

ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ WAŻNE PYTANIA A DZIWNE ODPOWIEDZI

Leszek S. CZARNECKI, Life Fellow IEEE

Przedmiotem artykułu jest nieco krytyczne zestawienie różnych opinii pojawiających się w przestrzeni publicznej w dyskusji na temat, z jakich źródeł winno się czerpać energię elektryczną, potrzebą do normalnego funkcjonowania naszej technicznej cywilizacji. Nie będąc w przedmiocie artykułu ekspertem, autor nie przedstawia własnych opinii, lecz raczej wyraża rodzaj pewnego zadziwienia różnymi na ten temat powszechnymi poglądami i ich genezą.

SOURCES OF ELECTRIC ENERGY

IMPORTANT QUESTIONS AND STRANGE ANSWERS

The paper compiles, in a critical manner, various opinions that occur in the public domain in a debate on what sources should be used for production of electric energy, which is needed for normal operation of our technological civilization. The author does not express his own opinions in this matter but rather a form of amazement with some common views and their genesis.

1. WPROWADZENIE

Autor niniejszego artykułu nie jest specjalistą w kwestiach technicznych oraz ekonomiczno-ekologicznych aspektów wytwarzania energii elektrycznej. Specjalizuje się on w opisie zjawisk towarzyszących przesyłowi energii elektrycznej oraz poprawie skuteczności tego przesyłu poprzez kompensację. Stworzona przez niego teoria mocy obwodów elektrycznych, oparta na koncepcji Składowych Fizycznych Prądu (Currents' Physical Components- CPC) jest obecnie najbardziej uniwersalną platformą opisu zjawisk energetycznych w obwodach elektrycznych i podstaw kompensacji.

Pracując nad teorią mocy obwodów elektrycznych, z uwagi na pewną naukową bliskość obu zagadnień, autor tego artykułu obserwował, z pewnego dystansu, dyskusje na temat ekonomiczno-ekologicznych aspektów wytwarzania energii elektrycznej. Niniejszy artykuł jest refleksją nad tymi obserwacjami. Był on przedstawiony jako referat inauguracyjny [1] *4th International Conference on New Energy and Future Energy Systems*, Macau, China, 2019. Ponieważ autor nie jest specjalistą w przedmiocie tego artykułu, jest on raczej esejem niż artykułem naukowym.

Dorośli człowiek potrzebuje dziennie, w formie pożywienia, około 2000 kcal energii. Jest to energia niezbędna do utrzymania temperatury wewnętrznej ciała, poprzez spalanie zawartego w pożywieniu węgla, na poziomie ok. 37°C, w sytuacji ciągłego odpływu energii cieplnej do otoczenia, mającego zwykle temperaturę około 20°C. Nawet przy długotrwałym wysiłku, człowiek zużywa tylko bardzo drobną część energii uzyskanej z pożywienia. Na przykład, dwugodzinne ćwiczenie w tzw. siłowni zużywa około 200 kcal energii, to tyle, ile jest mniej więcej w małej butelce CocaColi.

Moc mechaniczna człowieka, traktowanego jako maszyna, nie jest wysoka. Na przykład, wchodząc na schody, zależnie od prędkości, człowiek pracuje z mocą od 50 do 150 W. W zwykłych domowych czy biurowych czynnościach moc ludzi jest rzędu pojedynczych watów.

Jest to moc zbyt mała, aby dostarczyć człowiekowi wszystkiego tego, co jest mu potrzebne do życia: pokarmu, odzieży, domu z jego wyposażeniem, dróg, miast, samochodu i benzyny. Współczesnym kluczem do realizacji tych potrzeb jest energia elektryczna. Dla przykładu, w Stanach Zjednoczonych elektrownie pracują w przybliżeniu z mocą około 2800 W/mieszkańca. Niewielka jednak część tej mocy, tylko kilkanaście procent, służy mieszkańcom bezpośrednio. Dominująca jej część służy produkcji stali, aluminium, cementu, chemikalii i tworzyw sztucznych, benzyny, nawozów, samochodów, samolotów czy okrętów. Energia elektryczna pobierana przez pojedynczy wielkiej mocy piec łukowy do produkcji stali jest porównywalna z energią pobieraną przez milionowe miasto.

Jest tylko kilka źródeł, z których można pozyskiwać energię elektryczną na skalę przemysłową: kopaliny, jak węgiel, ropa naftowa czy gaz, energia kinetyczna lub potencjalna wody, energia wiązań jądrowych, ciepło ziemi, wiatr, czy promieniowanie słoneczne. Poszczególne państwa mogą mieć odmienną dostępność do pewnych, z tych pierwotnych źródeł energii, co skutkuje w cenach energii elektrycznej w tych krajach. Na jej cenę wpływa też coraz mocniej świadomość skutków ekologicznych pozyskiwania tej energii.

