



MARADON 333/SHUTTERSTOCK.COM

TRANSFORMACJA, ALE JAKA?

Ludzkość jest zmuszona do zmiany sposobu,
w jaki korzysta ze źródeł energii.

Powinna przestać wydobywać paliwa
kopalne i skupić się na OZE, zwłaszcza słońcu.

Taka transformacja może okazać się długo
poszukiwanym Świętym Graalem energetyki.



Rys. 1
Trzy największe plagi naszej cywilizacji, determinujące szanse naszego przeżycia. Jak możemy uratować Ziemię i ludzi? Wybór wydaje się oczywisty, ale jest skrajnie trudny w realizacji

Jan Kiciński

Institut Maszyn Przepływowych
im. Roberta Szewalskiego
Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku

Dzisiaj możemy już przyjąć jako udowodnioną tezę, że tak szybkie i groźne dla naszej cywilizacji zmiany klimatu mają związek także z wysokoemisyjną i niskosprawną energetyką. To ona, a także neutralność klimatyczna nie są już problemami tylko polityków, biznesu i naukowców, lecz są to wyzwania o charakterze cywilizacyjnym.

Te uwagi o charakterze ogólnym, a także jednoznaczne stwierdzenie faktu, że w dłuższej perspekty-

wie zdecydowane przejście od tradycyjnej energetyki wielkoskalowej, bazującej na paliwach kopalnych, do energetyki rozproszonej, opartej na źródłach odnawialnych, jest nieuniknione, stanowią główne przesłanie niniejszego artykułu.

Rysunek 1 wymienia tylko niektóre czynniki, które w największym stopniu zagrażają naszej cywilizacji. Można je określić jako trzy największe plagi.

Krucha równowaga w przyrodzie może zostać naruszona w najbliższej nawet dekadzie. A to może prowadzić do wzrostu globalnego ocieplenia o ponad 2 st. C i zburzyć równowagę klimatyczną. Rysunek 2 w poglądowy sposób ilustruje tę sytuację.

Największe bariery

Wymieniliśmy trzy największe plagi ludzkości, które mogą doprowadzić do jej upadku. Uściślijmy: nie



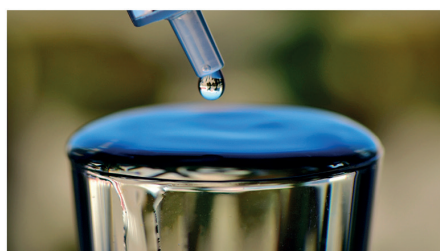
prof. dr hab. inż. Jan Kiciński

Jest dyrektorem Instytutu Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku i kierownikiem Zakładu Energetyki Rozproszonej. Był kierownikiem kilku wysokobudżetowych, ogólnokrajowych projektów badawczych z ekoenergetyki i nowych technologii OZE. Jest kierownikiem projektu strategicznego BIOSTRATEG III, którego celem jest opracowanie modelu prosumenckiego gmin wiejskich. Członek korespondent PAN.
kic@imp.gda.pl

Krucha równowaga

97 proc. emisji CO₂ ma źródła naturalne (aktywność słoneczna, naturalne cykle geologiczne, procesy biologiczne, wulkany) i tę część wchłaniają oceany, rośliny. Dlatego ilość CO₂ w powietrzu od tysięcy lat jest ustabilizowana. To krucha równowaga.

Człowiek ją zmienia, dodając ogromne ilości CO₂, których przyroda nie jest w stanie wchłonać. To jest istota problemu.

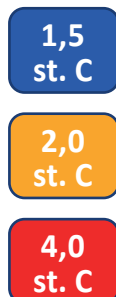


Obrazowy przykład:

Mała kropla o niewielkiej masie może zburzyć kruchą równowagę menisku wypukłego całej szklanki

Wzrost globalnego ocieplenia o ponad 2 st. C może zburzyć równowagę klimatyczną.

Gdzie leży ta granica?
2, 4 st. C?



