

# DLACZEGO W NADCHODZĄCYCH LATACH GROZI NAM POTĘŻNA KATASTROFA W SEKTORZE ELEKTROENERGETYKI?

dr inż. Zbigniew Handzel, prof. WSEI  
dr inż. Mirosław Gajer

Z roku na rok katastrofalna wręcz sytuacja, panująca obecnie w polskiej elektroenergetyce w znacznym stopniu systematycznie się pogarsza. Według nawet bardzo ostrożnych prognoz za około 10 lat w krajowym systemie elektroenergetycznym może brakować ponad 10 GW mocy. Tak wielkiego deficytu mocy dyspozycyjnej nie będzie można już w żaden sposób pokryć wyłącznie importem energii z krajów ościennych, ponieważ żaden z nich nie dysponuje tak potężnymi nadwyżkami mocy, a ponadto istniejące obecnie połączenia transgraniczne nie pozwalają na transfer mocy elektrycznej na tak wielką skalę. Wydaje się, że żadne z proponowanych obecnie rozwiązań, takich jak budowa elektrowni gazowych (problemy z dostawami rozważanego surowca energetycznego w wielkich ilościach), dalsze inwestowanie w fotowoltaikę (sezonowość i cykliczność generacji mocy z paneli), elektrownie wiatrowe (stochastyczny charakter ich pracy), elektrownie biomasowe i biogazowe (ograniczona podaż potrzebnego do ich pracy surowców pochodzenia biologicznego), budowa elektrowni jądrowej (zapewne pierwsza z nich powstanie dopiero po roku 2040, a w dodatku będzie to tylko 3 GW mocy), czy rozwój technologii wodorowych (to jeszcze zapewne bardzo odległa przyszłość), nie stanowi żadnej gwarancji skutecznego rozwiązania czekających nas niechybnie i to już w niezbyt odległej przyszłości bardzo poważnych problemów, które mogą doprowadzić ostatecznie do wręcz niewyobraźnego kryzysu gospodarczego i społecznego. W opinii autorów jedynym wyjściem z zaistniałego impas jest porzucenie mrzonek o możliwości całkowitego odejścia polskiej elektroenergetyki od węgla i oparcia się w całości jedynie na tzw. źródłach bezemisyjnych. Przede wszystkim należy zaniechać likwidacji największej polskiej elektrowni ciepłej na węgiel brunatny w Bełchatowie i jednocześnie przystąpić do wymiany mocno wysłużonych już bloków tej elektrowni o mocy 360 MW na nowoczesne bloki nadkrytyczne, charakteryzujące się około półtorakrotnie wyższą sprawnością netto. Podniesienie całkowitej mocy dyspozycyjnej elektrowni w Bełchatowie z obecnych ponad 5 GW do wartości około 8 GW, przy sprawności netto bloków nadkrytycznych sięgającej 46%, sprawiłoby, że spalając praktycznie tę samą ilość węgla, co obecnie, otrzymalibyśmy około 2,5 GW mocy elektrycznej de facto całkowicie gratis. Jest to mniej więcej tyle, ile wynosić ma moc planowanej w Lubiatowie-Kopalnie pierwszej polskiej elektrowni jądrowej, o ile elektrownia ta w ogóle kiedykolwiek tam powstanie.

## Słowa kluczowe

kryzys energetyczny, odnawialne źródła energii, energetyka jądrowa, elektrownie ciepłe, paliwa kopalne, stabilność systemu elektroenergetycznego

## Wprowadzenie

W marcu 2024 roku Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. (PSE) przygotowały raport dotyczący przewidywanych w nadchodzących latach wartości deficytu mocy dyspozycyjnej w polskiej elektroenergetyce. Podsumowanie wspomnianego raportu zostało przedstawione w formie tabeli zamieszczonej na Rys. 1.

2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
1 400	3 400	1 600	200	1 600	1 600	3 200	4 200	5 200	6 800	9 600	11 200	12 200	12 800	12 800	13 600

RYŚ. 1. PRZEWIDYWANE BRAKI MOCY DYSPOZYCYJNEJ W NADCHODZĄCYCH LATACH

ŹRÓDŁO: [HTTPS://BUSINESSINSIDER.COM/GOSPODARKA/ENERGII-W-POLSKIEJ-SIECI-MOZE-ZABRAKNAC-OPERATOR-POLICZYL/57YV41H](https://businessinsider.com/gospodarka/energii-w-polskiej-sieci-moze-zabraknac-operator-policzyl/57YV41H)

Jak wynika z przedstawionej tabeli, problemy rozpoczną się już w 2025 roku, ponieważ w celu zbilansowania mocy w systemie elektroenergetycznym brakować może około 1,4 GW. Natomiast w roku 2026 może to już być nawet 3,4 GW. W latach kolejnych 2027 – 2030 założono optymistycznie pojawianie się niewielkiej przejściowej poprawy i zmniejszenie w związku z tym deficytu mocy dyspozycyjnej do około 1,6 GW. Za to po roku 2031 rozpoczną się kłopoty spowodowane głównie planowanym przystąpieniem do systematycznej likwidacji kolejnych bloków energetycznych największej polskiej elektrowni ciepłej w Bełchatowie. Spowoduje to przewidywane narastanie deficytu mocy dyspozycyjnej, począwszy od wartości 3,2 GW w roku 2031 aż do wartości 13,6 GW w roku 2040, czyli już za kilkanaście lat czeka nas w tym obszarze prawdziwy armagedon!

To wszystko w nadchodzących latach wywoła katastrofę na niespotykaną wręcz skalę. Wiele mówi się w środkach masowego przekazu o problemach występujących w różnych dziedzinach życia gospodarczego i społecznego, ale jakoś paradoksalnie zapomina się przy tym, że elektroenergetyka jest zdecydowanie najważniejsza, ponieważ we współczesnym świecie od pewnych i stabilnych dostaw energii elektrycznej zależy dosłownie wszystko. Ponadto bezpieczeństwo energetyczne kraju jest w oczywisty sposób powiązane bezpośrednio z jego bezpieczeństwem militarnym, o którym nie może być w ogóle mowy, jeśli na co dzień państwo polskie będzie borykało się z chronicznymi niedoborami niezbędnej do funkcjonowania przemysłu energii elektrycznej.

Bynajmniej największym problemem nie będzie w tym wypadku sytuacja polegająca na tym, że przeciętne polskie rodziny będą spędzać długie zimowe wieczory w niedogranych pomieszczeniach przy świeczkach lub lampach naftowych, ale to, że tak wielkie ograniczenie dostaw energii elektrycznej dla przemysłu będzie miało tragiczne wręcz skutki, ponieważ doprowadzi do gwałtownego spadku produktu krajowego brutto i załamania się gospodarki całego kraju.

W tym kontekście można postawić retoryczne pytanie dotyczące tego, czy w takich warunkach znajdą się jeszcze jacyś inwestorzy, którzy będą skłonni zaryzykować swój kapitał, aby lokować go w budowę zakładów produkcyjnych w kraju charakteryzującym się wręcz permanentnymi niedoborami energii elektrycznej i zapewne bardzo częstymi jej przymusowymi wyłączeniami. Trzeba mieć w tym miejscu świadomość wysokości ewentualnych strat, do których będzie dochodziło podczas nieprzewidzianych przymusowych wyłączeń energii elektrycznej dla zakładów przemysłowych. Tego rodzaju nagłe przerwanie procesów technologicznych generować będzie potężne straty materialne, grozić trwałym uszkodzeniem urządzeń przemysłowych i całych linii produkcyjnych, a nawet w skrajnych wypadkach może stanowić zagrożenie dla zdrowia i życia ludzkiego. Ponadto szacuje się, że koszt niedostarczonej energii elektrycznej w skrajnych przypadkach może sięgać nawet stukrotności jej normalnej ceny [6].

ZA KILKANAŚCIE LAT CZEKA NAS PRAWDZIWY  
ARMAGEDON W POLSKIEJ ELEKTROENERGETYCE,  
PONIEWAŻ DEFICYT MOCY DYSPOZYCYJNEJ  
MOŻE SIĘGNAĆ AŻ 13,6 GW, CO GROZI  
KATASTROFĄ GOSPODARCZĄ I SPOŁECZNĄ.



Istniejący obecnie stan rzeczy w polskiej elektroenergetyce jest bezpośrednim rezultatem wieloletnich, wołających wręcz o pomstę do nieba, zaniedbań, ponieważ od czasu transformacji ustrojowej w Polsce w 1989 roku w rozważanym temacie zrobiono naprawdę bardzo niewiele. Wystarczy tylko w tym kontekście nadmienić, że praktycznie wszystkie polskie elektrownie ciepłe to, mówiąc wprost, „stare trupy”, które praktycznie kończą już swój wielce wysłużony i nadzwyczajnie długi, jak na tego typu systemy techniczne, żywot. Między innymi, w polskich elektrowniach ciepłych pracuje wciąż ponad 40 bloków energetycznych o mocy 200 MW, z których większość powstała jeszcze w epoce Edwarda Gierka, a niektóre z nich nawet w epoce Władysława Gomułki, a ponadto znajdujące się w elektrowni Skawina jeszcze znacznie starsze turbiny i generatory typu TG-1 pamiętają nawet początki sprawowania przez niego władzy.

Według współczesnych standardów są to już prawdziwe „zabytki” techniki. Ich sprawność netto jest wręcz niewyobrażalnie niska jak na współczesne standardy i wynosi zaledwie około 30%. Taki stan rzeczy spowodowany jest względnie niewielką temperaturą wytworzonej w kotle pary, która kierowana jest do turbin, i relatywnie równie niewielkim jej ciśnieniem. Istniejące w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku technologie materiałowe nie pozwalały wówczas na uzyskanie odpowiednio wyższych wartości parametrów pary i tym samym istotne zwiększenie sprawności netto węglowego bloku elektroenergetycznego. Na początku 2024 instytucje Unii Europejskiej wydały zgodę na przedłużenie pracy tych bloków do końca 2028, ale z wyraźnym zastrzeżeniem, że kolejne przesunięcie tego terminu nie będzie już w przyszłości możliwe. Jeśli zatem bloki te, jakimś cudem, dotrą do końca 2028 roku, to i tak będą musiały zostać bezwzględnie wyłączone, głównie ze względu na niemożność dotrzymania reżimów związanych z wymogami ochrony środowiska [9].

Wydając swój raport PSE dodatkowo zaznaczyły, że zamieszczone na Rys. 1 dane nie są w żadnym wypadku jakimkolwiek wariantem pesymistycznym i w przypadku dodatkowego wystąpienia jakiegoś nieprzewidzianego splotu pewnych niekorzystnych okoliczności (przykładowo złe warunki pogodowe występujące przy wzmożonym zapotrzebowaniu na energię) deficyt mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym może być jeszcze znacząco większy. W związku z tym już za około dziesięć lat czeka nas prawdziwa katastrofa, którą wywoła deficyt mocy przekraczający nawet 10 GW, którego w żaden sposób nie będzie można pokryć, co musi skutkować przymusowymi wyłączeniami prądu dla szerokiej rzeszy odbiorców.

Jednocześnie PSE podały pewne zalecenia odnośnie tego, co należałoby zrobić, aby można było uniknąć nadciągającego krachu w polskiej elektroenergetyce. Reasumując, według PSE powinniśmy w najbliższym czasie:

- Wybudować nowe elektrownie gazowe,
- Dążyć do przedłużenia działania istniejących bloków węglowych,
- Wybudować nowe magazyny energii w różnych technologiach wraz z towarzyszącym im dalszym rozwojem OZE,
- Wybudować nowe elektrownie biomasowe i biogazowe,
- Wybudować nowe elektrownie jądrowe,
- Rozwijać technologie wodorowe.

Niestety, w opinii autorów żadne z proponowanych przez PSE działań nie będzie w stanie powstrzymać nadciągającej w sposób nieubłagany, czekającej nas w przyszłości potężnej katastrofy w sektorze elektroenergetyki. Powyższe stwierdzenie zostanie przez autorów szczegółowo uzasadnione w kolejnych punktach.

## Budowa nowych elektrowni gazowych

Główną zaletą tego rodzaju propozycji związanej z wybudowaniem w naszym kraju licznych elektrowni gazowych jest stosunkowo krótki czas realizacji tego rodzaju obiektów. Wydaje się zatem rzeczą jak najbardziej realną, że w przeciągu kilku lat, a przynajmniej do roku 2031, począwszy od którego deficyt mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym zacznie już bardzo szybko narastać, liczne tego rodzaju obiekty mogłyby jak najbardziej powstać w przyszłości w naszym kraju. Dodatkową zaletą elektrowni wyposażonych w turbiny gazowe jest ich wysoki poziom elastyczności, ponieważ można je stosunkowo szybko uruchomić i równie szybko ponownie odstawić z ruchu [8].

