to:

1. Transformacja energetyczna i dominujące paliwo.
2. Podaż ropy naftowej.

3. Podaż gazu ziemnego.
4. Wzrost znaczenia OZE.
5. Elektryfikacja.
6. Zmiany popytu.

W raporcie zwrócono uwagę, że światowy sektor energetyczny przechodzi obecnie duże zmiany. Przez wieki dominującym paliwem było drewno, później węgiel, teraz ropa naftowa. Od początku XXI wieku rośnie gwałtownie znaczenie gazu ziemnego, a jeszcze szybciej energetyki odnawialnej. W przypadku ropy naftowej przez ostatnie dwie dekady zanotowano rekordowo wysokie jak i bardzo niskie ceny. Prawdopodobnie *peak oil*, który miał nastąpić już teraz przesunie się na lata 2025–2040 ze względu na znaczną podaż, chociaż na rynku panuje duża niepewność. Silny nacisk ze strony ekologów na ograniczanie emisji gazów cieplarnianych będzie miał wpływ na podaż i popyt kopalnych surowców energetycznych. Porozumienie paryskie z 2015 r., mające na celu utrzymanie globalnej temperatury w tym stuleciu znacznie poniżej 2°C, spowoduje przyspieszenie przemian w kierunku wykorzystywania alternatywnych źródeł energii. Jeśli chodzi o gaz ziemny, to jego pozycja zmienia się. Do tej pory gaz ziemny kojarzony był raczej z energetyką rozumianą łącznie jako elektroenergetyka i ciepłownictwo, a handel nim miał charakter lokalny lub regionalny. Obecnie dzięki rozwojowi LNG gaz staje się surowcem globalnym i dodatkowo coraz częściej wykorzystywanym w transporcie. W ciągu najbliższych 20 lat LNG stanie się dominującą formą gazu handlowego, wypierając stopniowo gaz transportowany rurociągami. Na rozwój wykorzystywania gazu wpływa oczywiście, poza wieloma innymi czynnikami, chęć ograniczenia emisji CO<sub>2</sub>.

BP zwraca uwagę, że należy przygotować się do życia w świecie, w którym dominującą rolę odgrywać będą odnawialne źródła energii. Pozyskanie energii z wiatru i słońca w ostatnich latach rosło szybciej niż paliwa kopalne, chociaż z niskiej bazy i korzystały i korzystają nadal z dotacji rządowych. Teraz jednak w wielu sytuacjach stają się konkurencyjne w stosunku do paliw kopalnych i są gotowe dostarczać znacznych ilości energii. Obecnie obserwowany rozwój OZE przekroczył wszelkie prognozy. Rozwój następuje, gdyż maleją koszty produkcji technologii odnawialnych źródeł energii. Dla fotowoltaiki koszty spadły w ostatnich latach o 80%, a dla energetyki wiatrowej o 50%. Energetyka oparta na paliwach kopalnych nadal jednak funkcjonuje, gdyż zarówno energetyka słoneczna jak i wiatrowa dostarcza energię okresowo i w sposób nie do końca przewidywalny, dlatego paliwa kopalne muszą być elementem stabilizującym system.

Innym kierunkiem rozwoju energetyki ma być elektromobilność. Sektor transportu ma znacząco się zmienić poprzez wprowadzenie pojazdów elektrycznych, pojazdów bez kierowców i nowych rodzajów działalności. Rozwój elektromobilności spowoduje większe zapotrzebowanie na energię elektryczną. Prekursorem wprowadzania na rynek samochodów elektrycznych była firma Tesla, ale również inne koncerny motoryzacyjne wprowadzają na rynek swoje produkty, wykorzystujące energię elektryczną do napędu pojazdów.

Na tendencje w zakresie zapotrzebowania i wykorzystywania energii będzie miało wpływ nowe pokolenie, tzw. pokolenie milenijne, czyli urodzeni po 1980 roku, którzy będą wykorzystywali energię w sposób trudny obecnie do przewidzenia. Zmieniają się wzorce konsumpcji i wzorce pracy. Wiele usług wykonywanych będzie cyfrowo. Rozwój będzie