Rys. 2

Krucha równowaga w przyrodzie. Spalanie paliw kopalnych przez człowieka emituje do atmosfery 37 mld ton CO₂ rocznie i mimo że ilości te stanowią niewielką część CO₂ w naturalnym cyklu, to z uwagi na tempo ich przyrostu pozostają niezrównoważone i się kumulują. Życie na Ziemi jest możliwe dzięki naturalnym mechanizmom, takim jak cykl węglowy i termostat węglowy. Zaburzenie tych mechanizmów oznacza, że mielibyśmy albo „Ziemię Wenus” albo „Ziemię śnieżną”. Niestety, obecnie zmierzamy w kierunku „Ziemi Wenus”

do upadku życia na planecie, ale do upadku cywilizacji, jaką znamy.

W rzeczywistości powodów do zmartwień mamy więcej. Żeby odpowiedzieć na pytanie, czy przetrwamy, musimy najpierw określić główne bariery stojące na drodze do rozwiązania naszych problemów. Próba ich zdefiniowania prowadzi do zaskakujących wniosków.

Okazuje się, że główną przeszkodą nie jest brak odpowiednich technologii, zaniedbania nauki czy w ogóle brak pomysłów, jak rozwikłać daną trudność, ale przyczyny leżące w naszej ludzkiej osobowości czy powiązaniach geograficznych i historycznych. Są to: mentalność, denializm klimatyczny (tj. zaprzeczenie zmianom klimatu wywołanym przez człowieka) i klimatyczny „apartheid”. Przyjrzyjmy się im nieco bliżej.

I. Mentalność. Najważniejsze przesłanie dla naszej cywilizacji można by sformułować następująco:

Jeśli mamy uratować Ziemię, to nasza cywilizacja musi zmienić mentalność i wypracować idee, według których priorytetem będzie nie rozwój gospodarczy i wysoka konsumpcja za wszelką cenę, lecz harmonijny rozwój w zgodzie z naturą.

To piękne przesłanie, ale jak wytłumaczyć biedniejszym, rozwijającym się krajom, żeby zrezygnowały z chęci dorównania krajom bogatszym w ich poziomie życia i rozwoju gospodarczego i zajęły się sprawami klimatu i ekologią?

W dłuższej perspektywie zdecydowane przejście od tradycyjnej energetyki wielkoskalowej, bazującej na paliwach kopalnych, do energetyki rozproszonej, opartej na źródłach odnawialnych, jest nieuniknione.

Z rozwoju gospodarczego uczyniono na całym świecie niemal religię.

Kluczową rolę odgrywa tu protekcyjna polityka przywódców niektórych światowych mocarstw (np. USA, Chin) czy krajów rozwijających się (Indii, Brazylii). I trudno oczekiwać, że ambitna polityka klimatyczna krajów Unii Europejskiej, w tym zwłaszcza ostatnie porozumienie, tzw. Europejski Zielony Ład, czy stanowisko światowych celebrytów (Ala Gore’a, Billa Gatesa, Elona Muska, Leonarda DiCaprio) zainspirują cały świat.

II. Denializm klimatyczny. Dlaczego tak trudno przyznać, że człowiek jest odpowiedzialny za postępujące zmiany klimatyczne? Zmiany temperatury Ziemi i poziom CO₂ w przeszłości, relatywnie niska zawartość CO₂ w atmosferze (0,03 proc.) i mały udział czynników antropogenicznych w efekcie cieplarnianym (0,3 proc.) dają złudne poczucie bezpieczeństwa. To stwarza sytuację, w której część publicystów, a nawet naukowców wykorzystuje te fakty, by szerzyć opinię, że obecny wzrost temperatury i poziomu CO₂ jest elementem naturalnego cyklu geologicznego Ziemi i człowiek niewiele ma z tym wspólnego. Denializm klimatyczny mocno trzyma się na świecie. Takie myślenie to oczywiście pułapka (rys. 2). Jak zatem skutecznie walczyć o ochronę naszej planety przy takim nastawieniu znacznej części opinii publicznej, a nawet niektórych naukowców?

III. Klimatyczny „apartheid” to inny wymiar niesprawiedliwości klimatycznej. To kraje rozwinięte (umownie: bogata Północ) odpowiadają za większość emisji i degradację środowiska, jednak to mieszkańcy najbiedniejszych państw (umownie: biedne Południe) ucierpią najbardziej. Taka sytuacja z pewnością doprowadzi do groźnych konfliktów, migracji ludności, a nawet wojen. Rozwiązaniem byłaby pomoc na ogromną skalę bogatszych krajów Północy biedniejszym krajom Południa. Ale na to się nie zanosi.

