



Referat wygłoszony w dniu 18 października 2023r. na posiedzeniu Komisji Nauk Geologicznych PAN Oddział w Krakowie

Komisja Nauk Geologicznych
Oddział w Krakowie

Dr hab. Piotr Such¹ & Dr hab. Irena Matyasik²

Instytut Nafty i Gazu

Zakład Geologii i Geochemii

Kraków, ul Lubicz 25A

¹such@inig.pl ORCID: 0000-0002-7126-4623;

²matyasik@inig.pl ORCID: 0000-0003-3696-9772

Jak walczyliśmy z globalnym ociepleniem – fakty i mity – ślad węglowy

Lektura licznych ostatnio książek poświęconych tematyce globalnego ocieplenia oraz sposobom uniknięcia katastrofy klimatycznej oraz lektura licznych artykułów w prasie czy w Internecie, poświęconych tej tematyce, może każdego czytelnika doprowadzić do rozchwiania mentalnego połączonego z na przemian następującymi atakami apatii, depresji i agresji. Otóż autorzy tych (prawie wszystkich) wszystkich publikacji mają ewidentnie dobre chęci natomiast w znacznej części nie są w stanie ominąć raf i pułapek zastawianych przez rozliczne lobby promujące pseudoekologiczne rozwiązania czy przez polityków proponujących cudowne przepisy na osiągnięcie zielonego raj. Niektóre z organizacji lobbystycznych były na tyle skuteczne, że nawet organizacje ekologiczne zaczęły promować ich rozwiązania. Dopiero po wielu latach zorientowały się, że to co miało być ekologiczne, w rzeczywistości przyczynia się do pogłębienia kryzysu klimatycznego [3, 10, 12,].

Drugim elementem związanym, z walką z globalnym ociepleniem jest niechęć polityków do promowania niepopularnych (acz koniecznych) decyzji prowadzących np. do wzrost cen energii i innych produktów w zamian za ich ekologiczność. Koresponduje z tym efekt NIMBY (Not in My Back Yard – nie na moim podwórku) w społeczeństwach: elektrownia jądrowa - owszem ale nie u nas, reaktywacja kopalni metali rzadkich – owszem ale nie u nas itd. [12, 16].

Globalne ocieplenie przestało być, przynajmniej w Europie przedmiotem dyskusji czy jest czy go nie ma dla 99 procent ludzi zajmujących się klimatem. Kolejne raporty klimatologów są na tyle przekonujące, że sceptycy (wśród klimatologów) to już margines (choć chwilami bardzo hałaśliwy). Stworzono modele pozwalające symulować wpływ gazów cieplarnianych na klimat.

Nieco inaczej wygląda świadomość tzw. szerokich mas. Tu ilość sceptyków jest podobna do ilości antyszczepionkowców, co współgra z koncepcją, że jak ktoś wierzy w jedną teorię spiskową to prawdopodobnie wierzy we wszystkie. I będzie bardzo trudno przekonać tych ludzi którzy „wiedzą”, że żadnego ocieplenia nie ma, a mówią o tym ci którzy chcą nas przestraszyć czy na tym zarobić.

Ślad węglowy – co to jest.

Aby w sposób jednoznaczny określić o czym się mówi wprowadzimy następującą definicję śladu węglowego:

Ślad węglowy jest to ilość wszystkich emisji gazów cieplarnianych związana z daną dziedziną działalności człowieka.



Fig. 1. Planeta Ziemia – obiekt dla którego liczymy ślad węglowy (twojapogoda.pl)

I taka definicja będzie dalej stosowana. Ta prosta definicja jest bardzo niepopularna przez lobbystów, ponieważ w sposób zasadniczy zmienia wielkości związane z emisją w różnych dziedzinach. Do tej pory były dwa pojemne określenia przemysł i transport. To nic nie znaczy. Jeśli mówimy o jakiejś nowej ekologicznej technologii, to jej emisje należy liczyć od wydobycia potrzebnych surowców przez ich wytop, transport na każdym etapie wdrażania, aż do powstania gotowych obiektów. I wtedy się okaże jaka jest realna ekologiczność danej technologii. Ślad węglowy liczy się dla całej planety

Podstawową słabością programów europejskich jest to, że są europejskie [1, 20]. Europa (bez Rosji), to mniej niż jedna dziesiąta populacji świata. Efekt skali jest następujący. W najlepszych dla górnictwa węglowego czasach Europa spalała niecałe 500 mln ton węgla kamiennego i ok. 690 mln ton węgla brunatnego. Dzisiaj same Chiny spalają rocznie 2 mld 800 mln węgla, a za nimi podążają Indie i inne państwa rozwijające się [4, 13, 20]. I trudno do nich apelować by nie poprawiali swojego poziomu życia, choć oznacza to wzrost produkcji energii, mięsa, samochodów itd. Reasumując, nawet znaczne redukcje emisji w Europie (i nawet dodając tu USA) będą miały bardzo umiarkowany wpływ na globalne emisje dwutlenku węgla.