dotyczył głównie krajów nienależących do OECD. Przed 2030 rokiem, kraje szybko rozwijające się stanowiąc będą 47% globalnego napływu kapitału, w porównaniu do 23% z 2010 roku. Będzie następował dalszy wzrost ludności świata, do 2030 r. populacja wzrośnie z dzisiejszych 7 mld do co najmniej 8,5 mld, z czego tylko niewielka część dotyczyć będzie świata krajów rozwiniętych (wzrost z 1,2 mld do 1,3 mld), podczas gdy zasadnicza część przyrostu ludności dotyczyć będzie krajów biednych (wzrost z 5,8 do 7,2 mld). Następować będzie dalsza urbanizacja życia – 60% ludzi mieszkać będzie w miastach – 82% w przypadku krajów rozwiniętych, 55% w pozostałych (Kleiber 2013). Wzrost populacji przełoży się na większe zapotrzebowanie na surowce i energię. Wzrastać będzie nasycenie gospodarstw domowych urządzeniami elektronicznymi. Chociaż urządzenia te zużywają coraz mniej energii, to jednak ze względu na dużą ich liczbę spowodują wzrost zapotrzebowania na energię. Kleiber (2013) zwraca również uwagę na prognozowane zużycie energii w przyszłości. Przewiduje się, że globalne zużycie energii wzrośnie do 2030 roku o 26%, przy czym dla krajów rozwiniętych i rozwijających się ten wskaźnik wynosi odpowiednio 2–3% i 45%. Nieco spadnie w globalnym bilansie energetycznym udział ropy (do około 30% w 2030 roku), wzrośnie natomiast udział węgla (do 27%) i jeszcze bardziej gazu ziemnego (do 24%). Produkcja energii ze źródeł odnawialnych będzie stale rosła, osiągając globalnie poziom 13%, wzrośnie także, choć nieznacznie, udział energetyki jądrowej (do 6%).

## 2. Tendencje zmian według Forum Analiz Energetycznych

Według Forum Analiz Energetycznych do najważniejszych megatrendów należą (Forum... 2016):

1. Redukcja emisji i dążenie do ograniczenia wpływu inwestycji na środowisko.
2. Spadek kosztów wytwarzania energii w odnawialnych źródłach.
3. Wzrost świadomości społecznej w zakresie środowiska, oddziaływania inwestycji oraz nowych technologii wytwarzania energii.
4. Zmniejszenie znaczenia paliw kopalnych, głównie węgla.
5. Poprawa efektywności energetycznej.
6. Nowe modele biznesowe i rola tradycyjnych przedsiębiorstw energetycznych.

Autorzy raportu stwierdzają, że redukcja emisji gazów cieplarnianych jest jednym z megatrendów realizowanych od ponad dwudziestu lat. Dotyczy to zwłaszcza UE, która stara się być prekursorem tych działań, stawia na innowacje i poprawę efektywności. W zakresie emisji gazów cieplarnianych Unia dąży do ich ograniczenia do 2030 roku o 40% w stosunku do roku 1990. Zamierza także zwiększyć udział energii ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii elektrycznej do 27%. Sektory *non-ETS*, tzn. transport, sektor komunalno-bytowy i rolnictwo, będą musiały zmniejszyć emisję o 30% w stosunku do 2005 roku.

Oprócz redukcji emisji CO<sub>2</sub> Unia Europejska stara się zmniejszyć emisje również innych substancji, takich jak: dwutlenek siarki, tlenki azotu oraz pyły. Podstawą prawną jest Dyrektywa IED (IED 2010) dotycząca emisji przemysłowych. Przepisy dyrektywy zaostrzają standardy emisji z obiektów energetycznego spalania i dotyczą nie tylko nowych obiektów energetycznych, ale także istniejących. Ponadto, dyrektywa obejmuje wszystkie instalacje

o mocy w paliwie równej lub większej od 50 MWt. Implementacja dyrektywy 2010/75/UE (IED) w sprawie emisji przemysłowych spowoduje w ciągu maksimum ośmiu lat zmniejszenie spalania węgla kamiennego energetycznego o 17 mln ton/rocznie i o 17 mln ton/rok węgla brunatnego (Wilczyński 2016).

Kolejnym problemem dla energetyki są tzw. konkluzje BAT (*Best Available Techniques*). Konkluzje BAT to dokument, który formułuje wnioski dotyczące najlepszych dostępnych technik dla instalacji nim objętych, a także wskazuje poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami. Został przyjęty w dniu 28 kwietnia 2017 roku i dotyczy dużych obiektów energetycznego spalania (LCP). Oprócz wprowadzenia surowszych standardów dla SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> i pyłów, konkluzje BAT objęły także dodatkowe, dotąd nieobjęte ograniczeniami substancje, takie jak: Hg (rtęć), HCl (chlorowodór), HF (fluorowodór) i NH<sub>3</sub> (amoniak). Konkluzje BAT zaczną obowiązywać po czterech latach od ich wprowadzenia, czyli od 2021 roku. Według analiz zamówionych przez Towarzystwo Gospodarcze Polskie Elektrownie dostosowanie się do konkluzji BAT to wydatek rządu 10 mld zł (Kocoł 2017).

Bardzo niepokojącym zjawiskiem – zwłaszcza dla polskiej energetyki – jest głoszona przez Komisję Europejską dekarbonizacja gospodarki. W przyszłości będzie można produkować energię z węgla wyłącznie w połączeniu z technologią CCS, co jak wiemy nie jest obecnie technicznie możliwe na skalę przemysłową i poza tym jest ekonomicznie nieopłacalne.