Pozyskiwanie energii elektrycznej na skalę przemysłową wymaga olbrzymich nakładów inwestycyjnych, możliwych tylko dla wielkich firm, a czasami nawet tylko dla rządów. Inwestycje trwają niekiedy dziesiątki lat. Sprzyja to powstawaniu monopolu, które eliminują mechanizmy rynkowe, dyktując ceny energii elektrycznej. Składnik ekologiczny ceny energii może być też celowo pomijany.

Koszty energii elektrycznej są zawarte niemal w każdym produkcie, w każdej usłudze. Nie ma zapewne innego składnika ceny we wszystkim, za co płacimy, może poza podatkami, jak cena energii elektrycznej. Dlatego pytanie, z jakich źródeł pozyskujemy energię elektryczną, za jaką cenę oraz jakie są tego skutki ekologiczne, jest bardzo ważnym pytaniem i ma podstawowe znaczenie dla budżetu każdego człowieka, dla każdego państwa. Niestety, odpowiedzi na to ważne pytanie bywają dziwne i zaskakujące. Poniżej jest zestawienie kilku takich odpowiedzi.

2. KATASTROFA W FUKUSHIMIE: WNIOSKI NIEMIEC I STANÓW ZJEDNOCZONYCH

Jest 11 marca 2011 r. 14-metrowa fala tsunami, wywołana trzęsieniem ziemi na Pacyfiku, przelewa się przez wały ochronne elektrowni jądrowej w Fukushima. Jednocześnie trzęsienie ziemi uszkadza sieć energetyczną zasilania awaryjnego systemu chłodzenia reaktorów. Topią się trzy, spośród sześciu, rdzeni reaktorów. Ekspodują zbiorniki z wodorem, niszcząc budynki. Reaktory są odsłonięte. Gwałtownie wzrasta promieniowanie radioaktywne. Trzeba ewakuować przeszło 180 tys. mieszkańców z terenów w promieniu 20 km od elektrowni. Przez cały świat toczy się drugie tsunami: - tsunami lęku przed energetyką jądrową. Odżywa pamięć Czarnobyla. Rząd niemiecki, w oparciu o opinie ekspertów od energetyki, podejmuje decyzję wygaszania elektrowni jądrowych.

Decyzja brzemienista w skutki zarówno ekonomiczne jak i ekologiczne. Zastąpienie jednej tylko elektrowni jądrowej o mocy 1000 MW elektrownią spalinową, na ropę naftową, wymaga spalania rocznie około 13 milionów baryłek (159 litrów/baryłkę) ropy. Przy cenach w 2011r. jednej baryłki ropy naftowej na poziomie 100 dolarów, wygaszenie takiej jednej elektrowni jądrowej wymaga wydania 1.3 mld. dolarów rocznie na zakup ropy. Oznacza to także emisję w atmosferę 7,6 mln ton dwutlenku węgla, CO₂.

A jednocześnie, w kilka tygodni po katastrofie w Fukushima, Prezydent Stanów Zjednoczonych, Barak Obama, kilkakrotnie publicznie stwierdza, że według opinii jego ekspertów energetycznych, „energetyka jądrowa jest najbezpieczniejsza, najmniej oddziałuje na środowisko naturalne Ziemi, jest najtańsza w produkcji energii elektrycznej. W związku z tym, Stany Zjednoczone otwierają program budowy 31 nowych elektrowni jądrowych”.

Ponieważ nie ma podstaw to wniosku, że eksperci energetyczni w Niemczech i w Stanach Zjednoczonych są jakoś odmiennie zawodowo przygotowani do formułowania swoich ekspertyz, ich skrajna przeciwstawność co najmniej zadziwia. Może też budzić poważne wątpliwości, co do ich wiarygodności.

3. ENERGETYKA WIATROWA ZAMIAST JĄDROWEJ

Pracuję na Uniwersytecie Stanowym Luizjany, w Baton Rouge. Niedaleko, nad Mississippi, w River Bend, pracuje elektrownia jądrowa. Po inicjatywie jądrowej Prezydenta Obamy, uznano, że reaktor w River Bend jest w stanie wyprodukować parę zdolną napędzać turbinę generatora o mocy 1500 MW, no i po kilku latach elektrownia pracuje z taką właśnie mocą 1500 MW. No tak, ale elektrownia jest jądrowa, a pamięć Fukushimy ciągle świeża. Są opinie, że byłoby i bezpieczniejsze i ekologiczniejsze, gdyby to była elektrownia wiatrowa. Nic więc dziwnego, że opinie takie mają wielu zwolenników. Także wśród studentów i kolegów profesorów.