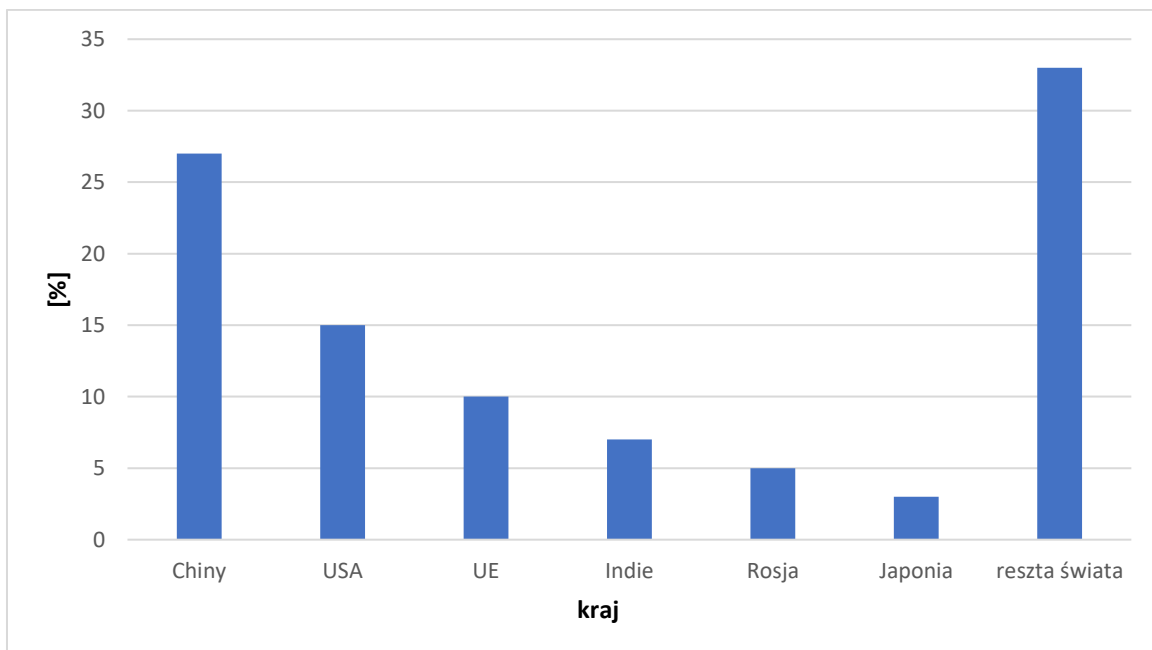


Fig. 2. Emisje CO₂ w procentach (stan na rok 2020) [20]

Teoretycznie wszystko jest proste - w sumie musimy wprowadzić [7, 11, 12, 14]:

- niskoemisyjną produkcję energii elektrycznej,

- niskoemisyjną produkcję cementu, metali, produktów wymagających stosowania węgla, ropy i gazu jako surowców do produkcji,
- ekologiczne wydobycie surowców,
- bardziej wydajne baterie (jeśli chcemy rzeczywiście mieć ekologiczne samochody elektryczne),
- gospodarkę o obiegu zamkniętym (m.in. wprowadzić 100% i ekologiczny recykling elektrośmieci),
- w miarę niskoemisyjne i nowoczesne rolnictwo,
- zachowanie oceanów i lasów w stanie umożliwiającym utrzymanie zawartości tlenu w atmosferze,
- w przypadku dysponowania kilkoma technologiami preferować te najbardziej surowcooszczędne.