Jeśli chodzi o energetykę odnawialną to na podstawie obserwacji jej rozwoju w ostatnich latach widać, że będzie się ona nadal dynamicznie rozwijała. Obserwuje się też postęp w dziedzinie magazynowania energii, co pozwoli na szersze wykorzystywanie energii odnawialnej, która wytwarzana jest okresowo nie zawsze wtedy, gdy jest na nią największe zapotrzebowanie. Stosując nowoczesne technologie magazynowania będzie można gromadzić energię wiatrową wtedy, gdy wieje wiatr i energię słoneczną wtedy, gdy świeci słońce i wykorzystywać ją podczas szczytu zapotrzebowania.

Będzie się również rozwijała energetyka prosumencka. W Niemczech jest już około 3 mln prosumentów, w Polsce energetyka prosumencka też zaczyna nabierać znaczenia, ale dopiero gdy zmniejszą się koszty wytwarzania energii z OZE, to energetyka prosumencka rozwine się na większą skalę. Poza tym, aby stać się prosumentem trzeba mieć do tego motywację, a najprostszym bodźcem jest zwykle rachunek ekonomiczny. Konsumenci staną się prosumentami jeśli będzie im się to opłacać.

Wzrasta też wpływ społeczeństwa na decyzje inwestycyjne ingerujące w środowisko przyrodnicze. Nie można praktycznie rozpocząć żadnej inwestycji bez konsultacji społecznych w ramach przygotowywania oceny oddziaływania inwestycji na środowisko. Społeczność lokalna może zablokować nawet najkorzystniejsze ekonomicznie decyzje w myśl ochrony środowiska i własnych interesów. Daje tu o sobie znać tzw. Efekt NIMBY (*Not In My Backyard*). Oznacza on, że przedstawiciele danej społeczności nie są całkowicie przeciwni takiej inwestycji, ale nie chcą jej mieć na swoim terenie, dosłownie „nie na moim podwórku”.

Tak jak w przypadku innych opracowań Forum Analiz Energetycznych prognozuje zmniejszenie znaczenia paliw kopalnych w miksie energetycznym. Wynika to z przyjętej przez UE polityki klimatyczno-energetycznej. Żadne państwo w Europie nie wykorzystuje do wytwarzania energii elektrycznej węgla w takim stopniu jak Polska. Tak dużego udziału

łu węgla w miksie energetycznym nie da się utrzymać przez dłuższy czas zwłaszcza, że w Polsce rosną koszty wydobycia. Kurczą się też zasoby węgla. Od 1990 roku stan zasobów bilansowych w polskich kopalniach zmniejszył się o ponad 45%, a wielkość zasobów przemysłowych spadła o 75%. Przewiduje się, że w 2040 roku w Polsce będzie funkcjonować 8–10 kopalń węgla kamiennego. Jeśli chodzi o węgiel brunatny, to bez nowych inwestycji po 2030 roku wydobycie może spaść nawet pięciokrotnie, a po 2050 roku zostanie całkowicie zakończone.

Na pewno jednym z megatrendów jest poprawa efektywności energetycznej. Zużycie energii na jednostkę PKB powinno być jak najmniejsze i rzeczywiście spada od wielu lat w większości państw świata. Skończył się czas, przynajmniej w krajach wysoko rozwiniętych, gdy wzrost gospodarczy wiązał się z większym zużyciem energii. W rozwiniętych gospodarkach świata zużycie energii elektrycznej maleje, a mimo to nadal można zaobserwować wzrost gospodarczy. Dzieje się tak dlatego, że wykorzystywane są coraz nowsze technologie, mniej energochłonne, a także wprowadza się zarządzanie popytem, co pozwala na obniżenie poziomu rezerw wytwórczych w systemie elektroenergetycznym. Ograniczanie energochłonności w przemyśle i budownictwie widać co najmniej od połowy lat dziewięćdziesiątych XX wieku. W Polsce od 1995 roku do chwili obecnej zużycie energii w przemyśle zmalało o 30%.

Rewolucyjne zmiany nastąpią również w modelach biznesowych energetyki konwencjonalnej. Energetyka konwencjonalna traci monopol. Wytwarzanie energii czy też przesył stają się działalnością gospodarczą, tak jak każdy inny biznes. Zaczęło się od *unbundlingu* i zasady TPA (*Third Party Access*). Rozdzielenie wytwarzania od przesyłu i sprzedaży, a także konieczność udostępniania infrastruktury sieciowej wszystkim podmiotom chcącym handlować energią całkowicie zmieniło rynek. Teraz możliwości są jeszcze większe. Drobni producenci mogą sami wytwarzać energię i wprowadzać ją do sieci, a nawet mając własne magazyny energii całkowicie odłączyć się od sieci. Właśnie ta ostatnia opcja staje się największym zagrożeniem dla tradycyjnych firm energetycznych, gdyż nie będzie już można podnosić opłat stałych za energię, bo odbiorcy mogą odłączyć się od sieci i wykorzystywać własne źródła.

