



# Adam Cebula „Bardzo filozoficznie o energii”

*nimfa bagienna*

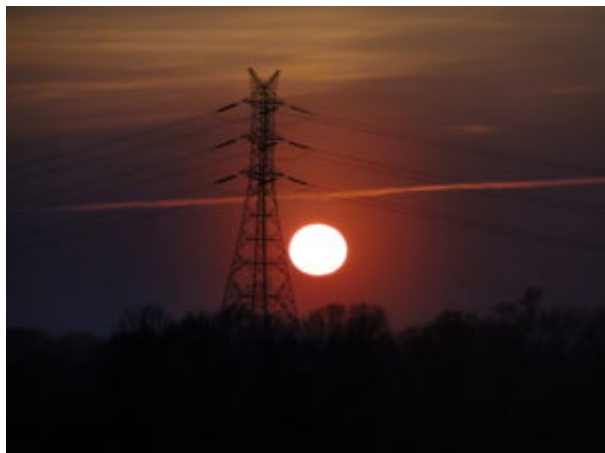


Foto: Hanna Fronczak

## ***Energia energii nierówna, czyli Adam Cebula dłubie palcem w dżulach, kaloriach i elektronach.***

Bełkot naukowy robi w publicystyce niezwykłą karierę. Użyjesz terminu obco brzmiącego w uszach – zyskujesz sławę erudyty, adepta nauk tajemnych, który nie tylko procenty, ale być może nawet logarytmy rozumie. Porusza się na wysokościach niedostępnych przeciętnemu umysłowi. Użyjesz niezrozumiałego słówka, a bezsensowne zdanie albo jakiś zupełny trywiał uzyska nowy blask wszechświatowej mądrości. Przykład, który nie raz już podawałem: klimatolodzy piszą o „deforestacji”, choć mogliby użyć słowa „wylesianie”, czy nawet sielskiego (choć węższego) terminu „karczowanie”, bo w rzeczywistości zmniejszanie się powierzchni lasów jest wynikiem karczowania, wycinki połączonej z przygotowaniem gruntu na inne cele niż sadzenie drzew.

Pisałem już o tym, że niesłychaną karierę robi słówko „energia”. Nie można mieć nic przeciw jego używaniu w szerokim humanistycznym sensie, bo jeśli powiemy, że ktoś jest pełen energii, to przecież jest to bardzo trafne i obrazowe określenie, o ile oczywiście człek ów takim jest. Niestety, chodzi zazwyczaj o tę fizyczną energię.

Problem się robi, bo owa „prawdziwa” energia za bardzo się oswoiła. A tymczasem wprowadzenie pojęcia energii do fizyki to była długa droga. Dziś już nikt nie kwestionuje zasady jej zachowania. Jeden z prawdopodobnie pierwszych rysunków przedstawiających perpetuum mobile znajduje się we szkicowniku, jaki zostawił nam żyjący w XIII wieku Villard de Honnecourt ([https://pl.wikipedia.org/wiki/Villard\\_de\\_Honnecourt](https://pl.wikipedia.org/wiki/Villard_de_Honnecourt)). Choć w międzyczasie zaczęto formułować zasady zachowania także i energii, w roku 1712 Johann Bessler, medyk, zegarmistrz i wynalazca zaprezentował światu maszyny, które miały być rzeczywiście działającymi perpetuum mobile ([https://en.wikipedia.org/wiki/Johann\\_Bessler](https://en.wikipedia.org/wiki/Johann_Bessler)). W roku 1717 poddano urządzenie testowi. Koła pozostawiono w zamkniętej komnacie na kilka miesięcy, po jej otwarciu kręciły się z tą samą prędkością, co na początku eksperymentu. Ponoć w dziesięć lat po prezentacji pokojówka wynalazcy przyznała się, że z pomocnikami wprawiała w ruch maszynę z sąsiedniego pomieszczenia. Inna wersja opisu tej straszliwej katastrofy wizerunkowej mówi o tym, że sprawcy ruchu siedzieli wewnątrz potężnej maszyny (koło miało mieć około czterech metrów), a zdrajcą była żona, a nie pokojówka. (<http://wiadomosci.onet.pl/prasa/wiecznie-w-ruchu/bsx51>) W roku 1775 Akademia

Francuska ogłosiła, że wynalezienie perpetuum mobile jest niemożliwe i nie będzie się już więcej zajmowała sprawdzaniem takich wynalazków. Aliści jeszcze w 1874 roku John Ernst Worrell Keely ([https://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Ernst\\_Worrell\\_Keely](https://en.wikipedia.org/wiki/John_Ernst_Worrell_Keely)) zaprezentował publiczności „eteryczny generator” (tak to chyba trzeba przetłumaczyć).