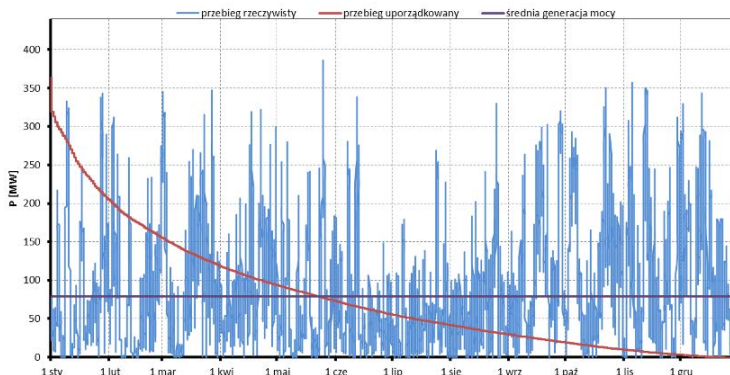
Moc 1500 MW elektrowni w River Bend jest równoważna mocy zainstalowanej 500 turbin 3MW każda, wymagających wież o wysokości około 110m. Niestety, jest to tylko moc zainstalowana a nie moc faktyczna farmy. Jak wynika z pomiarów Prof. Lubońskiego z Politechniki Gdańskiej, moc wybranych 11 polskich farm wiatrowych o mocy zainstalowanej 455,5 MW zmienia się w ciągu roku, tak jak to pokazuje Rys. 1.

Linia czerwona na tym wykresie przedstawia średnią uporządkowaną mocy, to jest całkowity czas w ciągu roku, w którym farmy pracują z określoną mocą. Linia czarna przedstawia roczną średnią mocy. Wynosi ona 78.8 MW. Tak więc, przyjmując, że siła wiatrów w Luizjanie jest podobna do siły wiatrów w Polsce, aby w skali rocznej farma wiatrowa produkowała taką samą energię jak elektrownia jądrowa w River Bend, liczbę turbin wiatrowych trzeba by zwiększyć do

$$N = 500 \times 455,5 / 78,8 = 2890 \text{ turbin.}$$

Jeśli zdamy sobie sprawę z tego, jak wiele zasobów Ziemi, energii elektrycznej czy wody trzeba zużyć na wytworzenie stali, aluminium, cementu i prawie 3000 generatorów potrzebnych dla takiej farmy, a do tego trzeba jeszcze konkretnego kawałka tej Ziemi na taką farmę, to trudno uwierzyć w to, że zastąpienie elektrowni w River Bend taką farmą wiatrową chroni środowisko naturalne. Trzeba sobie zdać sprawę także z tego, że elektrownie

jądrowe buduje się na 80-cio letni okres pracy, podczas gdy farmy wiatrowe tylko na 20-30 lat.



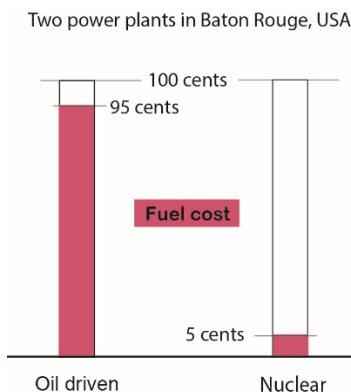
Rys. 1. Roczna zmienność mocy, wg. Prof. Lubośnego, 11 polskich farm wiatrowych o mocy zainstalowanej 455,5 MW.
 Fig. 1. Annual variation of the power, according to Prof. Lubośny, of 11 Polish wind farms with installed power of 455.5 MW.

Ale jeśli już nawet zbudujemy taką farmę z 2890-cioma turbinami wiatrowymi, to z Rys. 1 wynika, że i tak przez przeszło siedem miesięcy w roku nie dostarcza ona potrzebnej energii no i trzeba mieć, w rozsądnej odległości, inną elektrownię o wystarczającej i kontrolowanej mocy. Tak więc, składając to wszystko, trudno mi dzielić entuzjazm moich studentów dla wymiany energetyki jądrowej przez wiatrową. Jakoś ochrony środowiska w takiej wymianie nie widać. Przeciwnie, jeśli wierzyć wynikom pewnych badań, to budowa farmy wiatrowych zużywa 30 razy więcej zasobów Ziemi niż budowa elektrowni jądrowej o takiej samej mocy.

Jeśli jednak argumenty ekologiczne nie są w tej materii zbyt przekonujące, to może trzeba się pozbyć energetyki jądrowej z powodu zagrożeń dla naszego życia i zdrowia?