### 3. Tendencje zmian według *Boom and Bust*

Według raportu *Boom and Bust* (Boom... 2017) w ostatnim czasie, zwłaszcza w 2016 roku, podjęto wiele działań mających na celu likwidację elektrowni węglowych, a nawet wstrzymanie rozpoczętych już inwestycji. Zgodnie z badaniami przeprowadzonymi przez globalny koncern węglowy CoalSwarm po dziesięciu latach bezprecedensowej ekspansji, ilość mocy węglowych w rozwoju na całym świecie zanotowała w 2016 r. dramatyczny spadek. Stało się tak głównie ze względu na zmianę polityki i warunki gospodarcze w Chinach i Indiach. Spadek miał miejsce na wszystkich etapach rozwoju energetyki węglowej, w tym na etapie planowania wstępnego, rozpoczęcia budowy oraz w trakcie budowy. Kluczowe zmiany to: 48% spadek na etapie przed rozpoczęciem budowy, 62% spadek rozpoczętych budów, a 19% spadek w toku budowy. Począwszy od stycznia 2017 r. wielkość planowanych

mocy węglowych wynosiła 570 GW, podczas gdy w styczniu 2016 r. było to 1090 GW (typowy blok węglowy posiada moc 500 MW. Większość elektrowni posiada dwie lub więcej takich jednostek).

W Chinach i Indiach 68 GW budowanych mocy jest obecnie wstrzymane w ponad 100 projektach. Na całym świecie więcej inwestycji jest obecnie wstrzymanych niż zostało uruchomionych w ubiegłym roku. Wycofywanie elektrowni węglowych odbywa się w bezprecedensowym tempie, osiągając 64 GW w ciągu ostatnich dwóch lat, głównie w Unii Europejskiej i Stanach Zjednoczonych. Takie spowolnienie rozwoju energetyki węglowej powoduje możliwość osiągnięcia wzrostu globalnego ocieplenia poniżej 2°C licząc w odniesieniu do czasów sprzed epoki przemysłowej. Dotrzymanie warunków porozumienia o zmianach klimatycznych wynegocjowanego w Paryżu jest nadal możliwe, ale wymaga znacznie szybszego wycofania istniejących mocy produkcyjnych na świecie, szczególnie w przypadku dużych emitentów. Pomimo powodów do optymizmu należy podjąć dalsze działania w celu zmniejszenia liczby rozwijających się elektrowni węglowych w Wietnamie, Indonezji, Turcji, Japonii i innych krajach. Ponadto należy wzmocnić i rozszerzyć działania mające na celu spowolnienie budowy elektrowni węglowych w Chinach i Indiach. Główną przyczyną ograniczenia rozwoju instalacji węglowych było nałożenie przez rząd Chin bezprecedensowych i daleko idących środków ograniczających te inwestycje. Ponad 300 GW projektów na różnych etapach rozwoju zostało zawieszonych w ramach trzynastego Pięcioletniego Planu na lata 2016–2020. Znalazło się tam również 55 GW projektów, które były już w budowie.

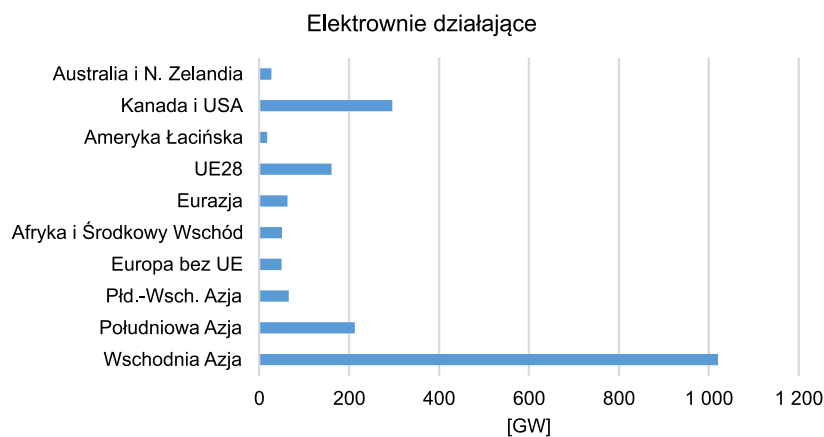
Równoległe z opóźnieniem w stosunku do decyzji władz chińskich, Indie również spowolniły rozwój elektrowni węglowych, głównie z powodu niechęci banków i innych instytucji finansowych do dalszego zapewnienia funduszy. Praca w 13 lokalizacjach jest obecnie wstrzymana, co odpowiada 13 GW trwałych aktywów.