Zasada zachowania energii siedzi już w równaniach Newtona. Gdzieś od jeszcze przednewtonowskich czasów kształtowało się przekonanie, że energia to „coś” na kształt masy, co niemalże można dotknąć, skoro w izolowanym układzie zostaje zachowana. Takie coś, czego nie może ani przybyć, ani nie może zniknąć, nie zmieniając się w inną formę, wydaje się nader materialne, niemal dotykalne.

Myślę, że kto miał jakieś konszachty z fizyką, ten nabrał pewnej ostrożności w operowaniu pojęciem energii. Ostrożności w nader realistycznym jej traktowaniu. Sęk w tym, że owa energia to niezmiennik wymyślonych przez nas równań do opisu pewnych zjawisk. Kilka razy już o tym pisałem: co prawda w technice jest mnóstwo urządzeń które można by nazwać „dżułowierzami”, lecz żadne z tych urządzeń nie mierzy faktycznie energii, ale ją wylicza.

A i owszem, energia istnieje, jak najbardziej. Ale... No właśnie. istnieje jako wynik rachunków. Można by machnąć ręką na takie pseudofilozoficzne dywagacje, ale niestety we współczesnym świecie są poważne konsekwencje owej - nazwałbym to „materializacji” - kalki zabiegu stosowanego w literaturze zwykle niezbyt poważnej; personalizacji. Jak dla potrzeb wywodu bajkopisarza nadajemy ludzką osobowość na przykład wilkowi, który (chłe, chłe, wiemy o co chodzi) pożera Czerwonego Kapturka, tak energii nadano „bytność”, a nawet materialność.

No i stało się - produkujemy energię elektryczną. Skoro energia to coś dotykального, to jak produkujemy, to produkujemy, i jest dobrze. Niestety, fizyczne realia wyglądają inaczej.

Naprawdę jest tak, że jest prądnica i do niej podłączony jakiś odbiornik. Bardzo rzadko jest tak, że korzyść z działania odbiornika jest wprost proporcjonalna do energii, jaką on pobrał. Zazwyczaj to coś włączone do kontaktu ma wykonać jakąś pracę, stworzyć jakieś warunki, których efektywność czy jakość zależy od bardzo wielu czynników. Nie musimy używać żarówki do oświetlania, możemy użyć diod LED. A diody nie muszą znajdować się w „żarówce energooszczędnej” wkręconej w oprawkę na suficie, ale gdzieś bezpośrednio przy miejscu, które trzeba oświetlić. Nie ma żadnego narzuconego fizycznymi prawami związku z efektami wykorzystywania komputera i pobieraną przez jego zasilacz mocą.

Sprawą zasadniczą jest, że jak się prądnica kręci, a odbiornik do niej nie jest podłączony, to nie ma żadnej „produkcji energii elektrycznej”. Nie ma sposobu na gromadzenie efektów kręcenia się turbin wiatrowych czy pracy ogniw fotowoltanicznych. Tak samo jest z kręceniem się turbin w elektrowniach węglowych czy atomowych: jeśli nie ma odbiornika, nie ma żadnej produkcji. Efekt działania jest równy zero.

Warto sobie uzmysłwić, że „naprawdę” mamy prąd o jakimś napięciu i natężeniu, płynący przez pewien czas. Tylko wyjątkowo iloczyn prądu napięcia oraz czasu jest dla nas ważny. Są to dzule dla obliczenia pracy lub kilowatogodziny do rozliczenia rachunku za prąd, lecz naprawdę interesuje nas, by można było pobrać z sieci prąd o określonym napięciu i natężeniu.