Ma to szczególnie duże znaczenie w sytuacji, gdy moc zainstalowana w polskiej fotowoltaice szybko wzrasta (mamy już zainstalowane w panelach ponad 18 GW mocy), a w przyszłości planuje się także budowę wiatraków morskich na Bałtyku (przynajmniej kolejne 7 GW) oraz licznych wiatraków lądowych (moc zainstalowana tam obecnie przekracza już 10 GW) [1]. Tego rodzaju odnawialne źródła energii charakteryzują się bardzo wysokim stopniem wahań poziomu generowanej przez nie mocy, co związane jest z dobową cyklicznością ich pracy (zwłaszcza fotowoltaika) i wpływem czynników losowych (zwłaszcza wiatraki) [2]. Spośród wszystkich typów konwencjonalnych źródeł energii elektrycznej to właśnie turbiny gazowe nadają się najlepiej do współpracy zarówno z fotowoltaiką, jak i z wiatrakami, ponieważ można szybko zmieniać ich moc, a także równie szybko odstawiać je z ruchu i ponownie uruchamiać, gdy stanie się to ponownie konieczne.

Pozornie wszystko przemawia za takim rozwiązaniem, jest tylko jedno zastrzeżenie. Mianowicie, nie jesteśmy krajem zasobnym w złoża gazu ziemnego, a te stosunkowo niewielkie, które posiadamy, pozwalają na pokrycie zaledwie kilkunastu procent naszego obecnego zapotrzebowania na wymieniony surowiec energetyczny. W związku z tym, gdyby liczne nowe elektrownie gazowe miały w naszym kraju powstać w już najbliższych latach, musielibyśmy zwiększyć znacznie import rozważanego surowca. Z tym jednak wiąże się liczne zagrożenia związane z praktycznie całkowitym uzależnieniem się od importu gazu ziemnego z dość odległych obszarów świata (takich jak Katar, USA bądź nawet Indonezja). Ewentualne nagłe zerwanie łańcuchów dostaw wymienionego surowca (spowodowane na przykład jakimiś zawirowaniami związanymi z niezwykle napiętą obecnie na świecie sytuacją geopolityczną), doprowadziłoby do prawdziwej katastrofy energetycznej w naszym kraju.

Ponadto należy pamiętać, że nie jest rzeczą niemożliwą do wyobrażenia sobie, że oddany niedawno do użytku gazociąg Baltic Pipe może w pewnym momencie podzielić również los gazociągów Nord Stream, czy też gazowego interkonektora łączącego Finlandię z Estonią (w obu przypadkach nadal oficjalnie nie znamy winnych ich celowego uszkodzenia). Niestety, obecnie wydaje się, że w warunkach wojny hybrydowej każdy nawet najbardziej czarny scenariusz jest w rozważanym wypadku całkowiec możliwy do spełnienia. Podobno swego czasu Władysław Gomułka miał dywagować, że „gdybyśmy mieli więcej mięsa, to wyprodukowalibyśmy więcej konserw, ino blachy nie mamy...”. Tymczasem w przypadku przestawienia krajowej elektroenergetyki na gaz ziemny sami możemy znaleźć się w bardzo podobnej sytuacji, czyli parafrazując nieco klasyka, można byłoby powiedzieć, że „gdybyśmy wybudowali więcej elektrowni gazowych, mielibyśmy więcej prądu, ino gazu nie mamy...”.

## Przedłużenie działania istniejących bloków węglowych

Tego typu działanie wydaje się obecnie najbardziej realistyczne, ponieważ w starych, wysłużonych blokach o mocy 200 MW mamy zainstalowane wciąż około 10 GW, co teoretycznie byłoby w stanie pokryć przewidywaną w przyszłości lukę związaną z deficytem mocy dyspozycyjnej w krajowym systemie elektroenergetycznym.

Jednak w praktyce występujący tutaj problem jest dwójakiej natury. Po pierwsze, odpowiednie instytucje Unii Europejskiej wyznaczyły ostateczny termin ich likwidacji na koniec roku 2028 i jest rzeczą wysoce wątpliwą, czy będzie w ogóle możliwe jego przesunięcie na lata późniejsze. Na chwilę obecną wydaje się, że absolutnie nie i trudno jest w związku z tym ocenić, jakie są w ogóle szanse jakiegokolwiek zmiany powziętej uprzednio przez odpowiednie organy Unii Europejskiej decyzji. Ponadto praca tych bloków jest ze wszech miar bardzo nieekonomiczna, co związane jest z ich wręcz rażąco niską sprawnością, a także w wysokim stopniu zanieczyszczają one środowisko, ponieważ nie są w stanie spełnić obowiązujących obecnie norm emisji spalin [9].

Nawet gdyby w przyszłości udało się uzyskać zgodę odpowiednich instytucji Unii Europejskiej na ich funkcjonowanie jeszcze po roku 2028, to i tak pozostają wątpliwości, na ile stan techniczny tych bloków pozwoliłby na ich dalsze funkcjonowanie i przez ile lat byłoby to jeszcze w ogóle możliwe. Patrząc na jedną z najstarszych elektrowni w Polsce – elektrownię w podkrakowskiej Skawinie (której budowę ukończono w 1961 roku i gdzie pracują nadal turbozespoły pamiętające jeszcze wczesną epokę Władysława Gomułki), można sądzić, że wspomniane bloki o mocy 200 MW mogły teoretycznie pracować być może jeszcze przez około 10 lat.

Jednocześnie warto jest przy okazji nadmienić, że nowoczesnych bloków nadkrytycznych w polskich elektrowniach węglowych posiadamy zaledwie pięć (dwa o mocy 900 MW każdy w elektrowni Opolo i po jednym, odpowiednio w elektrowni Kozienice o mocy 1075 MW, a także w elektrowni Jaworzno o mocy 910 MW i w Bełchatowie o mocy 858 MW). Dwa nieco starsze bloki nadkrytyczne o wyraźnie niższej sprawności znajdują się jeszcze w elektrowniach Łagisza o mocy 460 MW i Pątnów o mocy 474 MW.

Wszystko to świadczy o gigantycznej wręcz skali zaniedbań, do jakich dopuszczono się w ostatnim ćwierćwieczu. Szczególnie bulwersująca jest historia przerwanej w 2021 roku budowy nowoczesnego bloku nadkrytycznego (tzw. bloku C) w elektrowni Ostrołęka. Sensacyjne wręcz kulisy związanych z tą sprawą wydarzeń opisuje drobniaczko w swej wielostronicowej monografii inżynier Marek Zadrozniak [6]. Wystarczy tylko wspomnieć, że zdołano tam wybudować już potężne betonowe pylony pod kocioł i fundamenty pod chłodnię kominową, które następnie wyburzono po podjęciu decyzji o przerwaniu budowy tej elektrowni, marnując przy okazji około półtora miliarda złotych.

Jednak prawdziwą katastrofę w polskiej elektroenergetyce spowoduje likwidacja elektrowni w Bełchatowie, która planowana jest począwszy już od roku 2030, co ostatecznie powiększy deficyt mocy dyspozycyjnej o kolejne 5 GW. Według przekazów medialnych opalana węglem brunatnym elektrownia w Bełchatowie przyczynia się do rocznej emisji dwutlenku węgla w ilości około 28 milionów ton. Podana wartość może osobom postronnym wydawać się wielkością wręcz gigantyczną, budzącą w nich grozę, dodatkowo podsycaną przez środki masowego przekazu, w których częstokroć wypowiadają się osoby całkowicie niekompetentne. Jednak gdy zestawimy powyższą wartość z całkowitą roczną antropogeniczną emisją dwutlenku węgla na świecie, szacowaną na ponad 37 miliardów ton, to widać od razu, że wkład do niej elektrowni w Bełchatowie jest na poziomie mniejszym od zaledwie jednego promila [5].

Ostatecznie zlikwidowanie elektrowni w Bełchatowie niczego na świecie nie zmieni (poza dewastacją polskiego systemu elektroenergetycznego), ponieważ ewentualny efekt takiego posunięcia będzie wręcz niezauważalny i dodatkowo całkowicie niemierzalny. W tym miejscu trzeba koniecznie podać informację, że w roku 2023 w Chinach oddano do użytku nowe bloki węglowe o łącznej mocy 47 GW, a w budowie są tam kolejne tego rodzaju bloki energetyczne o łącznej mocy przekraczającej 130 GW. Ponadto pozwolenie na budowę nowego bloku węglowego w Chinach wydawane jest średnio częściej niż raz na tydzień. Ponad 20 GW w blokach węglowych budują obecnie również Indie, a ponad kilkanaście gigawatów w nowych elektrowniach węglowych instaluje także Indonezja.

Wymienione kraje stawiają na szybki wzrost gospodarczy oraz własny rozwój ekonomiczny i z tego powodu muszą przecież czymś pokryć grożący im w przyszłości potężny deficyt mocy. Tymczasem Europa popełnia obecnie swego rodzaju energetyczne samobójstwo z powodu rzekomego globalnego ocieplenia klimatu na Ziemi, będącego wynikiem antropogenicznej emisji dwutlenku węgla. Tylko że wkład Europy do antropogenicznej emisji dwutlenku węgla wynosi zaledwie około 7%, więc gdyby Europa nawet przestała w ogóle go emitować, to i tak w zasadzie niczego w stopniu istotnym by to nie zmieniło.

Aby uciąć ostatecznie wszelkie potencjalne dyskusje w tym obszarze, wystarczy tylko wspomnieć, że jeszcze około sześciu tysięcy lat temu obszar dzisiejszej Sahary był gęsto porośnięty bujną roślinnością. Co więcej, na jej obszarze znajdowały się nawet tereny podmokłe, bagna, a także i zbiorniki wodne, co obecnie może wydawać się rzeczą wprost nieprawdopodobną. Także suma rocznych opadów atmosferycznych w niektórych miejscach na Saharze przekraczała wartość 500 mm, czyli mniej więcej tyle, ile wynosi obecnie na terenie Polski. Dopiero postępujące gwałtownie w III tysiącleciu p.n.e. powszechne pustynnienie znacznych obszarów Afryki i Azji doprowadziło w efekcie do pojawienia się klęski głodowej, która w rezultacie przyczyniła się do ostatecznego upadku cywilizacji Starożytności w Egipcie, cywilizacji starożytnych Sumerów w obszarze Międzyrzecza, a także starożytnych cywilizacji Mohendžo-Daro i Harapy w Indiach [5].

Trzeba stanowczo podkreślić, że tego typu katastrofalne w skutkach, gwałtowne zmiany klimatu na znacznym obszarze kuli ziemskiej zaszły całkowicie spontanicznie i w sposób jak najbardziej naturalny, bez jakiegokolwiek udziału ludzi. Twierdzenie, że starożytny człowiek miał z tym cokolwiek wspólnego jest po prostu niedorzecznością. Skoro tego rodzaju gigantyczne zmiany klimatu miały już miejsce w przeszłości, to myśląc logicznie, należy oczekiwać, że wydarzą się zapewne również w przyszłości i także w tym wypadku nie będziemy mieli na to jakiegokolwiek wpływu, bez względu na to, czy zlikwidujemy elektrownię w Bełchatowie, czy też tego nie zrobimy – to i tak nie powstrzyma potężnych sił natury, powiązanych przede wszystkim z wieloletnimi cyklami oscylacji termicznych ziemskich oceanów, które są główną przyczyną zachodzenia w przyrodzie tego rodzaju cyklicznych zmian [5].

Rozważana tematyka została drobniaczko przeanalizowana w kilkusetstronicowej monografii autorstwa profesora Piotra Kowalczaka [5]. Tymczasem wszelkie dyskusje dotyczące przyczyn rzekomego ocieplenia się w ostatnich latach klimatu na Ziemi sprowadzają się głównie do wygłaszania w mediach chwytliwych haseł, powtarzania jakichś utartych sloganów, a także nawet wznoszenia histerycznych okrzyków, że rzekomo „świat płonie”. Nie ma się zresztą co dziwić jakimś młodym aktywistom, szukającym zapewne z nudów jakiegoś atrakcyjnego zajęcia, skoro tego typu absurdu i niedorzeczności powtarzają, wręcz jak jakąś swego rodzaju mantrę, również i osoby piastujące wysokie stanowiska publiczne.