Globalnie aż 86% nowych mocy węglowych wybudowanych w latach 2006–2016 przypada na Chiny i Indie. Spowolnienie boomu węglowego w tych dwóch krajach prowadzi do zmian w skali świata, powodując nadejście globalnego wycofywania węgla w nadchodzących dziesięcioleciach, co jest niezbędnym warunkiem powstrzymania zmian klimatycznych. Dochodzi do tego stopniowe zamykanie starych elektrowni węglowych. W 2015 roku było to 36 667 MW, a w 2017 – 27 041 MW ([Boom and Bust 2017](#)).

Dla osiągnięcia zakładanych celów dotyczących klimatu, zarówno zakończenie budowy nowych elektrowni, jak i zamykanie istniejących będzie miało kluczowe znaczenie w tym zakresie. Aby plan wycofywania był skuteczny ważne jest, by inwestycje w Chinach i Indiach nie zostały ponownie uruchomione w przyszłości. Wskaźniki wdrażania inwestycji węglowych na świecie nadal spadają, a zwiększone zapotrzebowanie na moc w miarę możliwości jest zastępowane czystą energią. Obecnie kraje OECD podejmują zdecydowane działania w celu zastąpienia starych elektrowni węglowych czystą energią.

Na rysunku 1 przedstawiono moc elektrowni węglowych funkcjonujących w świecie z podziałem na regiony.

Najwięcej elektrowni pracuje obecnie w Azji Wschodniej. Od wielu lat chińska gospodarka rozwija się bardzo dynamicznie, a rozwój wyzwala większe zapotrzebowanie na energię elektryczną. Również dużo elektrowni funkcjonuje w USA i w Kanadzie. Ame-

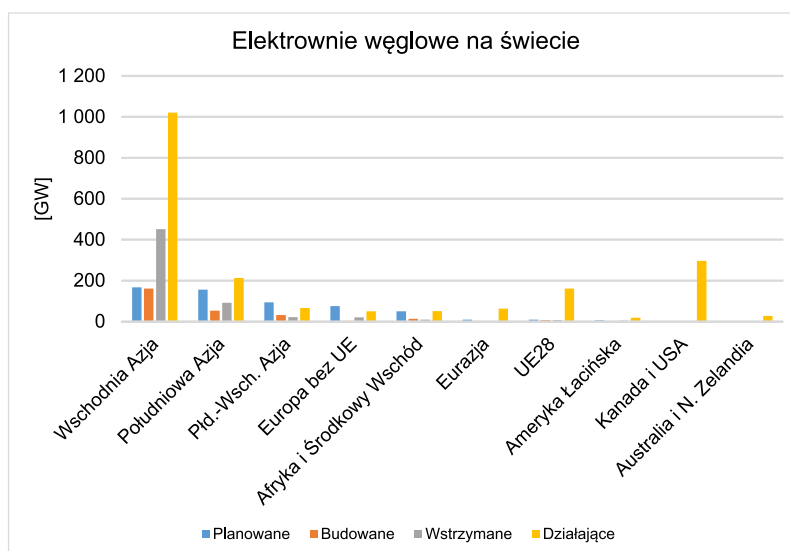


Rys. 1. Działające elektrownie węglowe w poszczególnych regionach  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie Boom and Bust 2017

Fig. 1. Coal-fired power plants operating on a regional basis

ryka Północna tradycyjnie jest regionem bardzo uprzemysłowionym i do 2010 roku USA przodowały w wielkości wytwarzanej energii elektrycznej i dopiero w tej dekadzie zostały wyprzedzone przez Chiny.

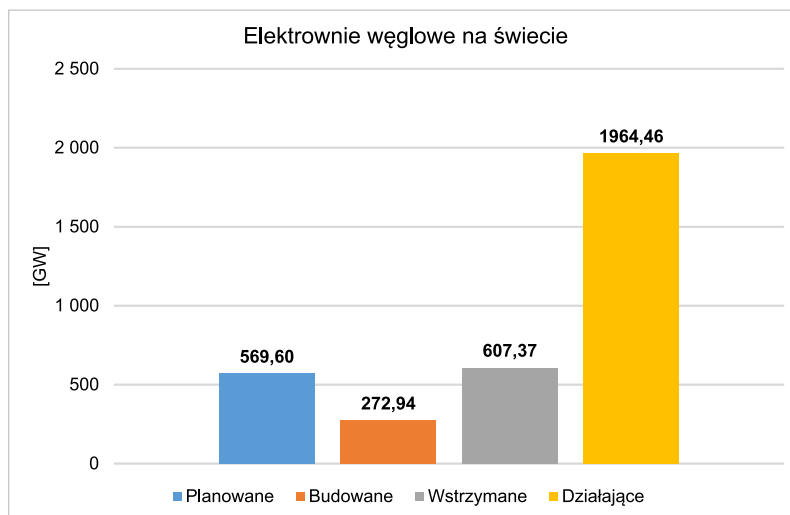
Na rysunku 2 przedstawiono obecny stan energetyki węglowej na świecie z podziałem na regiony i stan zaawansowania prac inwestycyjnych, a na rysunku 3 sumaryczną