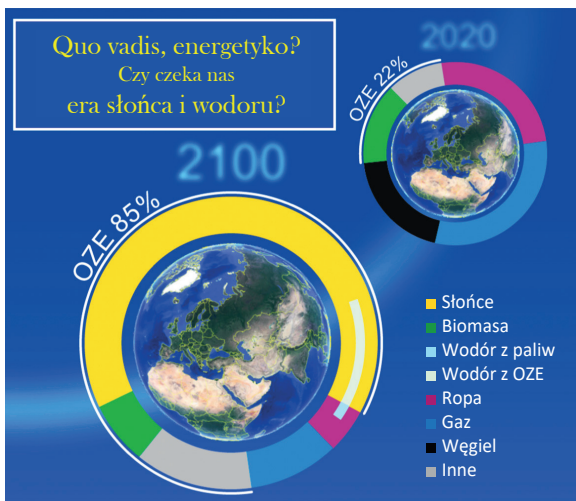
Po tych uwagach można dojść do smutnej konstatacji, że dopóki globalne zagrożenia czy wręcz wymienione plagi nie zagrażą bezpośredniej egzystencji naszej cywilizacji, to wsparcie światowych mocarstw i całej reszty świata dla działań klimatycznych i ekologicznych Unii Europejskiej pozostanie umiarkowane lub tylko deklaratywne.

Czy czeka nas era słońca i wodoru?

W grudniu 2019 roku Komisja Europejska przedstawiła Europejski Zielony Ład (*European Green Deal*) – ambitny pakiet środków, który doprowadzi UE do neutralności klimatycznej w 2050 roku, a także umożliwi europejskim obywatelom i przedsiębiorstwom czerpanie korzyści ze zrównoważonej zielonej transformacji. W opinii wielu polityków, publicystów i naukowców to najambitniejszy projekt, jaki do tej pory powstał, oraz największa szansa i wyzwanie naszych czasów.

Europa przyjęła Europejski Zielony Ład, ale czy inne kraje świata podążą tym śladem?

Powstaje zasadnicze pytanie: czy klimatyczne wysiłki państw Starego Kontynentu mają sens? Czy kosztowna zielona transformacja energetyczna znajdzie wsparcie w innych krajach świata? I czy Europa nie stanie się Don Kichotem w tej samotnej walce?



W odpowiedzi warto przytoczyć wypowiedź europosła Jerzego Buzka na ostatnim Europejskim Kongresie Ekonomicznym w Warszawie:

...jako Europa musimy pokazać światu – to nasz cywilizacyjny obowiązek – że się da wyjść z paliw kopalnych, da się utrzymać zatrudnienie obywateli i wciąż można być kontynentem najbardziej atrakcyjnym dla miliardów obywateli na świecie... (European Economic Congress Trends, Warszawa, 25 lutego 2020 roku, <http://www.trends.eecpoland.eu/pl>).

Czy taki argument wystarczy? Miejmy nadzieję, że tak.

Analizując wiele dostępnych artykułów, materiałów różnych firm i publikacji internetowych, wydaje się rozsądne przyjęcie założenia, że w odległej perspektywie czasowej (np. po 2050 roku) struktura zużycia źródeł pierwotnych energii zasadniczo się zmieni (patrz rys. 3). Dominującym źródłem energii dla ludzkości w następnym wieku będzie słońce (a nie energetyka jądrowa, jak się dość często powszechnie uważa). Czy zatem zmierzamy do ery słońca? Jeśli tak, to technologie związane z generacją rozproszoną muszą być dominujące, a tendencja przejścia od energetyki scentralizowanej do rozproszonej nieunikniona.

Wodór paliwem przyszłości

Warto tu zwrócić uwagę na rolę wodoru otrzymywanego zarówno z OZE, jak i paliw kopalnych. Według wielu prognoz jego udział pod koniec naszego stulecia w strukturze pierwotnych źródeł energii będzie dominujący, chociaż trudny teraz do oszacowania.