Tymczasem warto zdać sobie sprawę z tego, że tak zwana „mała epoka lodowcowa” zakończyła się dopiero około 1850 roku i począwszy od tego czasu temperatura na Ziemi po prostu powoli powraca do swej średniej wartości. Obecnie żyjemy w epoce geologicznej określanej mianem holocenu, który rozpoczął się około 12 tysięcy lat temu gwałtownym ociepleniem i związanym z tym topnieniem lodowców. W okresie tym bywały okresy zarówno zimniejsze, jak i cieplejsze niż obecnie. Do tych ostatnich można zaliczyć tzw. „ciepły okres rzymski” (250 p.n.e. – 450 n.e.), dzięki któremu miała możliwość rozkwitnąć cywilizacja starożytnego Rzymu (między innymi winną latośń uprawiano w owym okresie w Bretanii na obszarze rozciągającym się aż po wał Hadriana), a także tzw. „średniowieczne optimum klimatyczne” (950 – 1400), które umożliwiło Wikingom zasiedlenie Islandii i Grenlandii. Szacuje się, że w dwóch wymienionych epokach średnia temperatura powietrza na Ziemi była wyższa nawet o dwa stopnie Celsjusza niż obecnie [5].

## Budowa magazynów energii z wykorzystaniem różnych technologii

Na początek pewna istotna uwaga. Jeśli przykładowo na portalach takich jak chociażby WysokieNapiecie.pl, ktoś nieustannie mówi o jakimś wielkoskalowym magazynowaniu energii elektrycznej, to z pewnością osoba taka nie ma większego pojęcia o rzędach wielkości fizycznych występujących w dziedzinie elektroenergetyki. Nie ma się zresztą czemu specjalnie dziwić, ponieważ portal WysokieNapiecie.pl tworzony jest przez osoby nie posiadające jakiegokolwiek wykształcenia technicznego. Choćby z informacji podanych na rozważanym portalu można dowiedzieć się, że jeden z autorów zamieszczanych tam artykułów ukończył prawo, ekonomię i dziennikarstwo, z kolei drugi prawo i administrację, trzeci dziennikarstwo, a czwarty politologię i komunikację społeczną. Czy zatem opinie wygłaszane przez ludzi, poruszających się z tak wielką swobodą po obszarach wiedzy jakże odległych od ich uprzednio wyuczonych profesji, mogą być na jakiegokolwiek podstawie w ogóle uznane za miarodajne?

Aby wykazać całkowitą nierealizowalność tzw. „wielkoskalowego magazynowania energii” wystarczy tylko uświadomić sobie, że w okresie zimowym dobowe zapotrzebowanie na energię elektryczną w naszym kraju sięga już wartości 600 GWh. Tymczasem zdolność do magazynowania energii drugiej co do wielkości elektrowni szczytowo-pompowej Porąbka-Żar wynosi „zaledwie” 2 GWh. Ponadto warto zdać sobie sprawę z faktu, że energia ta magazynowana jest w zbiorniku wodnym o kształcie zbliżonym do elipsy o wymiarach 250 m na 650 m i głębokim na 20 m, który jest w stanie pomieścić około 2,3 miliona kubików wody [3].

Gdyby zatem całe dobowe zapotrzebowanie na energię elektryczną w Polsce miało być pokrywane jedynie z magazynów energii, to takich elektrowni szczytowo-pompowych jak Porąbka-Żar potrzebowałibyśmy około 300, co jest ilością wręcz niewyobrażalną. Natomiast, gdyby założyć, o wiele bardziej realistycznie, że jedynie około 20% krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną byłoby pokrywane przez elektrownie szczytowo-pompowe, (skoro już mówimy o tzw. wielkoskalowym magazynowaniu energii), to takich elektrowni jak Porąbka-Żar i tak potrzebowałibyśmy około 60, co również jest wielkością wręcz zawrotną. Abstrahując już od faktu wprost astronomicznych kosztów ich budowy (około 10 miliardów złotych od sztuki), to prawdopodobnie nie wystarczyłoby miejsca w polskich górach, by wybudować aż tyle elektrowni szczytowo - pompowych, ponieważ nie dałoby się nawet byłoby nawet wskazać odpowiedniej dla nich liczby potencjalnych lokalizacji. Ponadto warto zdać sobie sprawę z faktu, że elektrownię szczytowo-pompową Porąbka-Żar budowano przez okres około dziesięciu lat. Gdyby nawet założyć, że tego typu obiekt będzie oddawany w Polsce do użytku średnio raz do roku, to i tak na wybudowanie wszystkich tych elektrowni szczytowo-pompowych trzeba byłoby poczekać aż 60 lat. To zresztą wszystko i tak są czyste mrzonki, jeśli weźmie się pod uwagę fakt, że budowa największej polskiej elektrowni szczytowo-pompowej o mocy 750 MW w miejscowości Młoty w Kotlinie Kłodzkiej nie może zostać ostatecznie sfinalizowana po upływie ponad pięćdziesięciu lat od momentu rozpoczęcia jej budowy w 1973 roku, a obecnie pojawiają się nawet obawy, że projekt ten zostanie raz na zawsze już definitywnie zarzucony.

Tymczasem powszechnie głoszone są opinie, że alternatywę dla elektrowni szczytowo-pompowych stanowią akumulatorowe magazyny energii. Jak dotychczas to wszystko są systemy o stosunkowo małej mocy – rzędu kilku, kilkunastu bądź co najwyżej kilkudziesięciu megawatów. Ponadto pozwalają one na zmagazynowanie ilości energii umożliwiającej ich pracę z pełną mocą najczęściej zaledwie przez okres dwóch godzin. Największy tego typu obiekt o mocy 205 MW planowany jest w Żarnowcu, jako swego rodzaju uzupełnienie tamtejszej elektrowni szczytowo-pompowej o mocy 716 MW. Jednak niedawno pojawiły się wątpliwości, czy kiedykolwiek zostanie on ostatecznie w ogóle wybudowany.

Aby akumulatorowe magazyny energii mogły skutecznie konkurować z elektrowniami szczytowo-pompowymi musiałyby ich powstać naprawdę bardzo wiele. Załóżmy zatem, że moc typowego akumulatorowego magazynu energii wynosi 10 MW i posiada on zdolność do zmagazynowania 20 MWh energii elektrycznej. Zatem do zmagazynowania 120 GWh (jedna piąta dobowego zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce w okresie jesienno-zimowym) potrzeba byłoby aż 6 tysięcy tego typu instalacji, czyli na obszarze każdego z polskich 314 powiatów ziemskich takich akumulatorowych magazynów energii należałoby wybudować około 20. Prawdopodobnie i w tym wypadku byłby spory problem ze znalezieniem aż tylu potencjalnych lokalizacji pod tego typu instalacje elektryczne. W takim wypadku wymagana jest także bliskość sieci przesyłowych pracujących pod napięciem 110 kV, aby można było za ich pośrednictwem wyprowadzić moc z rozważanych magazynów energii, ewentualnie tego typu sieci należałoby dopiero wybudować, co znacznie podniosłoby i tak bardzo wysokie już koszty całej inwestycji.

Ponadto zakładając, że rocznie bylibyśmy w stanie wybudować w Polsce maksymalnie 100 tego typu akumulatorowych magazynów energii, co wydaje się wprost niewiarygodnym wyczynem, to i tak wybudowanie ich 6 tysięcy zajęłoby przynajmniej 60 lat. Jednak, gdy uwzględnimy, że żywotność tego typu urządzeń nie przekracza zapewne kilkunastu lat, gdyż po tym czasie akumulatory nadają się już tylko do utylizacji, to wynika stąd, że tych 6 tysięcy akumulatorowych magazynów energii nie wybudowałibyśmy w tym tempie nigdy, ponieważ po posadowieniu ich około 2 tysięcy, te najstarsze z niegdyś uruchomionych należałoby zacząć już wymieniać na nowe, zamiast w tym czasie budować kolejne nowe!

Koszty takich inwestycji byłyby wręcz niewyobrażalne, nie mówiąc o ewentualnych problemach z dostępnością litu koniecznego do wyprodukowania takiej zawrotnej wręcz liczby akumulatorów. *Nota bene*, o spustoszeniach wywołanych wydobywaniem litu i niejako „przy okazji” zniszczeniem na wieki wieków milionów hektarów chińskiej ziemi jakoś, dziwnym trafem, w kontekście rozważań nad tzw. „zieloną transformacją” raczej w ogóle się nie wspomina [6].

Inną sprawą jest całkowite uzależnianie się od importu potrzebnych surowców głównie z obszaru Chin. Nie trzeba chyba specjalnie tłumaczyć, że w takim przypadku nagłe zerwanie łańcuchów dostaw może mieć wręcz tragiczne konsekwencje dla naszego bezpieczeństwa energetycznego. Ponadto należy uwzględnić fakt, że po zaledwie 10 latach eksploatacji akumulatory litowe zainstalowane w magazynach energii nadają się już w zasadzie tylko i wyłącznie do wymiany, a po 15 latach ich utylizacja jest już absolutną koniecznością.



**WYBUDOWANIE 6 TYSIĘCY  
AKUMULATOROWYCH  
MAGAZYNÓW ENERGII  
ZAJĘŁOBY CO NAJMNIJ 60  
LAT, A ZE WZGLĘDU NA  
OGRANICZONĄ ŻYWOTNOŚĆ  
AKUMULATORÓW LITOWYCH,  
W PRAKTYCE BYŁOBY TO  
NIEMOŻLIWE.**

Spowodowane jest to utratą zdolności do magazynowania energii przez akumulatory w miarę upływu czasu (zachodzące nieuchronnie procesy starzenia), przy czym systematyczne zmniejszanie się pojemności akumulatorów litowych może zachodzić w tempie nawet około 3% rocznie.

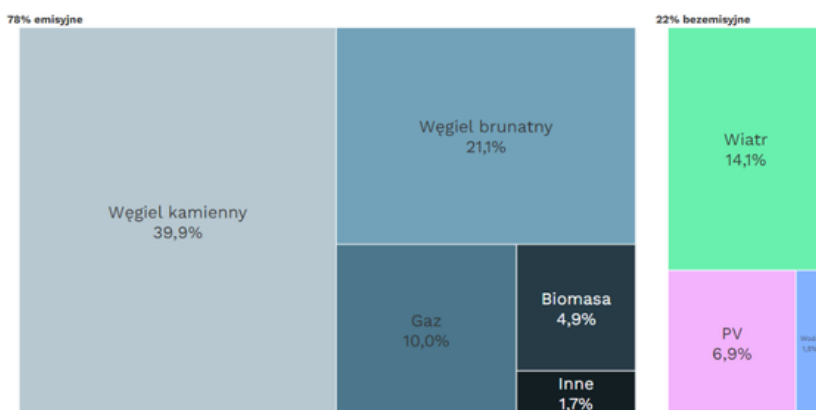
Dodatkowo w porównaniu z akumulatorowymi magazynami energii elektrownie szczytowo-pompowe charakteryzują się zdecydowanie dłuższą żywotnością. Przykładowo duża elektrownia szczytowo-pompowa Porąbka-Zar o mocy 500 MW pracuje już prawie pół wieku i po gruntownym remoncie, który w ostatnim czasie przeszła, może z pewnością przepracować spokojnie kolejne półwiecze, a tymczasem akumulatory litowe nadają się do wymiany w zasadzie już po 10 latach ich intensywnej eksploatacji, co spowodowane jest głównie znaczną utratą pojemności po tak długim okresie czasu.

## Dalszy rozwój OZE

Pod pojęciem OZE w tym wypadku rozumiana jest przez PSE zapewne wyłącznie fotowoltaika i energetyka wiatrowa, gdzie przyrost mocy zainstalowanej w ostatnich latach jest naprawdę imponujący – ponad 18 GW w fotowoltaice i ponad 10 GW w wiatrakach lądowych. W polskich warunkach energetyka wodna posiada znaczenie w zasadzie marginalne (około 1,5% udziału w miksie energetycznym) i nie ma żadnej fizycznej możliwości jakiegos istotnego zwiększenia jej udziału w produkcji energii elektrycznej w naszym kraju. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest relatywne ubóstwo naszego kraju w wodę, a ponadto zdecydowana większość obszaru Polski to niziny, na których nie ma możliwości uzyskania większych wartości spadu wód, od czego przecież w istotnym stopniu zależy moc elektrowni wodnej, a także i ilość wyprodukowanej przez nią w ciągu roku energii.

Na Rys. 2 zamieszczono wykres przedstawiający miks energetyczny naszego kraju. Jak widać, pomimo zainstalowania w polskiej fotowoltaice gigantycznej wręcz wartości mocy, przekraczającej obecnie 18 GW (to ponad trzy razy tyle, ile wynosi moc największej polskiej elektrowni ciepłej w Bełchatowie), jej udział w miksie energetycznym jest nader skromny i wynosi zaledwie 6,9%. Nieco lepiej jest w wypadku elektrowni wiatrowych, gdzie w przypadku zainstalowania 10 GW mocy, udało się uzyskać około 14,1% udziału w miksie energetycznym. Wynika stąd, że współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej w przypadku siłowni wiatrowych jest około trzy razy, niż ma to miejsce w przypadku fotowoltaiki. Trzeba jednocześnie w tym miejscu podkreślić, że koszt zainstalowania jednostki mocy zarówno w fotowoltaice, jak i w elektrowniach wiatrowych jest porównywalny. Zatem fotowoltaika jest tym samym około trzy razy droższa niż wybudowanie wiatraków o tej samej wartości mocy zainstalowanej.