Rys. 2. Elektrownie węglowe na świecie z podziałem na regiony  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie Boom and Bust 2017

Fig. 2. Coal-fired power plants in the world by region





Rys. 3. Elektrownie węglowe na świecie z podziałem na: planowane, budowane, wstrzymane i działające  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie Boom and Bust 2017

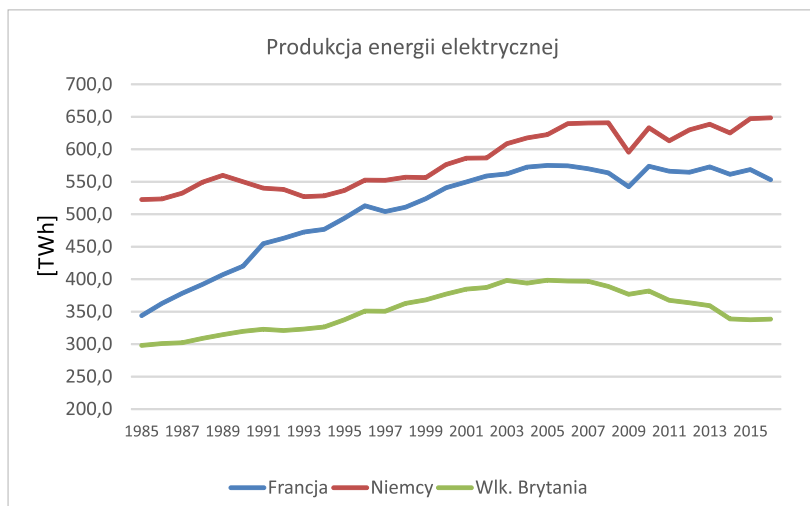
Fig. 3. Coal-fired power plants in the world, divided into: planned, built, suspended and operating

moc elektrowni z podziałem na planowane, budowane, wstrzymane i działające. Najwięcej działających jak i budowanych oraz planowanych elektrowni węglowych występuje w Azji Wschodniej. Spowodowane to jest lokalizacją Chin, gdzie elektrownie węglowe stanowią podstawę systemu energetycznego. Bardzo dużo inwestycji występuje również w Indiach. Wiele elektrowni węglowych pracuje w USA i w Kanadzie oraz w Europie, ale w tych częściach świata niewiele jest nowych planowanych bądź budowanych elektrowni węglowych.

#### 4. Inne opinie

Pomimo wstrzymania wielu inwestycji energetycznych w Chinach i Indiach to jednak Azja jest głównym obszarem, na którym powstaje najwięcej inwestycji energetycznych. Taki trend będzie się nadal utrzymywał a nawet nasilał, gdyż Europa nie zwiększa swojego zapotrzebowania na energię, co więcej, produkcja energii elektrycznej w głównych potęgach gospodarczych takich jak Niemcy i Francja ustabilizowała się na poziomie z 2010 roku, a w Wielkiej Brytanii od kilku lat maleje (rys. 4).

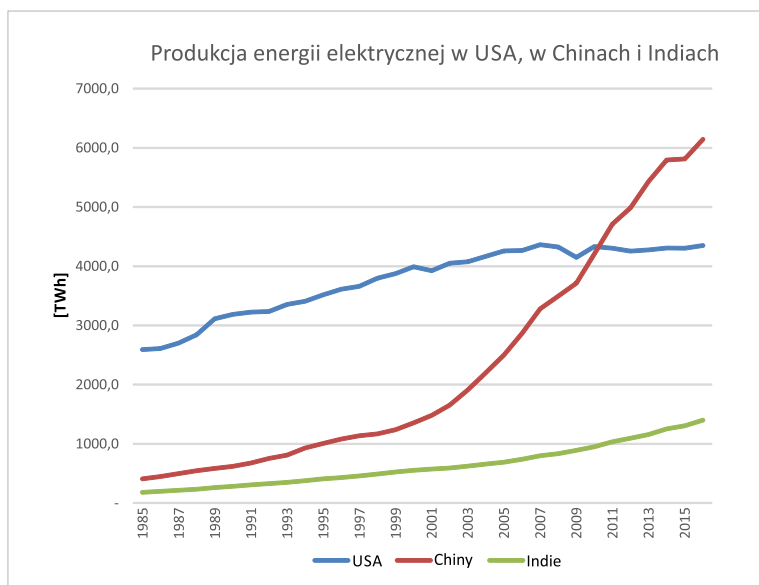
Informacje o wstrzymywaniu inwestycji węglowych nie oznaczają zmniejszania produkcji energii elektrycznej w świecie. W 2016 roku wytworzono 24 816,4 TWh, co jest największą wartością w historii. Wzrost ten, obserwowany zresztą od lat, spowodowany jest rosnącym zapotrzebowaniem, a co się z tym wiąże, rosnącą produkcją energii elektrycznej w Chinach. Również Indie zwiększają produkcję energii elektrycznej ale w znacznie mniejszym stopniu. Przenoszenie rozwoju energetyki do Azji jest trendem widocznym od lat