Co robimy:

1. Efekt NIMBY. Przenosimy wysokoemisyjne kopalnie i zakłady przemysłowe poza Europę. A tam się nikt nie przejmuje śladem węglowym i ekologicznością produkcji.
2. Energetyka:
 - a. fotowoltaika. Liczony poprawnie ślad węglowy jest równy śladowi węglowemu lotnictwa [7, 11].
 - b. farmy wiatrakowe. Biorąc pod uwagę ilość cementu metali oraz powierzchnie którą zajmują ich ślad węglowy jest wyższy od śladu węglowego lotnictwa [7, 11].
 - c. jedynymi ekologicznymi metodami produkcji (aktualnie) jest energetyka jądrowa i biometan [8, 11], zaczynają się eksperymenty z wodorem (biowodorem) [5, 9, 15].
3. Rolnictwo. Drugi po energetyce ślad węglowy – od 27 do 37% globalnych emisji. Bardzo skuteczna działalność lobby pro rolniczego [17]. Ślad węglowy maszyn rolniczych to przemysł. Paliwa zużywane przy produkcji to transport. Ogromny ślad węglowy nawozów sztucznych to przemysł. Jeszcze to co się wyprodukuje trzeba przetransportować ale to transport. Rolnictwo odpowiada aktualnie w 70% za wylesianie. Rolnictwo organiczne ma dwukrotnie mniejszą wydajność od rolnictwa intensywnego. Wprowadzenie go jako podstawowego typu upraw to wycięcie absolutnie wszystkich lasów i niedobory żywności.

Bioenergia

Bioenergia (jako paliwo stałe, ciekłe lub gazowe) będzie jednak największym źródłem wzrostu zużycia odnawialnych źródeł energii w latach 2020–2030 i będzie odpowiadać za 35% wzrostu zużycia OZE w tym okresie dzięki wykorzystaniu bioenergii w ciepłe i transporcie.

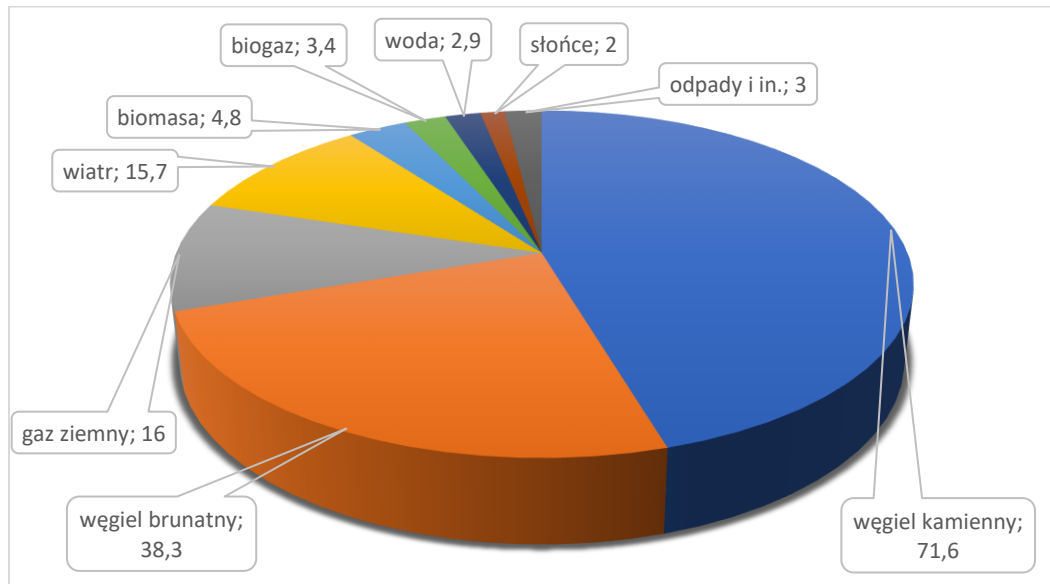


Fig. 3. Źródła energii elektrycznej produkowanej w Polsce w 2020 roku [19]

Bioenergia jest wytwarzana z biomasy, która jest zasobem czystej energii w stosunku do rodzaju biomasy i zastosowanej technologii konwersji.

Oczekuje się, że w przyszłych latach będą rozwijały się biogazownie rolnicze, wykorzystujące różne produkty odpadowe i z upraw rolniczych.

Biomasa

Biomasa jest mieszaniną materiału zbudowanego z: węgla, wodoru, tlenu i w niewielkiej ilości siarki i azotu. Obejmuje szeroki zakres materiałów naturalnych i ich pochodnych m.in. odpadów drzewnych, wyciążyn, trocin, pozostałości rolnych, trawy, roślin wodnych itp.

Biomasa jest w Polsce szeroko dostępna i ma duży potencjał rozwojowy ze względu na nadwyżki słomy, która jest produktem ubocznym rozwiniętego przemysłu rolnego. W Polsce około 60% wszystkich gruntów stanowią grunty uprawne, z czego 40% to grunty orne (prawie 14 mln hektarów). Oznacza to, że podaż biomasy jest wysoka [18]. Generowanie energii przez

spalanie paliw stałych, takich jak drewno i słoma, jest bardzo interesujące, a zasoby biomasy energetycznej w Polsce szacuje się na około 30 mln ton rocznie.