Różnice zdają się dość nieuchwytnie, ale wystarczy włączyć lampkę. Nie interesuje nas moc elektryczna, chcemy mieć jasno. Moc elektryczna, jaką lampka pobiera, zależy od jej sprawności. Sprawność dziś może się zmieniać na oko z dziesięć razy. Najgorzej będzie, jeśli użyjemy zwykłej żarówki, najlepiej, jeśli diod LED. Wartość zasilającego napięcia musi być w sam raz dla odbiornika, gdyby nie była, możliwe jest użycie przetwornicy, ale musimy mieć tę przetwornicę, która także ma

swój zakres parametrów, wejściowe napięcie albo jest ustalone, albo się może zmieniać od-do. Prąd, moc zasilająca naszą lampkę, zależy od jej sprawności. Pomijam tu już kwestię taką, jak jej ustawienie, przez które zmieni się ilość światła jakiego potrzebujemy, liczonego w lumenach.

Sęk w tym, że praktycznie chodzi o to, by było odpowiednio jasno w określonym miejscu przez określony czas. Praktycznie nie interesuje nas wyprodukowanie jakiejś tam ilości energii elektrycznej, tylko - jak to się mawia z mównicy - „zapewnienie jej dostaw”.

Jak się ma owa „produkcja” do realnego z niej zysku, ilustruje taki przykład. Oto w Niemczech postanowiono lepiej wykorzystać OZE, czyli wiatraki, ogniwa fotowoltaniczne oraz zapewne jeszcze coś, generalnie źródła energii, które ją „produkują”, gdy wiatr zawieje. Albo nie, gdy nie zawieje. Pomysł jest taki, by prowadzić elektrolizę wody. Tlen wypuszcza się w powietrze albo pakuje w butle, wodór władujemy w rurociągi. Pomysł całkiem dobry, bo rura o średnicy pół metra ma pojemność jakieś 196 metrów sześciennych na kilometr długości. Całkiem sporo gazu można zmieścić w systemie gazociągów nie inwestując ani (ojro)centa w budowę zbiorników.

Aliści z tak zwanej drugiej strony pomysł to mocno rozpaczliwy. Dlaczego? Jak wygooglałem, energetyczna sprawność elektrolizy jest szacowana na jakąś jedną czwartą. Jest gorzej: z uzyskanego wodoru nie dostajemy wprost energii elektrycznej, chyba że stosujemy drogie ogniwa paliwowe. Dostajemy ciepło. Bywa potrzebne, ale... To energia, z którą można dużo mniej zrobić. W szczególności, gdy chcemy coś ogrzać, na przykład budynek, to z tej samej ilości energii w postaci ciepła i prądu dostaniemy zupełnie różne ilości... ciepła. Wodór, jeśli nie kombinujemy, można spalić w piecu centralnego ogrzewania i zysk będzie taki, jak głosi ciepło spalania. Wynosi ono 120 MJ na kilogram i jest znacznie większe niż ciepło spalania benzyny (ok 47 MJ/kg). To sprawiło, że rakiety księżycowe były napędzane ciekłym wodorem. Niestety, nam nic z tego. Z dżula wyprodukowanego przez wiatrak dostaniemy w postaci ciepła jakieś ćwierć dżula.

W przypadku gdy mamy w odpowiedniej chwili prąd, możemy użyć go do zasilenia pompy ciepłej. Ta, w zależności od okoliczności, może z dżula energii elektrycznej wyprodukować zazwyczaj jakieś cztery, pięć dżuli energii ciepłej.

Energia elektryczna może być wykorzystana na sto sposobów, energia cieplna w tej chwili ma bardzo ograniczone zastosowania, zazwyczaj do ogrzewania domów, w bardzo małym stopniu używa się jej na przykład do gotowania. Jest zwyczajnie mało przydatna. Nie odgrywa ważnej roli w gospodarce, w której - jeśli się coś produkuje a nie handluje na giełdzie - to są to produkty wysoko przetworzone, a nie cegły, które się wypala w piecu. To właściwie jest najważniejsze w tej opowieści: dżule elektryczne to są zupełnie inne dżule, niż te wyliczone z ciepła spalania, nawet gdy chodzi o tak eksydujące paliwo jak wodór.