4. ZAGROŻENIA DLA ŻYCIA I ZDROWIA

Biorę studentów na wycieczkę do elektrowni Baton Rouge, napędzanej ropą naftową. Główny Inżynier elektrowni rysuje na tablicy dwa słupki, pokazane na Rys. 2, i mówi: „W 100 centach rachunku za produkowaną u nas energię elektryczną, koszt ropy wynosi 95 centów. Inwestycje, utrzymanie elektrowni w ruchu i zyski to tylko 5% rachunku. Ci z elektrowni jądrowej w River Bend mają się znacznie lepiej. Oni za paliwo płacą tylko 5 centów”.



Rys. 2. Koszty paliwa elektrowni napędzanej ropą naftową i elektrowni jądrowej.
 Fig. 2. Fuel cost of gas- and nuclear- driven power plants.

Nie zajmując się nawet, tak jak ja, energetyką, można zacząć podejrzewać, że pozostałe 95 centów w rachunku za energię z River Band są sztucznie dodane tak, aby rachunki z obu elektrowni były takie same, inaczej nikt nie kupi droższej energii z elektrowni napędzanej ropą, no elektrownia zbankrutuje. W Stanach Zjednoczonych tylko 14% energii pochodzi z elektrowni jądrowych. Można więc przypuszczać, że w różnych komitetach technicznych, ustalających standardy bezpieczeństwa w energetyce, nie więcej niż 14% reprezentuje energetykę jądrową. Łatwo więc wymusić taki poziom standardów i testów, a zatem i liczbę pracowników, tak aby energia produkowana w elektrowni jądrowej nie była tańsza od tej produkowanej w innych elektrowniach.

Przy tak niskiej cenie paliwa, konkurent jest jednak potencjalnym zagrożeniem. Ma na szczęście słabą stronę. Wszyscy wiedzą jak groźna dla każdego z nas jest energia jądrowa. Wszyscy pamiętają Hiroshimę i Nagasaki. Katastrofa naturalna, błąd techniczny, wojna, czy terrorysta może zmienić każdą jądrową elektrownię w bombę atomową. Odpady radioaktywne są nie do schowania. Jeśli nie za 1000 lat, to za milion na pewno się wydostaną. Tajemnicze, niewidoczne, i śmiertelne promieniowanie, przed którym nie ma schronienia, zastępuje w wyobraźni milionów miejsce pocziwych upiórów i strzyg. Polityk, który nie jest świadom tego zagrożenia i nieopatrznie powie dobre słowo o energetyce jądrowej, kończy z polityką. Wyborcy mu tego nie wybaczą. Przepada w każdych wyborach. W początku lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku przerywa się w Stanach Zjednoczonych budowę kilkudziesięciu nowych elektrowni jądrowych. Konkurent przestaje być zagrożeniem.

Czy jednak na pewno to tradycyjna energetyka jest głównym wrogiem jądrowej? Czy się nie mylę? Przeglądam stare materiały American Power Conference z 1975r. Referat inauguracyjny Prezydenta największej kompanii energetycznej w Stanach, The Edison Power Company. W dramatycznych słowach mówi, że przerwanie programu rozwoju energetyki jądrowej jest katastrofą narodową. Stany nie mają dostatecznych zasobów ropy naftowej i gazu potrzebnych do napędu elektrowni mogących zastąpić elektrownie jądrowe. Muszą importować ogromne ilości paliw. Tracą niezależność energetyczną. Tracą olbrzymie pieniądze.

Moje przypuszczenia okazują się więc błędne. Lecz jeśli nie tradycyjnej energetyce, to komu mogło zależeć na tym, aby wyeliminować energetykę jądrową? Odpowiedź narzuca się sama: krajom, które mając wielkie zasoby ropy i gazu, żyją z ich sprzedaży. Eliminacja energetyki jądrowej, to wzrost zapotrzebowania na paliwa energetyczne a zatem wzrost ich ceny rynkowej. Jakie to mogły być kraje? Iran? Arabia Saudyjska? Libia? Nigeria?..... Tak, siedzą one na ropie naftowej, ale tu trzeba jeszcze mieć aparat propagandowy zdolny do zmanipulowania wyborców w obcym kraju.