Dla rozwoju w tej dziedzinie konieczne jest wprowadzenie nowych technologii (fermentacja beztlenowa, kompostowanie, piroliza itp.), co zmniejszy negatywny wpływ bioodpadów na środowisko, oraz wprowadzenia nowych źródeł taniej biomasy (np. słoma kukurydziana, algi itp.).

Biogaz

Biogaz powstaje, na skutek rozkładu materiałów organicznych z udziałem mikroorganizmów w środowisku beztlenowym. Wsadem mogą być: odpady żywnościowe z gospodarstw domowych i restauracji, odpady przemysłowe z przemysłu spożywczego i rzeźni, osady z oczyszczalni ścieków, obornik i inne pozostałości z sektora rolniczego. W zależności od składu użytego substratu (wsadu), potrzebne są różne technologie obróbki wstępnej, aby odpowiednio przygotować materiał do fermentacji w komorach fermentacyjnych w biogazowniach [8].

Poza wykorzystaniem klasycznych fermentatorów znane są na świecie metody podziemnego wytwarzania biometanu.

Wodór, biowodór

Obecnie są prowadzone intensywne badania nad wykorzystaniem wodoru jako surowca do produkcji energii. Wodór może być wykorzystany do produkcji energii elektrycznej przy użyciu turbin gazowych, które mogą być zmodyfikowane do zasilania ich wodorem lub mieszaniną wodoru z gazem ziemnym. W ten sam sposób mogą być zasilane silniki z wewnętrznym spalaniem w samochodach, czy statkach. Wodór można również przekształcić bezpośrednio w energię elektryczną za pomocą ogniwa paliwowego. Ogniwa paliwowe wytwarzają energię elektryczną i ciepło z wodoru, gazu ziemnego i paliw ropopochodnych oraz z gazów opałowych otrzymywanych z węgla i biomasy. Cechą wyróżniającą ogniwa paliwowe jest to, że nie zachodzi w nich reakcja spalania, dzięki czemu są wyjątkowo czyste i wydajne. Wodór można wytwarzać z odnawialnych źródeł energii, takich jak biomasa, energia wodna, słoneczna energia cieplna, energia słoneczna wykorzystująca fotowoltaikę do bezpośredniej konwersji i energetyki wiatrowej.

Biowodór to odnawialne biopaliwo produkowane z odnawialnych źródeł biomasy metodami chemicznymi, termochemicznymi, biologicznymi, biochemicznymi i biofotolitycznymi. Biowodór można wytwarzać z surowców odnawialnych metodą termochemiczną w procesach konwersji, takich jak piroliza, zgazowanie, zgazowanie parowe, parowy reforming bioolejów i nadkrytyczne zgazowanie wody (SWG) z biomasy. W zasadzie przedrostek bio pochodzi od biologicznych metod produkcji biowodoru. Biowodorem określa się również wodór produkowany w procesach chemicznych, jeśli powstaje on z substratów takich jak biomasa czy biogaz wytworzonych wcześniej w procesach biologicznych z udziałem mikroorganizmów [5].

Proces elektrolizy wody można prowadzić, wykorzystując energię słoneczną, która ulega konwersji i przekształceniu w energię elektryczną w ogniwie fotoelektrochemicznym, w obecności katalizatora. Metoda ta nosi nazwę fotolizy. Jest to korzystne rozwiązanie z uwagi na ekologię i globalny bilans energetyczny, odznacza się jednak niską efektywnością.

Termochemiczny rozkład wody jest najwydajniejszym z procesów pozyskiwania wodoru. Reakcja może wykorzystywać ciepło wytworzone w wysokotemperaturowym reaktorze jądrowym. Wysoka wydajność procesu wiąże się jednak z wysokimi kosztami, ze względu na drogie paliwo (uran) i chłodziwo (ciekły hel). Alternatywnym sposobem uzyskania bardzo wysokiej temperatury (nawet do 4000K) jest zastosowanie zintegrowanych kolektorów słonecznych, zbudowanych z luster parabolicznych o dużej powierzchni, ogniskujących energię słoneczną.

Na koniec

Wprowadzany ostatnio w Europie Program Fit for 55 [1, 2, 7] zamiast Green Deal to dołączenie transportu z zagranicy do wielkości emisji. Reszta postulatów zawartych w tym programie jest związana z podwyższeniem cen – próba wprowadzenia opłat za ekologiczność produkcji towarów importowanych.