W opinii autorów dalsze możliwości istotnego zwiększania udziału, zwłaszcza fotowoltaiki, ale także i wiatraków w polskim miksie energetycznym są wysoce problematyczne, co zostanie wykazane w dalszej części prowadzonych w niniejszym punkcie rozważań.



RYS.2. POLSKI MIKS ENERGETYCZNY W ROKU 2023

ŹRÓDŁO: [HTTPS://ENERGY.INSTRAT.PL/WEGLOWE-PODSUMOWANIE-2024-02-22/](https://energy.instrat.pl/weglowe-podsumowanie-2024-02-22/)

W roku 2023 wyprodukowano w Polsce w sumie 165 TWh energii elektrycznej, z czego 6,9%, czyli około 11,4 TWh, to zasługa fotowoltaiki. Przyjmując, że średnia wartość mocy zainstalowanej w polskiej fotowoltaice w roku 2023 wynosiła około 15 GW (w ciągu rozważanego roku moc ta systematycznie wzrastała od wartości 13 GW do 17 GW), a także uwzględniając, że rok ma 8760 godzin, to gdyby polska fotowoltaika pracowała przez cały rok ze swą pełną mocą zainstalowaną, to powinna wyprodukować w sumie około 131 TWh.

Odnosząc teraz wyliczoną wartość 131 TWh do wartości rzeczywistej, wynoszącej 11,4 TWh, otrzymujemy wartość współczynnika wykorzystania mocy zainstalowanej w polskiej fotowoltaice na poziomie około 8,7%. Zatem w praktyce wychodzi nieco mniej, niż podane swego czasu eksperymentalne dane, uzyskane w trakcie badań przeprowadzonych przez Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. (PSE), gdzie panel fotowoltaiczny o szczytowej mocy 1 kWp w przeciągu jednego roku wyprodukował jedynie 827 kWh energii elektrycznej, z czego wynika wartość wykorzystania mocy zainstalowanej w rozważanym panelu na poziomie zaledwie 9,4% [6].

Jak pokazała praktyka, powyższa wartość eksperymentalna jest raczej trudna do osiągnięcia w realnych warunkach, a w związku z tym uzyskany wynik rzeczywisty jest nieco gorszy. Dzieje się tak dlatego, że coraz częściej PSE zmuszone są wydawać komunikaty o tzw. nierynkowym redysponowaniu jednostek wytwórczych w KSE (krajowym systemie elektroenergetycznym), co sprowadza się w praktyce do konieczności przymusowego odłączenia od sieci elektroenergetycznych wybranych farm fotowoltaicznych. Przykładowo w marcu 2024 roku wydano łącznie w poszczególnych dniach aż sześć tego rodzaju komunikatów, a trzeba pamiętać, że sezon produkcji energii w fotowoltaice w tym miesiącu dopiero się rozpoczął (można z grubsza przyjąć, że zaczął się od równonocy wiosennej). Pytanie tylko, co będzie w kolejnych miesiącach bieżącego roku: maju, czerwcu i lipcu?

Należy jeszcze wspomnieć o osobach, które swego czasu uległy nachalnej propagandzie fotowoltaicznej i dały namówić się na zainstalowanie na dachu własnego domu paneli, a teraz w okolicach godzin okołopołudniowych coraz to częściej falowniki im się wyłączają, ponieważ napięcie w sieci znacznie przekracza dopuszczalną wartość 253 V. Co gorsze, jak ujawniają przeprowadzane ostatnio na terenie naszego kraju przez zakłady energetyczne dość liczne kontrole, coraz powszechniejszą praktyką staje się manipulowanie przez jakichś domorosłych „fachowców” przy nastawach falowników, aby umożliwić ich pracę także w przypadku wystąpienia na ich zaciskach napięcia o nieco wyższej wartości. Znane są ponadto przypadki podłączania falowników do krajowej sieci rozdzielczej niskiego napięcia poprzez specjalne transformatory po to, aby obniżyć napięcie widziane na zaciskach falowników i tym samym umożliwić ich pracę niezależnie od aktualnej wartości napięcia sieci elektroenergetycznej. W związku z tym dochodzi niekiedy do sytuacji, gdy wartość napięcia w instalacji elektrycznej

w budynkach przekracza w słoneczne dni wartość nawet 270 V, co grozi już trwałym uszkodzeniem podłączonych do niej urządzeń, takich jak choćby pralki, kuchenki elektryczne, lodówki czy odbiorniki telewizyjne.

W tym miejscu trzeba koniecznie wspomnieć, że za takie nierynkowe redysponowanie jednostek wytwórczych w KSE właścicielom farm fotowoltaicznych, które zostały przymusowo odłączone od sieci elektroenergetycznych, wypłacane są wysokie odszkodowania, stanowiące zapłatę za energię, którą w owym czasie farmy te mogłyby teoretycznie wyprodukować (konieczne jest tylko przedstawienie danych pomiarowych związanych z panującym wówczas na danym obszarze poziomem nasłonecznienia). Ostatecznie rezultat jest taki, że ryzyko handlowe przerezucone jest w tym wypadku całkowicie na odbiorców energii elektrycznej, ponieważ to właśnie oni za to nierynkowe redysponowanie jednostek wytwórczych w KSE zapłacą ostatecznie w wystawionych im rachunkach za energię elektryczną, co już nie jedno małe przedsiębiorstwo w naszym kraju zdążyło doprowadzić do bankructwa. Z tego powodu powszechnie zamykane są małe sklepy, warsztaty rzemieślnicze, punkty usługowe, piekarnie, cukiernie i mała gastronomia – oni już wyższych cen energii elektrycznej nie są po prostu w stanie dłużej wytrzymać. Tymczasem właściciele farm fotowoltaicznych mają zawsze zagwarantowany zysk (podobnie jak właściciele kasyna bądź salonu z automatami do gier losowych), niezależnie od tego, czy ktoś od nich rzeczywiście tę energię w końcu odbierze, czy też nie.

W istocie fotowoltaika w polskich warunkach jest to najdroższe źródło energii elektrycznej. Tymczasem wypowiadające się w tych sprawach na forum publicznym osoby, podające się na dodatek powszechnie za ekspertów w tej dziedzinie, gdy najczęściej są to w rzeczywistości osoby wyłącznie po studiach humanistycznych bądź społecznych i w związku z tym o elektrotechnice i elektroenergetyce nie mają tak naprawdę w ogóle jakiegokolwiek pojęcia, wmawiają społeczeństwu, że to właśnie dzięki fotowoltaice będziemy mieć w przyszłości w Polsce tani prąd. W rzeczywistości w kraju położonym tak daleko na północ od równika jak Polska, fotowoltaika jest całkowicie nieopłacalna i tego typu instalacje nie powstałyby nigdy, gdyby wcześniej nie uruchomiono dla nich gigantycznych programów wsparcia rządowego. Pozostaje tylko retoryczne pytanie, czy jesteśmy krajem aż tak bogatym i czy nie ma u nas aby żadnych pilniejszych potrzeb, by wydawać tak gigantyczne środki finansowe na tego rodzaju „fanaberie”, bo cóż to właściwie w sumie zmienia, jeśli zaledwie 6,9% wytwarzanej w naszym kraju energii

elektrycznej pochodzić będzie właśnie z fotowoltaiki – wpływ tego faktu na światową antropogeniczną emisję dwutlenku węgla i tak będzie przecież po prostu niezauważalny.

Ponadto warto mieć świadomość, że takie kraje jak chociażby Austria i Węgry, które teoretycznie mają nieco lepsze warunki do pracy instalacji fotowoltaicznych niż Polska, ponieważ znajdują się trochę bliżej ziemskiego równika niż nasze państwo, wcale do tego typu inwestycji na tak wielką skalę się bynajmniej nie śpieszą, podczas gdy my chlubiśmy się wręcz, że na polu fotowoltaiki zaliczani jesteśmy do ścisłej czołówki światowych liderów, zapominając jednocześnie o tym, że przykładowo taka Hiszpania leży na nieco innych szerokościach geograficznych niż Polska, a o południowych Chinach już nawet nie wspominając.

Optymalne warunki pracy dla instalacji fotowoltaicznych występują na równiku ziemskim. Jeśli oddalamy się od równika w stronę jednego z biegunów Ziemi, pojawia się coraz bardziej widoczna sezonowość pracy instalacji fotowoltaicznych. Polska jest krajem położonym daleko na północ od równika ziemskiego, ponieważ większa część terytorium naszego kraju leży powyżej pięćdziesiątego równoleżnika. Z tego powodu wpływ czynnika sezonowości na produkcję energii elektrycznej w polskich instalacjach fotowoltaicznych jest już bardzo istotny. Na Rys. 3 przedstawiono zaczerpnięte ze strony internetowej PSE dane dotyczące generacji mocy ze źródeł fotowoltaicznych, odpowiednio w dniach 24 czerwca, 24 września i 24 grudnia 2023 roku.

Generacja źródeł fotowoltaicznych	Generacja źródeł fotowoltaicznych	Generacja źródeł fotowoltaicznych
[MWh]	[MWh]	[MWh]
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
48,450	0,000	0,000
310,975	0,000	0,000
905,138	40,800	0,000
1 921,463	696,063	20,438
3 203,363	2 265,663	204,975
4 248,125	3 831,238	492,925
4 899,575	5 153,313	827,150
5 440,513	6 006,125	1 062,688
5 665,763	5 920,325	917,575
5 659,138	5 817,450	679,275
5 457,463	5 462,475	309,063
4 905,363	4 968,613	127,413
4 351,575	3 417,900	0,000
3 277,413	1 500,400	0,000
1 994,150	245,825	0,000
759,588	10,013	0,000
268,563	0,000	0,000
18,738	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
<b>24 czerwca</b>	<b>24 września</b>	<b>24 grudnia</b>

RYS.3. DANE DOTYCZĄCE GENERACJI ŹRÓDEŁ FOTOWOLTAICZNYCH W WYBRANYCH DNIACH ROKU 2023

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.PSE.PL/HOME](https://www.pse.pl/home)

generacji dopasować się muszą także źródła energii elektrycznej innego typu, ponieważ moc w systemie elektroenergetycznym musi zawsze podlegać zbilansowaniu po to, by system ten znajdował się w stanie równowagi. Współpraca ze źródłami fotowoltaicznymi staje się coraz trudniejsza dla krajowych elektrowni ciepłych, których nie można przecież całkowicie wyłączyć na okres zaledwie kilku godzin okołopołudniowych [9]. W związku z tym ich moc jest na ten czas zmniejszana do technicznie dopuszczalnego minimum, tylko że takie postępowanie przyczynia się w sposób istotny do zwiększenia ich awaryjności i skrócenia żywotności bloków węglowych [6]. Przykładowo, taki nowoczesny blok nadkrytyczny w elektrowni Kozienice o mocy 1075 MW powinien pracować przez cały czas ze swą mocą nominalną, ponieważ właśnie wtedy jego praca jest najbardziej ekonomiczna, a sprawność netto osiąga swoje maksimum, wynoszące prawie 46%. Tymczasem w okolicach godzin okołopołudniowych blok ten jest wręcz „duszony” do wartości wynoszącej zaledwie 42% mocy w nim zainstalowanej po to tylko, aby odebranie mocy generowanej w instalacjach fotowoltaicznych było w ogóle możliwe. Jednak ostatnio nawet tego rodzaju ze wszech miar absurdalne postępowanie bynajmniej już nie wystarcza, gdyż przykładowo w dniu 1 kwietnia 2024 roku PSE zmuszone były wydać komunikat, którego treść można odczytać na rys. 4.