Pozostaje jeszcze Związek Socjalistycznych Republik Radzieckich-ZSRR. Ze stale tonącą gospodarką, z nienasyconym przemysłem zbrojeniowym, może mieć w latach 60-tych ubiegłego wieku trochę pieniędzy tylko ze sprzedaży minerałów oraz ropy i gazu z niewyczerpywalnych niemal pokładów pod stopami Kazachstanu. Ma także potężny aparat propagandowy: Green Peace. Jako uczeń szkoły średniej podpisywałem, wraz z milionami innych dzieci, apele Green Peace'u o zaprzestanie amerykańskich prób nuklearnych. Oglądałem w TV statki pod flagami Green Peacu, starające się blokować testy nuklearne na atolu Bikini. Ponieważ nie było podobnego blokowania testów na Nowej Ziemi, można się łatwo domyślać, gdzie Green Peace miał zlokalizowane Centrum Dowodzenia. Ale nie tylko (amerykańska) obrona nuklearna była obiektem oburzenia Green Peacu. Także energetyka jądrowa. W filmie Chiński Syndrom, z Jane Fonda, znaną z Green Peace'owych sympatii, w roli głównej, topiący się rdzeń nuklearny amerykańskiej elektrowni jądrowej, grozi przewierceniem Ziemi, aż do Chin. Ktokolwiek ten sugestywny film zobaczy, a żyje w państwie demokratycznym, ten już nie pozwoli na zbudowanie elektrowni jądrowej. W Rosji czy Chinach rząd nikogo o to nie pyta. Dlatego Chiny w bieżącej dekadzie mają zbudować 60 nowych elektrowni jądrowych. Rosja podjęła w 2003r. decyzję podwojenia do roku 2020r. posiadanej liczby (39-ciu) elektrowni jądrowych. Być może nawet, że Rosja buduje te elektrownie za olbrzymie pieniądze zarobione na Niemczech, sprzedając im ropę do elektrowni spalinowych, po tym jak zamknęli oni swoje elektrownie jądrowe, a potężne energochłonne procesy przemysłowe, takie jak produkcja stali, aluminium czy cementu, wytwarzanie chemikali, nawozów czy produkcja benzyny, nie mogą być zdane na to, czy słońko świeci lub wiatr akurat wieje...

Dla głównej tezy propagandowej ZSRR (na zewnątrz) o zagrożeniu, jakie niesie energetyka jądrowa, Charnobyl jest darem niebios. Już nikt nie może mieć wątpliwości. Podtopiona energetyka jądrowa Stanów Zjednoczonych już się nie podniesie. Zapotrzebowanie na ropę i gaz oraz ich ceny rosną. Jest to też potężne uderzenie w gospodarkę Stanów, i to wykonywane głosami Amerykanów, przy urnach wyborczych. Połowa energii elektrycznej (51%) musi być produkowana w elektrowniach węglowych, gdyż już każdy wie, jakie zagrożenia dla ludkości niesie ze sobą energetyka jądrowa.

O tym, że w kopalniach węgla kamiennego w Stanach, aby mieć węgiel, głównie dla elektrowni, ginie rocznie około 30 górników, czyli od lat siedemdziesiątych mogło być już 1500 ofiar, w debatach nad zagrożeniami związanymi z energetyką jądrową, raczej się nie mówi. Tymczasem, łączna moc elektrowni jądrowych w USA to około 120 000 MW i nie zginął w nich nawet jeden człowiek. Ale to one stwarzają zagrożenie dla człowieka i środowiska naturalnego. A co jeszcze z miliardami ton wyemitowanego przez elektrownie węglowe dwutlenku węgla, CO₂, milionami ton tlenków siarki i innych toksycznych gazów, milionami ton mikrocząsteczek inicjujących nowotwory?

Jest jeszcze jeden ważny aspekt właściwego wyboru pierwotnych źródeł energii. W sytuacji, gdy koszty pozyskiwania energii elektrycznej są tak ważnym składnikiem budżetu każdego państwa, decyzje o wybrze pierwotnych źródeł energii mogą bardzo mocno wpływać na ich wzbogacenie się lub ubożenie. Mogą też mieć

szersze znaczenie. Klimat Ziemi się ociepla. Wielkie obszary Afryki, Azji czy Australii pustynniję. Ziemi grozi katastrofa humanitarna i nie do powstrzymania migracje głodujących narodów. Tylko pozyskiwanie olbrzymich ilości wody dla takich pustynnijących obszarów, może te procesy opóźnić lub zahamować. Im tańsze będzie pozyskiwanie energii elektrycznej tym także łatwiej będzie pozyskiwać wodę.

Innymi słowy, na ochronę środowiska naturalnego i walkę ze skutkami ocieplenia stać będzie tylko państwa bogate. Państw biednych na ochronę tego środowiska nie stać. Przykładem jest Brazylia, niszcząca „Płuca Ziemi, - pozwalając, z powodu biedy, na wycinanie dżungli Amazonii. Dlatego pozyskiwanie energii elektrycznej w tani sposób, a takim jest właśnie energetyka nuklearna, tak aby utrzymywać zamożność narodów, jest jednym najważniejszych czynników sprzyjających ochronie środowiska naturalnego Ziemi.