Co z niego wynika?

Pesymistyczną wizję znajdujemy w książce Jankowicz & Sowiński „Rozmowy o przyszłości – w którą stronę zmierza świat” [6].

Zamieszczono w niej rozmowę z prof. Dariuszem Jemielniakiem. I tu cytat z tej książki: *”Pytanie: Czy możemy powstrzymać destrukcyjne procesy które za tę katastrofę (ocieplenie) odpowiadają?*

Profesor odpowiada: Nie sędę. Technologicznie to pewnie możliwe, ale niemożliwe politycznie. Ludzkość musiałaby znacząco zmądrzeć. George Carlin zauważył kiedyś: wyobraźmy sobie, jak głupi jest przeciętny człowiek, a potem spróbujmy sobie uświadomić, że połowa ludzi jest głupsza od niego. W sytuacji kryzysu zasobów, tarć, imigracji, powszechnego szczucia przez fake news, ludzie musieliby nagle zacząć głosować nie na populistów, ale na partie obiecujące dekadę wyrzeczeń, aby ocalić świat na dalszą przyszłość. To zwyczajnie nierealne.”

Wybrane pozycje literaturowe:

1. European Commission 2020: “A European Green Deal”. *European Commission*. 2020. Retrieved 10 April 2020
2. Fit for 55 (<https://ec.europa.eu>)
3. Fuchs R., Brown C., Rounsevell M. 2020: “Europe’s Green Deal offshores environmental damage to other nations” *Nature* Vol. 586, doi:10.1038/d41586-020-02291-1
4. Gates B. 2021: „Jak ocalić świat od katastrofy klimatycznej”, Agora, ISBN 978-83-268-4120-0
5. Ghimire A, Frunzo L, Pirozzi F, Trably E, Escudie R, Lens PN, Esposito G. A review on dark fermentative biohydrogenproduction from organic biomass: process parameters and use of by-products. *Appl Energy* 2015;144:73e95.
6. Jaworska K., Jankowicz G., Sowiński M. 2020: „Rozmowy o przyszłości. W którą stronę zmierza świat”, Mando, ISBN 978-83-277-1750-4
7. Komisja Europejska (2020): Europejski Zielony Ład 2050 (dokument KE)
8. Kovács, K. L., N. Ács, E. Kovács, R. Wirth, G. Rákhely, Orsolya Strang, Zsófia Herbel, and Z. Bagi. 2013. Improvement of Biogas Production by Bioaugmentation. *Biomed Res Int*. 2013; 2013: 482653. Published online 2012 Dec 31. doi: 10.1155/2013/482653
9. Lewandowska-Śmierzchalska J., Tarkowski R., Uliasz – Misiak B. 2018: Screening and ranking framework for underground hydrogen storage site selection in Poland, *International Journal of Hydrogen Energy* Volume 43, Issue 9, 1 March 2018, Pages 4401-4414 doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.01.089
10. Meinert J 2012: “Signs of instability”, *Nature* 490 (491-492), doi org:10.1038/490491a
11. Pinker S.2020: “Nowe Oświecenie”, Zysk i S-ka, ISBN 978-83-8116-477-1
12. Pitron G. 2019: „Wojna o metale rzadkie”, Kogut, ISBN 978-83-959138-0-8
13. Raport IPCC Climate Change and Land, 2019
14. Rich N. 2019: “Ziemia jak doprowadziliśmy do katastrofy”, Foksal Sp. Z o.o., ISBN 978-83-280-7220-6
15. Tarkowski R. 2019: Underground hydrogen storage: Characteristics and prospects, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier, vol. 105(C):86-94, DOI: 10.1016/j.rser.2019.01.051
16. Wallace-Wels D. 2019 „Ziemia nie do życia”, Zysk i S-ka, ISBN 978-83-8116-750-5
17. Warner A. 2021: ”Jak nakarmić świat nie niszcząc go przy okazji”, Wielka Litera, ISBN 978-83-8032-701-6
18. “WikiBiomass – European Biomass Industry Association.” [Online]. Available: <https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/>. [Accessed: 14-Jul-2021].
19. “Źródła energii elektrycznej w Polsce w 2020 roku.” [Online]. Available: <https://www.are.waw.pl/badania-statystyczne/formularze-na-rok-2021#formularze-roczne-i-polroczne-za-rok-2020>
20. Raporty KOBIZE 2018-2021