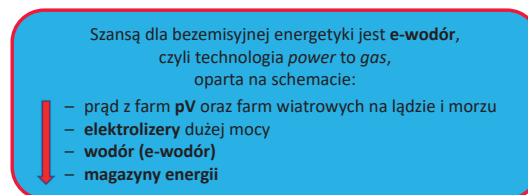
Przewiduje się, że w najbliższych latach produkcja zielonego wodoru, wytwarzanego przy użyciu odnawialnej energii elektrycznej, będzie szybko rosła. Jest dziś ona pod względem technicznym względnie opłakana. Pozostaje kwestia jej opłacalności. Dzisiaj

koszt jednostkowy energii z wodoru jest od 1,5 do 5 razy większy niż z gazu ziemnego. W przyszłości to się z całą pewnością zmieni.

Obiecujący wydaje się kierunek otrzymywania zielonego wodoru za pomocą elektrolizy wody. Już dzisiaj w niektórych krajach (np. Niemczech) opracowuje się projekty elektrolizerów dużej mocy. Wodór odnawialny to niewątpliwie przyszłość, chociaż obecnie jest produkowany głównie z gazu ziemnego i węgla (wodór szary – około 95 proc.).

Przeprowadzane modele biznesowe wskazują jednak, że w zależności od lokalizacji i okresu użytkowania elektrolizera e-wodór już dzisiaj mógłby stanowić pewną alternatywę rynkową. Przyszłość należy jednak do tej technologii z uwagi na spodziewane gwałtowne spadki kosztów produkcji elektrolizerów i samego procesu.

Tak więc e-wodór ma szansę stać się paliwem przyszłości (rys. 4).



Coś mniej i bardziej optymistycznego na podsumowanie

Niestety, wysoce prawdopodobny jest wariant, że ludzkość skutecznie zmobilizuje się do walki z wszystkimi plagami dopiero wtedy, gdy zagrożą one bezpośrednio jej egzystencji. Na obecnym etapie rozwoju naszej cywilizacji solidarność wszystkich krajów świata w zmaganiach z zagrożeniami jest mało prawdopodobna. Ciągłe przeważają bowiem partykularne interesy poszczególnych państw i wielkiego biznesu.

Trochę inna jest sytuacja, jeśli chodzi o energetykę. Szybkie wyczerpywanie się kopalnych źródeł energii po prostu zmusi naszą cywilizację do głębokiej transformacji energetycznej. Jedynym źródłem energii, którego nie da się wyczerpać do końca istnienia ludzkości, jest słońce. Kierunek transformacji jest więc oczywisty: od paliw kopalnych do OZE.

Tak więc następne stulecie będzie dla naszej cywilizacji erą słońca i wodoru, czyli obrazowo mówiąc, będzie efektem żółto-błękitnej transformacji (jeśli umówimy się, że kolor żółty oznacza słońce, a błękitny wodór).

A to z kolei oznaczałoby odpowiedź na pytanie: *quo vadis, energetyko?* No i odpowiedź na jeszcze ważniejsze pytanie: czyżby ludzkość odnalazła w końcu Świętego Graala energetyki? ■

Rys. 3

Czy tak będzie wyglądała struktura zużycia energii pierwotnej w 2100 roku? Czy czeka nas era słońca i wodoru? Prognozowany udział energii pochodzącej z OZE wzrośnie z obecnego poziomu 22 proc. do 85 proc., przy czym największy udział będzie miała energia słoneczna. To głęboka transformacja i rewolucja zarazem

Rys. 4

Zielony wodór (e-wodór) pozyskiwany za pomocą OZE ma szansę stać się nie tylko czystym paliwem, ale przede wszystkim wygodnym magazynem energii. Rozwiązanie problemu magazynowania energii z OZE to kluczowe zagadnienie w energetyce rozproszonej, bazującej na lokalnych zasobach

Chcesz wiedzieć więcej?

A New World. The Geopolitics of the Energy Transformation, January 2019, www.geopoliticsofrenewables.org.

Global Energy Transformation. A Roadmap to 2050, 2019 edition, www.irena.org/publications.

Kiciński J., *Zielona transformacja energetyczna*, Gdańsk 2020.

Scruton R., *Zielona filozofia*, Warszawa 2012.

Steffen W., Richardson K., Rockström J.I. i in., *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*, „Science”, 13.02.2015, v. 347, nr 6223.

Trisos H.Ch., Merow C., Pigot L.A., *The projected timing of abrupt ecological disruption from climate change*, „Nature”, 8.04.2020.