5. ŹRÓDŁA ENERGII A KSZTAŁOWANIE NASZYCH O NICH OPINII

Nasze opinie o tym, z czego powinno się pozyskiwać energię elektryczną, są niekiedy, jak to pokazano powyżej, tak rozbieżne, że warto się na chwilę skupić nad próbą zrozumienia tych rozbieżności. Jednocześnie dotyczą one sprawy niezmiernie ważnej i dla ekonomii i dla środowiska naturalnego. Nie wydaje się, żeby te rozbieżności związane były z wykształceniem. Ludzie bardzo wykształceni, a nawet eksperci od zagadnień energetycznych różnią się niekiedy krańcowo w swoich, na ten temat, poglądach. Tym bardziej dotyczy to tych, którzy głębszej wiedzy na ten temat nie mają, to jest ilościowo dominujących części społeczeństw każdego kraju.

Szkoły kończymy otrzymując w procesie nauczania pewną wspólną o tym wiedzę, stopniowo różnicującą się dopiero wraz z naszym wiekiem. Po tradycyjnych sposobach przekazywania wiedzy przez rozmowę czy czytanie, radio, telewizja, a szczególnie internet są obecnie głównymi nośnikami informacji. Niestety, zwykle nie wiemy, kto się za źródłami tych informacji kryje. Agencje propagujące jakieś idee? Korporacje? Rządy jakichś państw? Partie polityczne? Organizacje religijne, czy antyreligijne? Osoby prywatne, niekiedy nawiedzone jakąś ideą? Otrzymujemy te informacje często w takiej formie, że nie sposób domyślić się od kogo one pochodzą. Nie mamy też zwykle możliwości sprawdzenia ich wiarygodności, oraz niestety, często nie odczuwamy takiej potrzeby. Jest to raczej normalne w przypadku przeciętnie wykształconych ludzi. Może też jednak dotyczyć osób wykształconych, a nawet naukowców.

Aby taka opinia nie była bezpodstawna i krzywdząca, wymaga ona od autora jakiegoś uzasadnienia. Jej uzasadnieniem może być wieloletnie doświadczenie autora w badaniach nad teorią mocy obwodów i systemów elektrycznych z przebiegami niesinusoidalnymi. Podważył on poprawność kilku teorii oraz definicji mocy [2-4], uznawanych latami przez duże grupy inżynierów i naukowców, a nawet zaakceptowane jako międzynarodowe standardy. Funkcjonowały one w elektrotechnice nie dlatego, że było bardzo trudno wykazać ich błędność, lecz jedynie dlatego, że nikt nie zadał sobie pytania, czy są one poprawne i nie włożył nieco trudu w to, aby ich błędność pokazać. Niestety, miewamy skłonność do powtarzania utartych schematów myślowych, szczególnie schematów powielanych w dużych grupach. Stwierdzenie „przecież wszyscy to wiedzą” bywa często używanym argumentem, nawet w dyskusjach naukowych. Zilustruję to dwoma przykładami.

Przed rokiem naukowcy NASA ogłosili na pierwszej stronie dziennika The New York Times wyniki pomiarów średniej temperatury Ziemi w ostatnim stuleciu, pokazanych na Rys. 3, opatrując je tytułem: „Skutki Aktywności Ludzkiej na Ocieplanie Klimatu”.

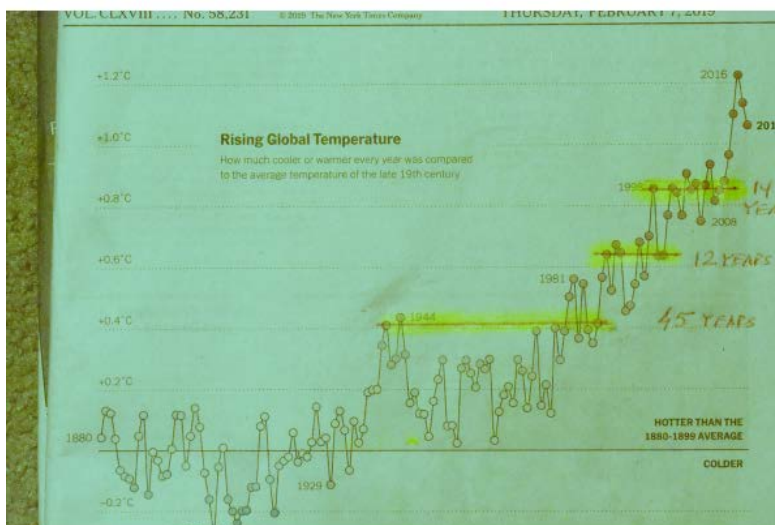
Ponieważ wytwarzanie energii elektrycznej jest jednym ze znaczących elementów ludzkiej obecnie działalności, jej wpływ na klimat pasuje do ram niniejszego artykułu. Biorąc pod uwagę to, że każdy punkt pomiarowy na Rys. 3, jest efektem uśredniania setek tysięcy a prawdopodobnie milionów indywidualnych odczytów dokonywanych dzień po dniu w ciągu roku, w punktach rozsianych po całej kuli ziemskiej, błąd statystyczny tych wyników może być niezmiernie mały, zatem wyniki te można uznać za bardzo wiarygodne.