Jak wynika z przedstawionych na Rys. 2 danych, pomiędzy poziomem generacji mocy przez instalacje fotowoltaiczne w czerwcu i w grudniu zionie wręcz swego rodzaju ogromna przepaść, z czego wynika, że fotowoltaika w ziemie w polskich warunkach to jedno wielkie nieporozumienie. Dodatkowo wykres mocy generowanej z instalacji fotowoltaicznych przyjmuje kształt odwróconej paraboli. Moc z fotowoltaiki wprowadzana jest zatem do systemu elektroenergetycznego w sposób cykliczny w postaci dobowych impulsów przyjmujących właśnie postać odwróconej paraboli, do której kształtu ze swym bieżącym poziomem

## Komunikat o nierynkowym redysponowaniu jednostek wytwórczych PV w KSE w dn. 01.04.2024

Ze względu na nadpodaż generacji w KSE oraz konieczność przywrócenia zdolności regulacyjnych KSE, PSE wprowadzają nierynkową redukcję generacji źródeł fotowoltaicznych w dn. 01.04.2024 w wysokości:

1158 MW w godz. 11:00 - 12:00,

1937 MW w godz. 12:00 - 13:00,

1841 MW w godz. 13:00 - 14:00.

RYS.4.PRZYKŁADOWY KOMUNIKAT PSE O NIERYNKOWYM REDYSPONOWANIU JEDNOSTEK WYTWÓRCZYCH W KSE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.PSE.PL/HOME](https://www.pse.pl/home)

W kolejnych latach wraz ze wzrostem mocy zainstalowanej w polskiej fotowoltaice omawiany problem będzie systematycznie narastał, a przymusowe odłączenia od sieci farm fotowoltaicznych staną się już żelazną regułą w godzinach okołopołudniowych i to nie tylko w dni wolne od pracy, gdy zapotrzebowanie na moc jest wyraźnie niższe niż w pozostałe dni, ale także i w zwykłe dni robocze (stało się tak już między innymi w czwartek w dniu 11 kwietnia 2024 roku). Będzie to powodowało dalsze drastyczne pogorszenie wartości współczynnika wykorzystania mocy zainstalowanej w polskiej fotowoltaice, w związku z czym można postawić zasadnicze pytanie o to, jaki w ogóle jest sens dalszego zwiększania mocy polskich farm fotowoltaicznych i budowania ich w otwartym terenie, wyłączając niejednokrotnie z produkcji rolnej żywności wysokiej klasy rolniczej, aby w okresie godzin okołopołudniowych, gdy teoretycznie generacja mocy w panelach fotowoltaicznych powinna osiągać swe maksimum, były one nader często przymusowo odłączane od sieci przesyłowej, by w wyniku tego można było uzyskać zbilansowanie mocy w systemie elektroenergetycznym. Takie postępowanie zakrawa już na czysty absurd [2].

Z kolei w przypadku elektrowni wiatrowych współczynnik wykorzystania zainstalowanej w nich mocy jest nieco większy i wynosi, jak już uprzednio wspomniano, około 20% w przypadku wiatraków lądowych oraz około 30% w wypadku wiatraków stawianych na otwartym morzu. Problem w tym wypadku polega na tym, że są to wszystkie wartości średnie i nie zawsze siłownie wiatrowe będą w stanie dostarczyć aż tyle mocy, ile w danym momencie żądają łącznie odbiorcy KSE.

Powodem takiego stanu rzeczy jest sześcienne zależności energii kinetycznej pędzonych wiatrem mas powietrza od jego prędkości, która bierze się stąd, że masa przepływającego przez rotor wiatraka powietrza zależy dodatkowo w sposób liniowy od prędkości wiatru [1]. W efekcie moc siłowni wiatrowej zależy aż od trzeciej potęgi prędkości wiatru, zgodnie ze wzorem:

$$P = \pi r^2 \rho v^3 / 2$$

We wzorze (1) zastosowano następujące oznaczenia: (r) – promień rotora wiatraka, (p) – gęstość powietrza, (v) – prędkość wiatru. Zależność mocy elektrowni wiatrowej aż od tak wysokiej potęgi prędkości wiatru sprawia, że przez zdecydowaną większość czasu (w praktyce jest to nawet ponad 80%) siłownie wiatrowe pracują na poziomie zaledwie około 10% mocy w nich zainstalowanej. Jedynie przez kilkadziesiąt dni w roku, gdy przez obszar naszego kraju przechodzą silne fronty atmosferyczne, moc generowana w elektrowniach wiatrowych zbliża się do wartości mocy w nich zainstalowanej. Z kolei prędkość wiatru też nie może być zbyt duża, ponieważ podwojenie jej wartości powoduje aż ośmiokrotny wzrost generowanej przez siłownię wiatrową mocy, co ostatecznie może doprowadzić do jej trwałego uszkodzenia (pożar generatora, a nawet w skrajnym wypadku oderwanie łopat rotora przez gigantyczne siły odśrodkowe). Z tego powodu, gdy prędkość wiatru zbliża się niebezpiecznie do wartości dopuszczalnej, siłownie wiatrowe muszą bezwzględnie zostać odstawione z ruchu, ponieważ ich dalsza praca grozi już potężną katastrofą, do czego zresztą niekiedy dochodzi w sytuacji, gdy z jakiegoś powodu zawiodą systemy bezpieczeństwa.

Z drugiej strony również zdarza się niekiedy, że wiatr przez dłuższy okres czasu prawie w ogóle nie wieje. Sytuacja taka miała miejsce między innymi w dniu 22 kwietnia 2023 roku, co pokazano na przykładzie danych opublikowanych przez PSE zamieszczonych na Rys. 5.

ZAPOTRZEBOWANIE [MW]	18 276
GENERACJA [MW]	18 044
el. ciepłe	10 009
el. wodne	328
el. wiatrowe	53
el. fotowoltaiczne	7 652
el. inne odnawialne	0
SALDO WYMIANY CAŁKOWITEJ [MW]	202 IMPORT
CZĘSTOTLIWOŚĆ [Hz]	50,055

Jak wynika z Rys. 5, siłownie wiatrowe generowały łącznie w rozpatrywanym czasie zaledwie 53 MW mocy, co stanowiło jedynie około 0,5% mocy w nich zainstalowanej. W takiej sytuacji ich udział w pokryciu zapotrzebowania na moc w krajowym systemie elektroenergetycznym był w zasadzie żaden i nawet, gdyby w polskich elektrowniach wiatrowych było zainstalowane dziesięć razy więcej mocy niż obecnie (obszar praktycznie całego kraju trzeba byłoby w tym celu pokryć wiatrakami), to i tak w praktyce nic by to w zasadzie nie dało, ponieważ 530 MW to tylko równoważność mocy jednego średniej wielkości bloku węglowego.

Aby wyrobić sobie opinię odnośnie tego, w jakim stopniu można polegać na OZE w mroźny zimowy wieczór, wystarczy spojrzeć na Rys. 6.

RYS.5. DANE DOTYCZĄCE GENERACJI RÓŻNEGO TYPU ŹRÓDEŁ W DNIU 22 KWIEŚNIA 2023 ROKU

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.PSE.PL/HOME](https://www.pse.pl/home)



## MAPA KSE

Mapa prezentuje planowe i chwilowe przepływy mocy na przekrojach handlowych

ZAPOTRZEBOWANIE [MW]	27 559
GENERACJA [MW]	25 450
el. ciepłone	23 132
el. wodne	1 331
el. wiatrowe	987
el. fotowoltaiczne	0
el. inne odnawialne	0
SALDO WYMANY CAŁKOWITEJ [MW]	2 066 IMPORT
CZĘSTOTLIWOŚĆ [Hz]	49,996



RYS.6. DANE DOTYCZĄCE GENERACJI RÓŻNEGO TYPU ŹRÓDEŁ I PRZEPLYWÓW MOCY NA POŁĄCZENIACH TRANSGRANICZNYCH

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.PSE.PL/HOME](https://www.pse.pl/home)

W dniu 10 stycznia 2024 roku tuż po godzinie osiemnastej zapotrzebowanie na moc w krajowym systemie elektroenergetycznym wynosiło 27,559 GW. Zostało ono pokryte głównie przez krajowe elektrownie ciepłone 23,132 GW (83,9%), a także elektrownie wodne 1,331 GW (4,8%) – chociaż do tej kategorii PSE zaliczają także elektrownie szczytowo-pompowe i to właśnie one generowały zdecydowaną większość z podanej tutaj wartości mocy. Elektrownie wiatrowe generowały wtedy zaledwie 0,987 GW (3,6%), czyli pracowały na poziomie około 10% mocy w nich zainstalowanej, co jest, jak już uprzednio wspomniano, sytuacją raczej typową dla polskiej energetyki wiatrowej. Z kolei fotowoltaika generowała w tym czasie dokładnie zero watów, ponieważ od kilku godzin Słońce znajdowało się już poniżej linii horyzontu.

Wynika stąd, że OZE muszą podlegać pełnemu rezerwowaniu, ponieważ w sytuacji, gdy Słońce nie świeci i na dodatek wiatr jeszcze nie wieje z dostateczną prędkością, trzeba je czymś przecieć w końcu zastąpić. Na obecnym etapie rozwoju techniki w tym względzie znane są tylko dwie możliwości. Jest to albo spalanie paliw kopalnych (stałych, ciekłych bądź gazowych), albo uzyskanie energii z kontrolowanego rozpadu odpowiednich pierwiastków promieniotwórczych (reaktory jądrowe). Innych możliwości na razie nie znamy (kontrolowana synteza jądrowa to na razie czyste science fiction), a poleganie w całości tylko i wyłącznie na OZE to utopijna wizja i bezgraniczne mrzonki, a do tego jeszcze niezwykle groźne, ponieważ wszelkie próby ich urzeczywistniania doprowadzą ostatecznie do totalnej katastrofy energetycznej na obszarze całego kraju [1, 2].

Dodatkowo tym, co zwraca uwagę na Rys. 6, jest bardzo duża wartość salda importu energii elektrycznej z krajów ościennych – jest to przecież aż 2,066 GW. Energię elektryczną importujemy głównie z Niemiec 1,315 GW i Szwecji 0,594 GW. Na pozostałych połączeniach transgranicznych (Czechy, Słowacja, Ukraina i Litwa) mają miejsce jedynie zmieniające się stochastycznie niewielkie przepływy wyrównawcze, których znaczenie dla ogólnego bilansu mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym jest stosunkowo niewielkie. W latach kolejnych, w miarę narastania problemów z deficytem mocy dyspozycyjnej w krajowym systemie elektroenergetycznym, należy oczekiwać, że ilość importowanej od naszego zachodniego sąsiada energii elektrycznej będzie systematycznie wzrastać. Z niemieckim systemem elektroenergetycznym łączą nas dwie dwutorowe linie przesyłowe pracujące pod napięciem 400 kV. Przepustowość jednego toru linii 400 kV wynosi maksymalnie około 1,5 GW w okresie zimowym oraz około 1,2 GW w okresie letnim. Wynika stąd, że z obszaru Niemiec do Polski można przesłać maksymalnie około 5 GW. Pozostaje tylko pytanie, czy nasz zachodni sąsiad, gdy oczywiście zajdzie taka potrzeba, będzie w ogóle zdolny, a także i być może skłonny do realizacji przesyłu w kierunku terytorium naszego kraju aż tak wielkich wartości mocy elektrycznej. Zresztą za dziesięć lat nawet i wspomniane 5 GW to będzie stanowczo zbyt mało, aby pokryć deficyt mocy, który w Polsce będzie w tym czasie najprawdopodobniej już permanentnie występował.

## Budowa elektrowni biomasowych i biogazowych

Z Rys. 2 wynika, że udział biomasy w polskim miksie energetycznym wynosi około 4,9%. Nie jest to wprawdzie dużo, ale zarazem jest to tylko nieco mniej, niż wynosi udział w miksie energetycznym fotowoltaiki, której zainstalowanej mamy już w Polsce ponad 18 GW mocy. Tymczasem całkowita moc zainstalowana w polskich kotłach biomasowych jest około dziesięciokrotnie mniejsza niż w panelach fotowoltaicznych, z czego wynika również około dziesięciokrotnie większa wartość współczynnika wykorzystania mocy zainstalowanej w elektrowniach biomasowych w porównaniu z elektrowniami fotowoltaicznymi.

Źródła energii elektrycznej oparte na wykorzystaniu zarówno biomasy, jak i biogazu posiadają jeszcze tę cenną właściwość, że mogą zostać uruchomione dokładnie w tym czasie, gdy zachodzi taka potrzeba, a zatem mogą stanowić one niezwykle cenne źródło mocy szczytowej, w przeciwieństwie do fotowoltaiki i energetyki wiatrowej, które pracują tylko wtedy, gdy albo Słońce świeci, albo wiatr mocno wieje, a nie dokładnie wtedy, gdy właśnie odbiorcy zgłaszają największe zapotrzebowanie na dostarczanie im mocy elektrycznej.

Ponadto zarówno sucha biomasa, jak i biogaz mogą być przez dłuższy okres czasu przechowywane, aby je później wykorzystać, gdy tylko zajdzie taka potrzeba. To też jest przecież pewna forma magazynowania energii i to zapewne o wiele tańsza niż budowanie magazynów energii wykorzystujących akumulatory litowe. Jedyny problem polega tutaj na dostępności potrzebnego surowca, głównie odpadów drzewnych pochodzących z wyrębu lasów, tartaków i stolarni. Zresztą już obecnie dochodzi do patologicznych sytuacji, polegających na tym, że przykładowo w odległej od nas Kanadzie wycinane są zdrowe i dorodne lasy, tylko po to, aby później pozyskanym w ten sposób drewnem palić w europejskich blokach energetycznych na biomasę.