Rys. 4. Wytwarzanie energii elektrycznej we Francji, w Niemczech i w Wielkiej Brytanii  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie BP 2017

Fig. 4. Electricity generation in France in Germany and in Great Britain

(Grudziński 2013). W USA budowane są obecnie cztery elektrownie jądrowe, w Europie również cztery, a w Azji dwadzieścia (Świrski 2014). Na rysunku 5 przedstawiono wytwa-



Rys. 5. Wytwarzanie energii elektrycznej w USA, w Chinach i w Indiach  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie BP 2017

Fig. 5. Electricity generation in USA, China and India

rzanie energii elektrycznej w USA, w Chinach i w Indiach w latach 1985–2016, co bardzo dobrze obrazuje wspomniany wcześniej trend.

Jednak nowe dane na temat największych na świecie projektów elektrowni węglowych obrazują bardzo odmienne oblicze: chińskie firmy energetyczne będą stanowić prawie połowę ich nowej generacji. Mają się one pojawić w następnym dziesięcioleciu. Te chińskie korporacje budują lub zamierzają zbudować ponad 700 nowych elektrowni węglowych w kraju i na świecie, niektóre w krajach spalających obecnie niewielkie ilości węgla lub wcale go niespalających (Urgewald 2017). Wiele elektrowni znajduje się w Chinach, ale mniej więcej jedna piąta z tych nowych elektrowni węglowych znajduje się w innych krajach. We wszystkich przewidziano lub jest w budowie 1600 elektrowni węglowych, łącznie w 62 krajach. Nowe elektrownie zwiększają do 43% zdolność wytwarzania energii elektrycznej z węgla na świecie. Ogromna liczba nowych elektrowni węglowych sprawi, że praktycznie niemożliwe będzie osiągnięcie celów określonych w paryskiej konwencji klimatycznej, która ma na celu utrzymanie wzrostu temperatury na świecie z poziomu przedprzemysłowego o mniej niż 2°C.

### Podsumowanie

Światowa energetyka zmienia się i jest to fakt bezsporny. Tak jak kiedyś drewno zostało zastąpione węglem tak teraz węgiel zastępowany jest przez inne alternatywne źródła energii. Zaraz po drugiej wojnie światowej, gdy budowano pierwsze elektrownie jądrowe, wydawało się, że energia z atomu będzie tak tania, że nie trzeba będzie za nią płacić. Życie szybko zweryfikowało takie poglądy. Paliwo do elektrowni jądrowych nie jest drogie, tak samo koszty wytwarzania, niestety nakłady inwestycyjne są ogromne chociażby ze względu na wymagane przy takich inwestycjach bezpieczeństwo. Katastrofy w Czarnobylu i w Fukushima pokazały, co może się stać w przypadku awarii i to nieważne czy spowodowanej błędem ludzkim, czy też kataklizmem wywołanym przez siły przyrody. Dlatego między innymi duży nacisk ekologów kładziony jest na rozwój odnawialnych źródeł energii, które nie stwarzają zagrożeń i nie emitują do otoczenia szkodliwych substancji. Przez ostatnie lata gwałtownie rozwijała się w Polsce energetyka wiatrowa. Po wprowadzeniu przez rząd tzw. ustawy odległościowej zastopowano rozwój tej energetyki, natomiast teraz widać duże zainteresowanie energetyką słoneczną. Jest to na pewno ciekawy kierunek rozwoju zważywszy na fakt, że energia słoneczna jest praktycznie niewyczerpalna. Zaniepokojenie może tylko budzić niestabilność prawa w tej dziedzinie, co dezorientuje i często zniechęca potencjalnych inwestorów. Energia pobierana ze Słońca jest podstawą życia na Ziemi. Nawet kopalne surowce energetyczne, które powstały miliony lat temu, powstały dzięki energii słonecznej, bez której nie mogłaby powstać materia organiczna jako surowiec wyjściowy do powstania np. węgla. W związku z tym ludzkość coraz częściej próbuje wykorzystywać energię słoneczną do swoich celów, tzn. do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła. Jest to na pewno kierunek energetyki, który będzie się dynamicznie rozwijał w następnych latach, a ciągły postęp techniczny i efekt skali pozwolą poprawić sprawność urządzeń i obniżyć koszty ich wytwarzania.