Jeśli jednak Czytelnik wie, z całą pewnością, że to właśnie aktywność ludzka powoduje ocieplenie naszego globu, radziłbym Mu nie przyglądać się tym wynikom zbyt szczegółowo.

Jeśli jednak im się przyjrzymy, to zauważymy, że w roku 1986 średnia temperatura Ziemi była mniej więcej taka, jak 45 lat wcześniej, a ludzkość była już wtedy niezłe aktywna. Cóż szczególnego mogło się wydarzyć w tej aktywności w latach 1987-1988, co spowodowało wzrost tej temperatury o 0,2°C, lecz przez następne 12 lat przestało już na tę temperaturę wpływać? To samo powtarza się w latach 2000-2001, i znowu temperatura waha się wokół nowej średniej przez kolejne 14 lat. Może rzeczywiście aktywność ludzka powoduje ocieplenie Ziemi, jest jednak rzeczą wątpliwą, aby Rys. 3 był na to dowodem. Można by go raczej użyć do poparcia tezy wręcz przeciwnej. Wypadkowa aktywność wszystkich mieszkańców Ziemi nie zmienia się zapewne schodkowo.

Średnia temperatura powierzchni Ziemi zależy od wielu czynników, w tym od procesów termodynamicznych

na Słońcu, od procesów w magnetosferze, chroniącej Ziemię przed wysokoenergetycznym promieniowaniem kosmicznym, od procesów termodynamicznych wewnątrz Ziemi, czy od prądów oceanicznych, transportujących olbrzymie ilości ciepła do atmosfery i mas kontynentalnych.



Rys. 3. Zmiany średniej temperatury Ziemi wg. NASA.
Fig. 3. Variation of the Earth's average temperature according to NASA.

Procesy te oddziałują na temperaturę Ziemi. Dlatego próba powiązania średniej temperatury Ziemi z jednym tylko czynnikiem spośród wielu, mogącym mieć na nią wpływ, to jest tylko z ludzką aktywnością, ignorując inne, jest błędna metodologicznie. Niedostatecznie dużo wiemy jeszcze o termodynamice słońca, magnetosfery, jądra Ziemi czy prądach oceanicznych, aby ocenić ich wpływ na średnią temperaturę Ziemi. Zamiast wysuwania ryzykownych hipotez, trzeba się zwyczajnie przyznać do tego, że nie wiemy, na przykład, jak to, co się dzieje na Słońcu, wpływa na temperaturę Ziemi. Nie wiemy zresztą co tam się dzieje, a właśnie to Słońce jest pierwotnym źródłem energii dla Ziemi. Wiemy o 11-to letnim cyklu aktywności Słońca, odtwarzanym na Ziemi w intensywności i liczbie huraganów oraz mroźnych zim. Próbniki kosmiczne dopiero od niedawna dostarczają informacji przedtem niedostępnych, które niewiele mogą jeszcze powiedzieć o procesach wolnozmiennych na Słońcu, a zatem o wolnozmiennych procesach na Ziemi, w szczególności, wolnozmiennych średniej temperaturze Ziemi. W ostatnim, 0,5 mln lat trwającym przedziale czasu, okres zmienności średniej temperatury Ziemi w granicach około 11°C, wynosił w przybliżeniu 110 tys. lat.

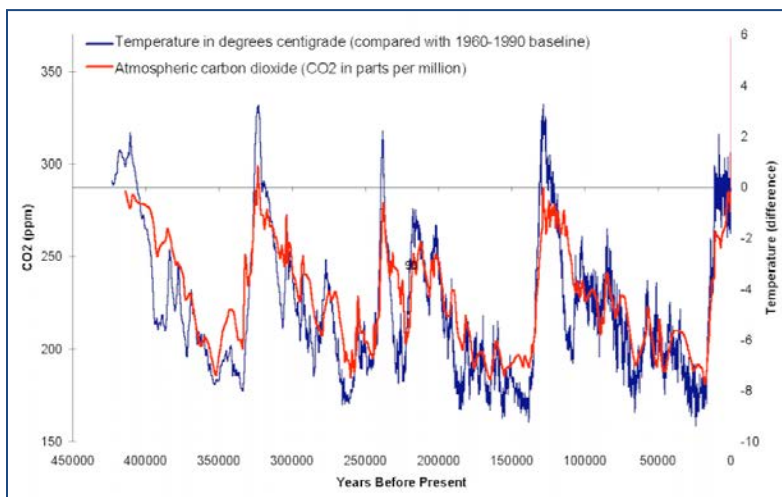
Powszechne przekonanie o naszym wpływie na temperaturę Ziemi może być jednak tylko przejawem ludzkiej pychy. Jesteśmy bez wątpienia w stanie zabetonować lądy, pokryć oceany plastikowymi odpadami, wytruć zwierzęta. To widać. Ale najmniejszy nawet huragan demaskuje tę naszą pychę. Nie jesteśmy w stanie go powstrzymać czy pokierować jego drogą. A co dopiero z prądami oceanicznymi, przenoszącymi miliony kilometrów sześciennych wody, która chłodzi lub ociepla powietrze i kontynenty? Moce potrzebne do zmiany temperatury Ziemi mogą być o wiele rzędów wyższe od tych, którymi dysponujemy, a które, niestety, wystarczają jedynie do dewastacji jego środowiska naturalnego.