Nie wydaje się zatem rzeczą możliwą, aby rozwój krajowej energetyki biomasowej i biogazowej mógł uchronić nas w przyszłości przed krachem związanym z gigantycznym wręcz deficytem mocy dyspozycyjnej w polskim systemie elektroenergetycznym.

Warto jeszcze zwrócić uwagę, że na Rys. 2 elektrownie opalane biomasą nie zostały zaliczone do kategorii źródeł bezemisyjnych, ponieważ zaliczono tam tylko fotowoltaikę, elektrownie wiatrowe i elektrownie wodne. Zasadniczy problem polega w tym wypadku na tym, że osoby mówiące o tzw. źródłach bezemisyjnych zapominają o pewnej „oczywistej oczywistości” sprowadzającej się do tego, że wyprodukowanie czegokolwiek zawsze wymaga również wydatkowania pewnej porcji energii, z czym wiąże się nieodłącznie jakaś mniejsza, bądź większa emisja dwutlenku węgla.

W przypadku fotowoltaiki wyprodukowanie panelu o mocy szczytowej 1 kWp wymaga zużycia energii w wysokości około 3 MWh, ponieważ produkcja kryształów krzemu zachodzi w bardzo wysokich temperaturach (temperatura wrzenia krzemu wynosi aż 2355 stopni Celsjusza), a kryształy te są wyciągane z fazy ciekłej tzw. metodą Czochralskiego. Aby wydatkowana podczas tego procesu energia kiedyś się w ogóle zwróciła, w polskich warunkach (obszary położone powyżej pięćdziesiątego

równoleżnika) typowy panel fotowoltaiczny musi pracować aż przez cztery kolejne sezony wiosenno-letnie.

Z kolei postawienie wiatraka wymaga wytopienia około tysiąca ton stali (na jego maszt i zbrojenie fundamentów) oraz wypalenia również około tysiąca ton cementu, a trzeba pamiętać, że na wytopienie tony stali potrzeba przynajmniej 750 kg wysokogatunkowego węgla koksującego. Z kolei wypalenie tony cementu wymaga spalania przynajmniej 250 kg wysokokalorycznego węgla. Podobnie budowa zapory dla elektrowni wodnej to miliony ton materiału skalnego, których przerzucenie wymaga spalania tysięcy hektolitrow oleju napędowego w silnikach wysokoprężnych potężnych maszyn budowlanych, a także zużycia wielu tysięcy ton stali zbrojeniowej i cementu. O jakiej zeroemisyjności zatem jest tutaj mowa?!

## Budowa elektrowni jądrowych

Obecnie można z całą pewnością stwierdzić, że czynione swego czasu szumne zapowiedzi, jakoby prąd z pierwszej polskiej elektrowni atomowej miał popłynąć już w 2033 roku są teraz już całkowicie nierealne. Powszechnie mówi się o tym, że prąd z tej elektrowni w najlepszym wypadku popłynie dopiero w roku 2036, a z pełną swą mocą zacznie ona pracować gdzieś w okolicach roku 2040 – o ile elektrownia ta w ogóle kiedykolwiek powstanie, co obecnie nie jest już bynajmniej wcale takie pewne. Dodatkowo warto jest wiedzieć, że średnie czasy opóźnień w realizacji tego typu inwestycji sięgają na świecie nawet ponad pięciu lat.

Ponadto należy być świadomym faktu, że w sytuacji, gdy nasz zachodni sąsiad postanowił całkowicie już raz na zawsze zrezygnować z energetyki jądrowej, głównie ze względów ekologicznych i być może zbyt przesadnego bezpieczeństwa, to z pewnością nie będzie wzbudzało entuzjazmu za Odrą, że w kraju sąsiednim jakieś tego typu obiekty mają w przyszłości w ogóle powstać. Niemcy uczynią z pewnością wszystko, aby polskie plany rozwoju energetyki atomowej w maksymalnym stopniu storpedować – nawet pobeżna znajomość najnowszej historii nie pozostawia w tej materii jakichkolwiek złudzeń.

Można zastanawiać się także głębiej nad powodami, dla których nasz zachodni sąsiad postanowił już raz na zawsze pożegnać się z energetyką jądrową, a przykładowo Austria zakaz budowy na swym terytorium elektrowni atomowych już wiele lat temu wpisała do swej konstytucji. Czy są to tylko i wyłącznie kwestie natury ideologicznej?

Bynajmniej, po tym co stało się 11 marca 2011 roku w japońskiej Fukushima, absolutnie już nikt nie ma prawa twierdzić, że energetyka jądrowa jest w stu procentach technologią bezpieczną, skoro do tego typu tragedii doszło w kraju najbardziej zaawansowanym technologicznie i do tego o najwyższym poziomie kultury technicznej. (Jesteśmy za nimi przecież wiele lat do tyłu i wbrew wcześniejszym zapowiedziom Edwarda Gierka drugą Japonią nigdy w przyszłości raczej już nie będziemy.) Nawet zakładając, że na terytorium Polski nigdy nie dojdzie do tak wielkiego trzęsienia ziemi jak miało to miejsce właśnie w japońskiej Fukushima, to przecież nie można wykluczyć, że kiedyś w przyszłości polskie elektrownie atomowe stać się mogą celem działań o charakterze wojennym. Zniszczenie bombami bądź raketami obudowy reaktorów spowodowałoby skażenie milionów hektarów polskiej ziemi na całe stulecia – mielibyśmy zatem w przyszłości na terenie naszego kraju strefy wykluczenia jak obecnie w Czarnobylu.

Inną kwestią jest dostępność w przyszłości wzbogaconego izotopu uranu potrzebnego do funkcjonowania pierwszej polskiej elektrowni atomowej. Po katastrofie, jak miała miejsce w 2011 roku w Fukushima, nastąpił powszechny światowy odwrót od technologii jądrowych, w związku z czym ceny uranu przez wiele lat były bardzo niskie. Jednak w ostatnim czasie rozważany trend wyraźnie się odwrócił. Wystarczy tylko popatrzeć na wykresy spółek giełdowych zajmujących się wydobyciem uranu. Przykładem tego rodzaju firmy jest amerykańska spółka Cameco, której wykres cen giełdowych został przedstawiony na rys. 7.

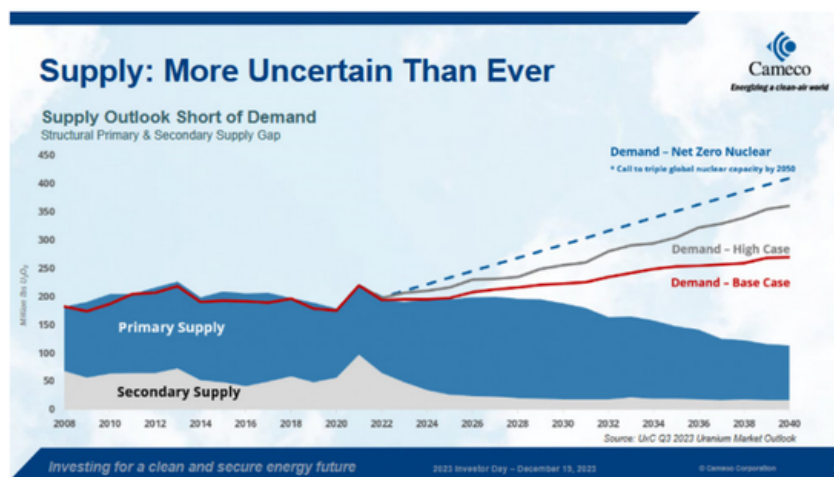
Podsumowanie rynków > Cameco



RYŚ.7. WYKRES CEN AMERYKAŃSKIEJ SPÓŁKI CAMECO ZAJMUJĄCEJ SIĘ WYDOBYCIEM URANU

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.PSE.PL/HOME](https://www.pse.pl/home)

Co więcej, na rynku uranu w nadchodzących latach spodziewany jest także potężny deficyt, ponieważ jego wydobycie systematycznie spada, gdyż przez wiele ostatnich lat nie inwestowano w nowe kopalnie, a obecnie popyt na ten surowiec energetyczny na całym świecie ponownie systematycznie rośnie, co pokazano na Rys. 8, a fakt ten spowoduje zapewne jeszcze większe podbicie na światowych rynkach ceny rozważanego surowca.



RYŚ.8. PRZEWIDYWANY DEFICYT NA RYNKU URANU W NADCHODZĄCYCH LATACH

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/TOP10-WYDARZEN-2023-ROKU-Z-PERSPEKTYWY-INWESTORA-CZ-1.HTML](https://independenttrader.pl/top10-wydarzen-2023-roku-z-perspektywy-inwestora-cz-1.html)

W świetle powyższych rozważań nie jest wcale sprawą definitywnie przesądzoną, czy stawianie w naszym kraju właśnie na energetykę jądrową jest ze wszech miar słuszną decyzją, której konsekwencje będą przecież odczuwalne przez całe dziesiątki kolejnych lat. Jeśli w przyszłości ceny uranu na światowych rynkach znajdą się dostownie „w kosmosie”, to i tak, wybudowawszy wcześniej elektrownię atomową za co najmniej 150 miliardów złotych, horrendalne wręcz koszty zakupu paliwa trzeba będzie i tak ponieść, ponieważ cena tego paliwa nie gra już więcej roli w sytuacji, gdy uprzednio wydało się tak wiele na wybudowanie samej elektrowni – zrobiono to przecież nie po to, aby stała ona teraz całkowicie bezużyteczna. Tyle że w takiej sytuacji opowiadania o tanim prądzie z polskiej elektrowni atomowej będzie można już na dobre między „bajki” włożyć (Rys. 9).



RYS.9. HUMORYSTYCZNA WERSJA HISTORII BUDOWY ELEKTROWNI ATOMOWEJ W POLSCE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/TOPI0-WYDARZEN-2023-ROKU-Z-PERSPEKTYWY-INWESTORA-CZ-1.HTML](https://independenttrader.pl/top10-wydarzen-2023-roku-z-perspektywy-inwestora-cz-1.html)

Tymczasem u nas postawiono właśnie na amerykańską firmę Westinghouse, która nam ostatecznie tej planowanej elektrowni w Lubiatowie-Kopalinie przecież nie wybuduje, ponieważ firma ta w ramach swej działalności nie zajmuje się wcale realizacją tego typu obiektów pod klucz. Od firmy Westinghouse zakupiliśmy jedynie nowoczesną technologię i stosowną dokumentację techniczną, a teraz dopiero musimy poszukać sobie kogoś, kto nam ją na podstawie rozważanej dokumentacji technicznej ostatecznie wybuduje i uruchomi, co nie jest sprawą w żadnym wypadku trywialną. Tymczasem w środkach masowego przekazu cała sprawa przedstawiana jest w ten sposób, jak gdyby budowa elektrowni atomowej w Polsce to była budowa jakiegoś powiatowego szpitala, domu kultury, przedszkola czy szkoły. Wystarczy tylko wspomnieć, że żadna krajowa firma budowlana nie posiada jakichkolwiek doświadczeń we wznoszeniu tego typu obiektów, a o konieczności odpowiedniego harmonogramowania prac i dogrania potrzebnych łańcuchów dostaw nawet nie wspominając.

Zresztą z budową elektrowni atomowych wcale nie lepiej jest w Europie, gdzie tego typu obiekty są w stanie wznosić jedynie Francja i Rosja. Wiele krajów europejskich nie posiada w ogóle elektrowni atomowych albo planuje w przyszłości ich całkowitą likwidację, ponieważ technologia ta stała się obecnie już piekielnie droga w związku z drastycznie podwyższonymi wymogami bezpieczeństwa po katastrofie w Fukushima. Jak wynika z Rys. 11, budową nowych elektrowni jądrowych zainteresowana jest

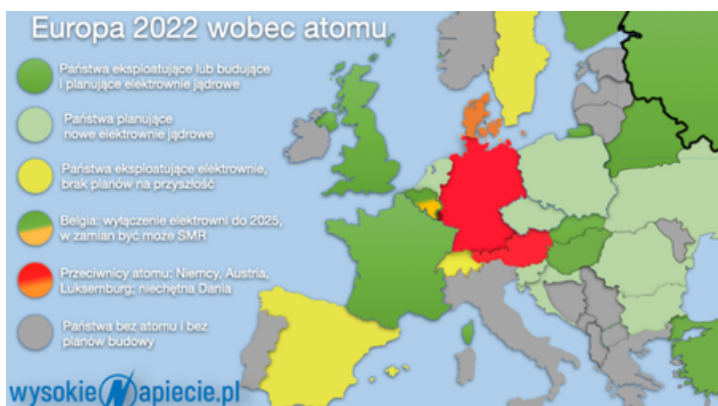


RYS.10. W CIĄGU OSTATNIICH TRZYDZIESTU LAT W USA ODDANO DO UŻYTKU TYLKO TRZY NOWE REAKTORY JĄDROWE, A WIĘKSZOŚĆ PROJEKTÓW JĄDROWYCH SKASOWANO BĄDŹ ZAWIESZONO NA CZAS NIEOKREŚLONY

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WYSOKIENAPIECIE.PL/34750-W-NADCHODZACYM-ROKU-POLSKA-WYBIERZE-ATOMOWEGO-PARTNERA-PRZYNAJMNIEJ-TAK-TWIERDZI-RZAD/](https://wysokienapiecie.pl/34750-w-nadchodzacy-m-roku-polska-wyberze-atomowego-partnera-przynajmniej-tak-twierdzi-rzadz)

wyłącznie Francja i Wielka Brytania, a także niektóre kraje Europy Środkowej i Wschodniej, przykładowo Czechy, Słowacja i Węgry planują rozbudowę posiadanych już elektrowni o nowe bloki jądrowe. Warto także wiedzieć, że budowa nowej elektrowni atomowej w Finlandii z nowoczesnymi francuskimi reaktorami EPR-1600 trwała ponad 18 lat, a tymczasem u nas nadal twierdzi się uparcie, że tego typu obiekt powstanie w Lubiatowie-Kopalinie już za około dekadę.