Jednym z najczęstszych tematów poruszanych na różnego typu konferencjach energetycznych, ekologicznych czy klimatycznych jest podpisane w grudniu 2015 roku porozumienie klimatyczne w Paryżu, które nakłada na poszczególne państwa obowiązek znacznego ograniczenia emisji, tak aby wzrost temperatury na Ziemi nie przekroczył 2°C powyżej temperatury jaka panowała w epoce przedindustrialnej. Wysiłki samej Unii Europejskiej nie wystarczą, aby ograniczyć emisję gazów cieplarnianych. Żeby osiągnąć cele uzgodnione podczas konferencji klimatycznej w Paryżu należy podjąć dalsze działania dla zmniejszenia liczby rozwijających się elektrowni węglowych w Wietnamie, Indonezji, Turcji, Japonii i innych krajach. Ponadto należy wzmocnić i rozszerzyć działania mające na celu spowolnienie budowy elektrowni węglowych w Chinach i Indiach. Z drugiej strony wiemy, że prezydent USA przewiduje powrót do epoki węgla. Podczas tygodnia energii w czerwcu br. zapowiedział, że Ameryka będzie dominować w świecie dzięki swoim surowcom energetycznym, a odnośnie węgla zapowiedział, że będą ponad 250 lat korzystać z *clean, beautiful coal*. Oczywiście należy podchodzić z dystansem do tego typu wypowiedzi, ale jeśli największa gospodarka świata obiera taki kurs, staje się to zachętą do naśladowania przez inne kraje.

Jest wiele możliwości rozwoju i trudno przewidzieć w jakim kierunku będą podążać zmiany. Należy jednak pamiętać, że pewne trendy mogą mieć charakter przejściowy i po kilku latach pójdą w zapomnienie.

Publikacja zrealizowana w ramach badań statutowych Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk.

## Literatura

- Boom and Bust 2017. Tracking the Global Coal Plant Pipeline. Christine Shearer, Nicole Ghio, Lauri Myllyvirta, Aiqun Yu, Ted Nace.
- BP 2017 – BP Statistical Review of World Energy June 2016.
- Forum... 2016 – Polska energetyka na fali megatrendów. Forum Analiz Energetycznych. Warszawa, Styczeń 2016.
- Grudziński, Z. 2013. Gospodarka węglem kamiennym energetycznym na międzynarodowych rynkach Atlantyku i Pacyfiku. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* t. 29, z. 2, s. 5–23.
- IED 2010 – Dyrektywa Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych.
- Kleiber, M. 2013. *Pięć megatrendów rozwojowych, które ukształtują naszą przyszłość*. [Online] Dostępne w: <http://www.polskatimes.pl/artykul/738115,prof-michal-kleiber-piec-megatrendow-rozwojowych-ktore-ukszaltuja-nasza-przyszlosc,3,id,t,sa.html> [Dostęp: 24.01.2013].
- Kocoł, P. 2017. *Nowe konkluzje BAT dla LCP przyjęte. Komentarze CMS*. [Online] Dostępne w: <http://www.cire.pl/item,145879,14,0,0,0,0,nowe-konkluzje-bat-dla-lcp-przyjete.html> [Dostęp: 18.05.2017].
- PCW-the-forces-of-transformation
- Six... 2017 – Six mega-trends that could shape the future of energy. BP. [Online] Dostępne w: <http://www.bp.com/en/global/corporate/bp-magazine/observations/six-megatrends-that-can-shape-energy-future.html> [Dostęp: 8.09.2017].
- Świrski, K. Blog [Online] Dostępne w: <http://konradswirski.blog.tt.com.pl/top-trendy-20142015w-energetyce/> [Dostęp: 30.12.2014].
- Urgewald 2017 [W:] [Online] Dostępne w: <https://wattsupwiththat.com/2017/07/03/forget-paris-1600-new-coal-power-plants-built-around-the-world/> [Dostęp: 8.09.2017].
- Wilczyński, M. 2016. *Dyrektywa UE o ograniczeniu emisji przemysłowych a polska energetyka węglowa*. [Online] Dostępne w: <http://www.chronmyklimat.pl/wiadomosci/polityka-klimatyczna/dyrektywa-ue-o-ograniczeniu-emisji-przemyslowych-a-polska-energetyka-weglowa> [Dostęp: 19.04.2016].