Uczestnicząc przypadkowo w seminarium klimatycznym [5], widziałem wyniki badań, pokazane na Rys. 4, nad średnią temperaturą Ziemi (linia niebieska) i zawartością dwutlenku węgla, CO₂, w atmosferze (linia czerwona), w ostatnich 450 000 latach.

I znowu, Czytelnikowi, który wie z całą pewnością, że to dwutlenek węgla, poprzez efekt cieplarniany, powoduje ocieplenie klimatu, radziłbym rysunku tego także zbyt szczegółowo nie oglądać.

Przyglądając się bowiem tym wynikom widać, że są takie okresy, w których najpierw zmienia się zawartość CO₂, a z pewnym opóźnieniem, temperatura, tak jak z efektu cieplarnianego można tego oczekiwać. Ale są też takie okresy, i jest ich nawet więcej, w których najpierw zmienia się temperatura a dopiero potem ilość dwutlenku węgla. Nie sposób wywnioskować, co jest przyczyną, a co skutkiem zmian. Ma się wrażenie, że zarówno zmiany temperatury jak i zawartości dwutlenku węgla, są skutkami czegoś innego. Skutkami jakiegoś innego zjawiska. Czasami wcześniej obserwuje się zmiany zawartości dwutlenku węgla; czasami wcześniej zmienia się temperatura. Niestety, taki

wniosek podważałby powszechną wiedzę o wpływie dwutlenku węgla na ocieplanie Ziemi. Jest więc dylemat - co wybrać? Powszechnie akceptowalną wiedzę, czy też to, co pokazują pomiary na Rys. 4?



Rys. 4. Średnia temperatura Ziemi i zawartość dwutlenku węgla w atmosferze.
Fig. 4. The Earth's average temperature and atmospheric carbon dioxide.

Można na szczęście poradzić sobie z tym dylematem tak, jak to uczynili w dawnych czasach Uczeni w Księgach Mężowie, którzy odmówili zajrzenia w teleskop Galileusza, nakierowany na księżyc Jowisza, gdyż zgodnie z powszechnie uznaną wiedzą, księżyców tam być nie mogło. No i dylematu nie ma...

6. ZAKOŃCZENIE

Kończąc ten artykuł autor chce jeszcze raz podkreślić, że nie jest specjalistą od energetyki, a tym bardziej od problemów klimatycznych. Dlatego jedynie opisuje pewne opinie i obserwacje. Mając jednak ogólne doświadczenie naukowe, zadaje tylko pytania. Dziwią go też pewne, powszechnie uznawane odpowiedzi, lecz nie ma żadnych kwalifikacji dla prób udzielania na nie odpowiedzi własnych.

LITERATURA

- [1] L.S. Czarnecki, "On some controversies on future sources of the electric energy", Referat inauguracyjny na *4th International Conference on New Energy and Future Energy Systems, (NEFES 2019)*, Macau, China, 2019.
- [2] L.S. Czarnecki, "What is wrong with the Budeanu concept of reactive and distortion powers and why it should be abandoned," *IEEE Trans. Instr. Meas.*, Vol. IM-36, No. 3, pp. 834-837, 1987.
- [3] L.S. Czarnecki, "On some misinterpretations of the Instantaneous Reactive Power p-q Theory," *IEEE Trans. on Power Electronics*, Vol. 19, No. 3, pp. 828-836, 2004.
- [4] L.S. Czarnecki, "What is wrong with the Conservative Power Theory (CPT)", *Proc. of Int. Conf. on Applied and Theoretical Electr., ICATE*, Craiova, Romania, 2016.
- [5] T.R. Klinert, "Greenhouse Effect", Seminarium, Ushuaia, Antarktyda, 2019.

Autor: Prof. dr hab. inż. Leszek S. Czarnecki
IEEE Life Fellow
Distinguished Professor at the Electrical and Computer Engineering Department
Louisiana State University, Baton Rouge, USA
lsczar@cox.net. Internet Page: czarnecki.study