W tym miejscu należy koniecznie wspomnieć, że w samych Stanach Zjednoczonych energetyka jądrowa postrzegana jest jako technologia już wybitnie schyłkowa. Wystarczy spojrzeć tylko na Rys. 10, z którego wynika, że w ciągu ostatnich 30 lat oddano tam do użytku zaledwie trzy nowe reaktory jądrowe. Ponadto zdecydowaną większość planowanych budowli elektrowni atomowych ostatecznie anulowano, dwie z nich zawieszono na czas nieokreślony, a tylko kolejne dwie są jeszcze obecnie nadal kontynuowane.



RYS.10. STAN ROZWOJU ENERGETYKI JĄDROWEJ W EUROPIE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/TOPI0-WYDARZEN-2023-ROKU-Z-PERSPEKTYWY-INWESTORA-CZ-1.HTML](https://independenttrader.pl/top10-wydarzen-2023-roku-z-perspektywy-inwestora-cz-1.html)

## Rozwijanie technologii wodorowych

Technologie wodorowe to zapewne piękna idea, niestety jak zwykle diabeł tkwi tutaj w rozlicznych szczegółach dostępnych obecnie rozwiązań technicznych. Przykładowo na ulicach Krakowa pojawiły się już pierwsze autobusy miejskie linii 128 zasilane wodorem (w ogniwach paliwowych jest on zamieniany na energię elektryczną), jednak wodór ten, jak dotychczas, wytwarzany jest wyłącznie z gazu ziemnego. Można zatem postawić tutaj interesujące pytanie, czym w zasadzie taki autobus miejski zasilany wodorem różni się od autobusu miejskiego zasilanego gazem ziemnym? Wystarczy wspomnieć, że w Krakowie na linii 139 jeździły takie autobusy już w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. W jednym i drugim wypadku zużyciu podlegają ostatecznie węglowodory, co i tak skutkuje emisją dwutlenku węgla, z tym tylko, że zwykły autobus zasilany gazem ziemnym jest o wiele tańszy od jego wodorowego odpowiednika.

Jak już wspomniano, w jednym i w drugim przypadku używane są paliwa kopalne (węglowodory zawarte w gazie ziemnym), a przecież dodatkowy zysk z zastosowania tej technologii byłby dopiero wtedy, gdyby używany przez autobusy miejskie wodór pochodził wyłącznie z procesu elektrolizy wody, gdzie potrzebna do tego energia elektryczna wytwarzana byłaby albo w instalacjach fotowoltaicznych, albo przez siłownie wiatrowe. Jednak występującym tutaj poważnym problemem jest relatywnie niska sprawność stosowanych obecnie elektrolizerów (zaledwie około 50%), a także problematyczne jest magazynowanie wyprodukowanego w elektrolizerach wodoru i jego późniejszy transport do punktów odbioru. Niewątpliwie rozwój technologii wodorowych wymaga jeszcze wielu dalszych badań i w żadnym wypadku nie jest rzeczą możliwą, aby technologie wodorowe były w stanie uratować nas przed nadchodzącym krachem w sektorze elektroenergetyki, który nieubłaganie zawita do naszych drzwi dosłownie już za kilka lat.

## Podsumowanie

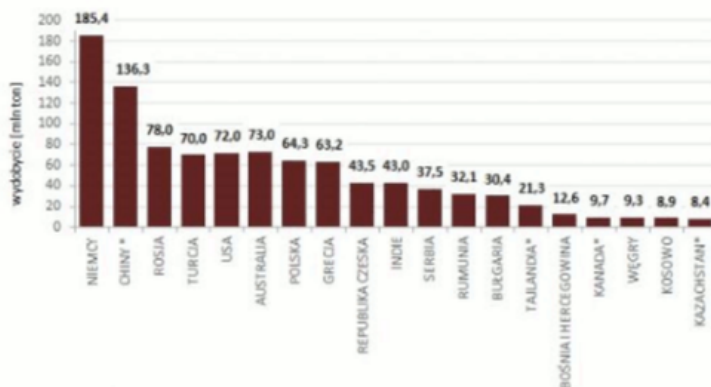
Jak wykazano w poprzednich punktach niniejszego artykułu, żadne z proponowanych uprzednio działań nie jest w stanie skutecznie zapobiec nadciągającej w sposób nieuchronny straszliwej katastrofie w polskiej elektroenergetyce, która to katastrofa, jak już uprzednio wspomniano, pogrąży w totalnym chaosie gospodarkę całego kraju, a stać się to może dosłownie już za kilka najbliższych lat, gdy wybudowane w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku bloki energetyczne o mocy 200 MW zostaną finalnie odstawione z ruchu oraz rozpocznie się równocześnie proces likwidacji elektrowni w Bełchatowie i być może również analogicznej elektrowni w Turowie.

Z pewnością czytelnikowi nasuwa się w tym momencie niezwykle istotne pytanie, czy zostało nam jeszcze dostatecznie wiele czasu, żeby można było ewentualnie coś z tym zrobić? Niestety czasu jest pod każdym względem bardzo niewiele, ale można byłoby spróbować, go jeszcze trochę „kupić”, poprzez przedłużenie, o ile jest to jeszcze w ogóle technicznie możliwe, agonii starych wybudowanych w epoce Edwarda Gierka bloków węglowych o mocy 200 MW, nawet w sytuacji, gdyby Polska miała z tego tytułu płacić potężne kary finansowe. Oczywiście, praca tych bloków jest obecnie całkowicie nieekonomiczna, ale przynajmniej uniknęlibyśmy przez kilka lat przymusowych wyłączeń energii elektrycznej na znacznych obszarach naszego kraju.

Należy zdać sobie sprawę, że pojawianie się podczas szczytu wieczornego w krajowym systemie elektroenergetycznym deficytu mocy na poziomie 5 GW musi pociągnąć za sobą konieczność wyłączenia Krakowa, Wrocławia, Poznania, Łodzi i co najmniej połowy Warszawy, aby możliwe było uzyskanie stanu zbilansowania mocy w systemie elektroenergetycznym. Taki czarny scenariusz grozi nam już w najbliższej przyszłości. Należy zatem eksploatować „zabytkowe” polskie elektrownie węglowe tak długo, jak jest to tylko z technicznego punktu widzenia jeszcze możliwe. To pozwoli „kupić” nieco cennego czasu, który wciąż nam nieubłaganie ucieka.

Jednocześnie należy porzucić szkodliwe mrzonki i utopijne wizje, które ostatecznie są źródłem całego omawianego zła, że w polskich warunkach możliwe jest całkowite odejście od węgla. Tego na obecnym etapie rozwoju techniki zrobić się po prostu nie da. Należy w związku z tym anulować plany likwidacji największej polskiej elektrowni na węgiel brunatny w Bełchatowie. Jednocześnie należy bezzwłocznie przystąpić do wymiany wysłużonych bloków energetycznych tej elektrowni o mocy 360 MW i o sprawności netto wynoszącej około 32% na nowoczesne bloki nadkrytyczne, których sprawność netto sięga już wartości 46%. Moc elektrowni w Bełchatowie po wymianie wszystkich jej bloków na nowoczesne bloki nadkrytyczne powinna wrosnąć do wartości przynajmniej 8 GW. Tak istotne zwiększenie sprawności netto jej bloków spowodowałoby jednocześnie, że spalając w zasadzie tę samą ilość węgla brunatnego jak poprzednio i w przypadku pracy tej elektrowni z pełną jej mocą, mielibyśmy przynajmniej 2,5 GW mocy elektrycznej całkowicie gratis, a jest to mniej więcej tyle, ile miałyby w przyszłości generować planowana w Lubiatowie-Kopalnie pierwsza polska elektrownia atomowa.

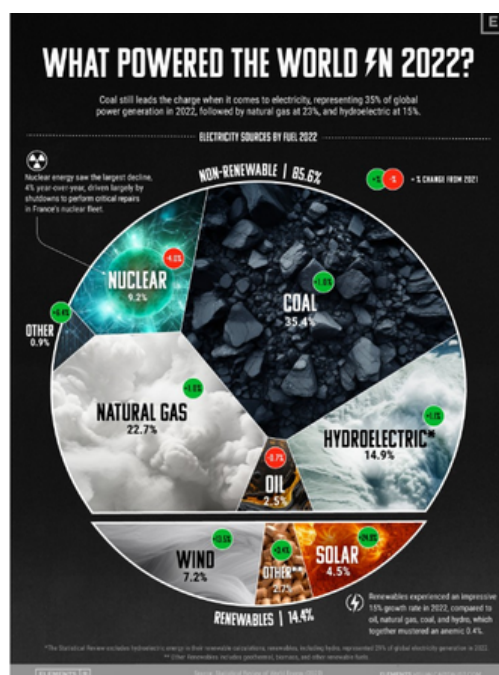
Reasumując, zamiast budować elektrownię atomową w Lubiatowie-Kopalnie za ponad 150 miliardów złotych, za o wiele mniejszą kwotę można byłoby wymienić wszystkie bloki energetyczne elektrowni w Bełchatowie na nowoczesne bloki nadkrytyczne i wówczas energię, która potencjalnie byłaby produkowana w tej elektrowni jądrowej mieć w przyszłości właściwie całkowicie za darmo. Jednocześnie zwolennikom zupełnego odejścia polskiej elektroenergetyki od węgla warto jest przypomnieć kilka faktów. Tutaj podane liczby mówią wprost same za siebie.



RYS.12. WYDOBYCIE WĘGLA BRUNATNEGO NA ŚWIECIE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/TOPI0-WYDARZEN-2023-ROKU-Z-PERSPEKTYWY-INWESTORA-CZ-1.HTML](https://independenttrader.pl/top10-wydarzen-2023-roku-z-perspektywy-inwestora-cz-1.html)

Nie jest także prawdą, że świat w jakikolwiek sposób trwale odchodzi już od węgla – wręcz przeciwnie. Na Rys. 13 pokazano udział poszczególnych źródeł w światowej produkcji energii elektrycznej. Jak widać, pozycja węgla jest tam nadal dominująca. Wystarczy tylko wspomnieć, że w 2023 roku w Chinach oddano do użytku 47 GW mocy w nowo wybudowanych blokach węglowych. Ponadto średnio co cztery dni jest tam wydawane nowe pozwolenie na budowę tego rodzaju bloku energetycznego, a na etapie realizacji znajdują się w Państwie Środka obecnie bloki węglowe o łącznej mocy 130 GW. Podobnie zresztą postępują szybko rozwijające się obecnie Indie, które realizują projekt budowy bloków węglowych o łącznej mocy przekraczającej 20 GW. Również bloki węglowe o łącznej mocy kilkunastu gigawatów powstają na terytorium prężnie rozwijającej się Indonezji.

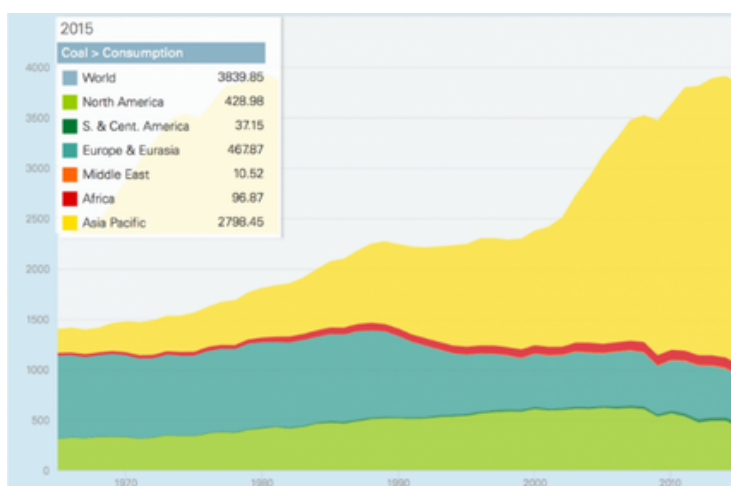


RYS.13. UDZIAŁ POSZCZEGÓLNYCH ŹRÓDEŁ W PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA ŚWIECIE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/TOPI0-WYDARZEN-2023-ROKU-Z-PERSPEKTYWY-INWESTORA-CZ-1.HTML](https://independenttrader.pl/top10-wydarzen-2023-roku-z-perspektywy-inwestora-cz-1.html)

Z kolei na Rys. 14 pokazano, w jakim tempie rośnie wydobywanie węgla na świecie, i tutaj liderem są kraje z regionu południowo-wschodniej Azji i Pacyfiku, które stawiają na szybki wzrost gospodarczy i nie przejmują się w najmniejszym stopniu ideologią związaną z wpływem antropogenicznej emisji dwutlenku węgla na temperaturę ziemskiej atmosfery.

Na Rys. 12 przedstawiono wykres ukazujący poziom wydobywania węgla brunatnego w różnych krajach na świecie. Jak widać, światowym liderem wydobywania węgla brunatnego są „ultraekologiczni” Niemcy, które konsumują go prawie trzy razy tyle, co piętnowana na każdym kroku Polska. Ostatnio w prasie została podana również informacja, że w Niemczech masowo wycinane są lasy, a także rozbierane są nawet postawione całkiem niedawno farmy wiatrowe, aby można było w ten sposób dostać się do znajdujących się pod nimi pokładów węgla brunatnego. Tymczasem to właśnie Polska jest przedstawiana w mediach jako największy emitent dwutlenku węgla w Europie, w związku z czym została zobowiązana w perspektywie najbliższych lat do likwidacji elektrowni w Bełchatowie i być może również i analogicznej elektrowni na węgiel brunatny w Turowie.



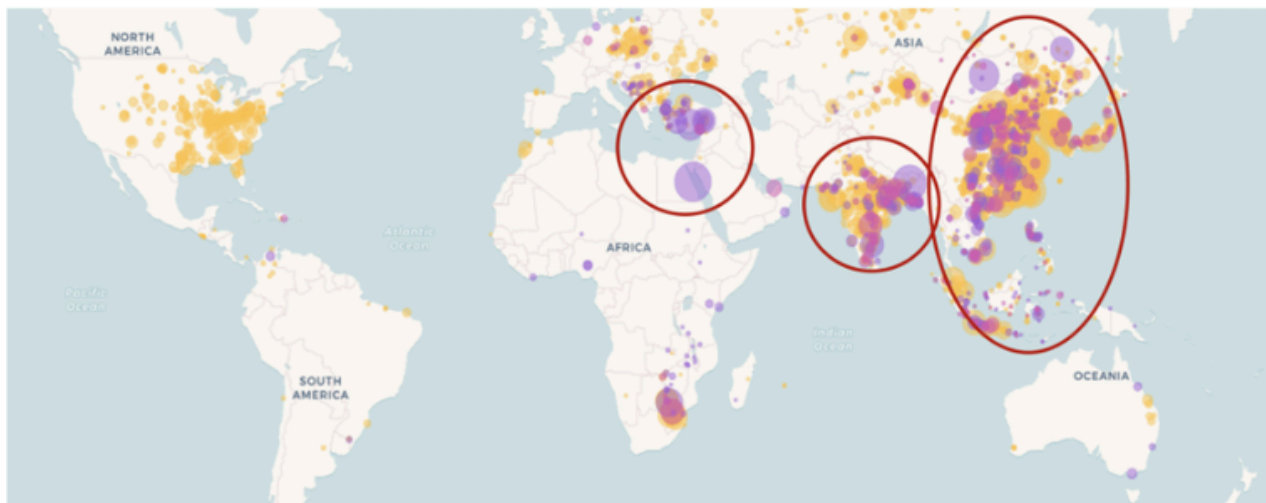
RYS.14. WYKRES UKAZUJĄCY WZROST KONSUMPCJI WĘGLA NA ŚWIECIE NA PRZESTRZENI KILKU OSTATNICH DEKAD

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/TOPI0-WYDARZEN-2023-ROKU-Z-PERSPEKTYWY-INWESTORA-CZ-1.HTML](https://independenttrader.pl/top10-wydarzen-2023-roku-z-perspektywy-inwestora-cz-1.html)

(...) W 2023 ROKU W CHINACH ODDANO DO UŻYTKU 47 GW MOCY W NOWO WYBUDOWANYCH BŁOKACH WĘGLOWYCH



Jak już wspomiano, świat wcale nie odchodzi od węgla – wręcz przeciwnie, planowane są w tym obszarze wręcz gigantyczne inwestycje związane z budową licznych nowych kopalń. Wyróżniają się tutaj zwłaszcza trzy obszary świata: rejon Bliskiego Wschodu, rejon Indii oraz rejon Chin i Azji Południowo-Wschodniej. Budowę nowych kopalń węgla planuje się także w południowej Afryce oraz w Australii i Ameryce Łacińskiej, co pokazano na Rys. 15.



RYS.15. GEOGRAFICZNE ROZMIESZCZENIE DZIAŁAJĄCYCH, BUDOWANYCH I PLANOWANYCH KOPALŃ WĘGLA

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/TOPI0-WYDARZEN-2023-ROKU-Z-PERSPEKTYWY-INWESTORA-CZ-1.HTML](https://independenttrader.pl/top10-wydarzen-2023-roku-z-perspektywy-inwestora-cz-1.html)

Udział Unii Europejskiej w światowej emisji dwutlenku węgla wynosi zaledwie około 7%. Jeśli ilość ta zostanie zredukowana o połowę, to i tak globalny efekt będzie niezauważalny. Ponadto redukcja emisji rozważanego gazu w Unii Europejskiej, wywołana głównie ograniczeniami produkcji przemysłowej, spowoduje automatycznie jej wzrost w krajach takich jak chociażby Chiny czy Indie, do których ta produkcja przemysłowa w końcu się przeniesie, bo przecież potrzebne na rynku towary trzeba w końcu gdzieś wyprodukować, a najlepiej jest to zrobić tam, gdzie jest możliwie najtańsza energia.

Ponadto, wzięwszy pod uwagę, że koszt zainstalowania jednostki mocy w fotowoltaice jest w przybliżeniu równy kosztowi zainstalowania jednostki mocy w elektrowni ciepłej, to z prostego rachunku wynika, że zainstalowawszy w polskiej fotowoltaice do chwili obecnej już ponad 18 GW mocy wydano na to dokładnie tyle samo środków, za które można byłoby wybudować cztery duże elektrownie ciepłe o mocy porównywalnej z mocą elektrowni w Bełchatowie, ale w takim wypadku wszelkie problemy energetyczne naszego kraju mielibyśmy rozwiązane na co najmniej 30 kolejnych lat.

Tak się jednak z różnych powodów nie stało, a grube miliardy złotych poszły wyłącznie na rozwój fotowoltaiki i to głównie prosumenckiej, która obecnie daje zaledwie niecałe 7% udziału w polskim miksie energetycznym, a pracuje efektywnie w zasadzie wyłącznie od marca do września i tylko wtedy, gdy Słońce świeci relatywnie wysoko na niebie. Jednak obecnie pojawia się w tym obszarze kolejne zagrożenie, ponieważ prawdopodobnie w nadchodzących latach równie zawrotne kwoty pieniędzy pójdą na budowę akumulatorowych magazynów energii, co w żaden sposób nie rozwiąże problemów polskiej elektroenergetyki w nadchodzących latach.

Zresztą cała ta dyskusja o wpływie antropogenicznej emisji dwutlenku węgla na wzrost temperatury na Ziemi nie ma większego sensu, ponieważ gaz ten jest odpowiedzialny jedynie za około 4% występującego na naszej planecie efektu cieplarnianego (za około 95% odpowiada para wodna, bez której temperatury występujące na Ziemi byłyby o kilkadziesiąt stopni niższe niż obecnie). Dodatkowo należy uwzględnić, że zdolność absorpcji promieniowania podczerwonego przez dwutlenek węgla wyraża się następującym wzorem:

$$A = C + D \ln(m) + K(p) \quad (2)$$

Gdzie: (C), (D) i (K) to pewne stałe fizyczne wyznaczone empirycznie, (m) to masa dwutlenku węgla w atmosferze, a (p) to ciśnienie atmosferyczne [4].

Ponieważ zdolność do absorpcji promieniowania podczerwonego (A) przez dwutlenek węgla rośnie proporcjonalnie do logarytmu jego stężenia w atmosferze, to jest rzeczą oczywistą, że o żadnej katastrofie klimatycznej w ogóle nie może być mowy. Funkcja logarymiczna jest funkcją silnie spłaszczoną i przyrost zdolności absorpcyjnych dwutlenku węgla zawartego w atmosferze ziemskiej o każde kolejne  $\Delta A$  wymagałyby podwojenia jego koncentracji. Tymczasem roczny przyrost tej koncentracji szacowany jest zaledwie na około 2 p.p.m., czyli z obecnych 400 p.p.m. do 800 p.p.m. wzrośnie dopiero po około 200 latach. Jeśli wywoła to przyrost temperatury na Ziemi o  $\Delta t$ , to aby rozważana temperatura wzrosła o kolejne  $\Delta t$ , wówczas koncentracja ta musiałaby wynieść już 1600 p.p.m., na co trzeba byłoby czekać kolejne 400 lat, natomiast przyrost temperatury o kolejne  $\Delta t$  wymagałyby wzrostu koncentracji dwutlenku węgla aż do poziomu 3200 p.p.m., co nastąpiłoby dopiero po kolejnych 800 latach – jednak wcześniej prawdopodobnie wyczerpałyby się już całkowicie światowe zasoby surowców kopalnych. Jak widać, wbrew okrzykom wznoszonym przez tzw. „aktywistów klimatycznych” świat w perspektywie nadchodzących lat w żadnym wypadku nie spłonie. Z kolei patrząc na stężenie dwutlenku węgla w atmosferze ziemskiej z perspektywy historycznej, to obecnie utrzymuje się ono ciągle na relatywnie niskim poziomie, a przykładowo w trzeciorzędzie wynosiło ono nawet ponad 1000 p.p.m., zatem do osiągnięcia jakichś katastrofalnych jego poziomów zapewne jest jeszcze bardzo daleko. Z drugiej strony, gdyby stężenie to spadło poniżej 150 p.p.m. to w ogóle ustałyby wszelkie procesy fotosyntezy i nastąpiłaby w związku z tym śmierć roślin zielonych [7].

Warto także przypomnieć, że pierwiastek węgiel jest głównym budulcem organizmów żywych i w związku z tym krążenie tego pierwiastka w przyrodzie ocenia się na około 200 miliardów ton, co przekłada się bezpośrednio na około 800 miliardów ton dwutlenku węgla. Tymczasem antropogeniczna emisja rozważanego gazu oceniana jest na około 37 miliardów ton, co stanowi zaledwie niecałe 5% jego emisji naturalnej. Jak zatem tak w sumie niewielki wkład emisji antropogenicznej może rzekomo już w najbliższym czasie doprowadzić do jakiejś katastrofy klimatycznej?

## Bibliografia:

- Handzel Z., Gajer M., Energetyka wiatrowa jako główna konkurencja dla fotowoltaiki i wynikające stąd problemy związane z koniecznością zbilansowania mocy w systemie elektroenergetycznym, Zeszyty Naukowe WSEI, nr 19.
- Handzel Z., Gajer M., Jak wiele dodatkowej mocy można jeszcze zainstalować w polskiej fotowoltaice, Zeszyty Naukowe WSEI, nr 19.
- Handzel Z., Gajer M., O pilnej potrzebie budowy w Polsce kolejnych elektrowni szczytowo-pompowych pełniących rolę magazynów energii, Zeszyty Naukowe WSEI, nr 18.
- Kubicki J., Kopczyński K., Młyńczak J., Wpływ stężenia CO<sub>2</sub> w atmosferze na proces absorpcji promieniowania termicznego, Biuletyn WAT, Vol. LXIX, Nr 3, 2020.
- Kowalczak P., Zmiany Klimatu – polityka – ideologia – nauka – fakty, Wydawnictwo Veritatis Splendor, Warszawa 2024.
- Zadrożniak M., Kompendium wiedzy o elektrowniach wiatrowych, słonecznych, węglowych i atomowych, Wydawnictwo Biblioteka Wolności, Warszawa 2023.
- Wohlleben P., Sekretne życie drzew, Wydawnictwo Otwarte, Kraków 2021.
- Machowski J., Lubośny Z., Stabilność systemu elektroenergetycznego, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018.
- Laudyn D., Pawlik M., Strzelczyk F., Elektrownie, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000.