Temat „wartości dżula” ma w fizyce ważne miejsce. Nazywa się to zagadnienie „sprawnością maszyny ciepłej” i związany z nim jest straszący (ongis?) na klasówkach cykl Carnota. Myślę, że mimo humanistycznego podejścia warto dla jasności przytoczyć jeden wzór:

$$N=(T1-T2)/T1$$

N to sprawność, T1 to temperatura tzw. kotła, a T2 tak zwanej chłodnicy. Temperaturę podajemy w stopniach Kelvina, niestety. Teoria jest taka, że każda maszyna cieplna, maszyna parowa, silnik spalinowy, ale też odrzutowy czy turboodrzutowy pracuje w oparciu o dwa zbiorniki ciepła. Jeden - gorący - to kocioł, drugi - zimny - to chłodnica. Niestety, chłodnica w samochodzie nie jest „tą” chłodnicą. Lecz jeśli dobrze przypiszemy części składowe i w dobrych miejscach zmierzmy temperaturę, to możemy określić, ile maksymalnie z dżula ciepła dostarczonego z kotła do silnika możemy dostać dżuli mechanicznej pracy. Stosunek otrzymanej pracy do włożonego ciepła daje nam

właśnie sprawność.

Teoria pokazuje, że maksymalna sprawność zależy jedynie od różnicy temperatur pomiędzy kotłem a chłodnicą. Oznacza to tyle, że dżule wyprodukowane z ciepła spalania nie są zawsze tak samo cenne, ważne, czy... energetyczne. Ile z nich wydusimy, zależy od tego, jak zimna jest chłodnica; im zimniejsza, tym więcej.

Jeśli używamy dżuli do ogrzewania domu czy wody, „prawie nie mamy” problemu różnicy temperatur. A to z tego powodu, że jeśli grzejemy za pomocą spalania paliw, i tak temperatura płomienia jest dramatycznie wyższa, niż potrzebna temperatura tego, co grzejemy. Jednak mamy w gospodarce zjawisko występowania tak zwanego ciepła odpadowego, z którym nie wiadomo, co zrobić. Na wylocie elektrowni chłodnica powinna mieć 17-25 stopni Celsjusza. Im zimniej będzie, tym więcej prądu zostanie wyprodukowane z kilograma węgla. Mówi o tym nasz wzór.

Ciekawa sprawa. Pamiętam: za czasów komuny toczono w prasie dyskusje na temat wykorzystania owego ciepła odpadowego. Charakterystyczne było, że w tamtej gospodarce problemem było „marnotrawstwo proste”. Na przykład budowano niepotrzebne drogi, niepotrzebne maszyny, a nie budowano potrzebnych. Produkowano na oko trzy razy więcej stali na głowę mieszkańca peerelu, niż było potrzeba. Jednak intelektualiści, jakimi niewątpliwie byli dziennikarze, ale też specjaliści oraz uczeni, woleli się zajmować problemem, który zahacza o zbudowanie perpetuum mobile II rodzaju. Czyli maszyny cieplnej, która nie miałaby chłodnicy i pracowałaby w oparciu o jeden zbiornik ciepła.

Dlaczego zagadnienie jest beznadziejne, mówi nam nasz wzór: jeśli temperatura nośnika owego ciepła odpadowego (zazwyczaj tzw. wody chłodniczej) jest bliska temperatury otoczenia, to licznik ułamka maleje do bardzo małych wartości. W mianowniku mamy zwykle coś około 300 - mniejsza, że kelwinów - w liczniku przy temperaturze otoczenia 300 kelwinów różnica da nam kilka, kilkanaście stopni, gdy jest zima. Żadnego silnika już tym nie popędzimy. Można by myśleć o użyciu takiego ciepła do ogrzewania. Jednak raczej tylko myśleć: w mieszkaniu potrzebujemy nie 17 stopni Celsjusza, a jakieś 21, zaś, by ciepło płynęło od grzejnika do czegoś grzanego, musi być sensowna różnica temperatur. Jeśli jest ona rzędu kilku stopni, to potrzeba ogromnej powierzchni wymiany, w uproszczeniu wielkiego grzejnika. Każdy projektant wie, jak policzyć, w którym momencie przestaje się to opłacać.

Dlaczego więc tak zajadłe dyskutowano o ciepłe odpadowym? Ano, w referatach w gazetach można było umieścić prawdziwą fizyczną wielkość, wtedy chyba jeszcze podawaną w kaloriach, lecz była to jak najbardziej fizyczna i uczciwie wyliczona energia. A że owe liczby były ogromniaste, warto sobie uzmysłowić, że elektrownia wypuszcza w powietrze trzy, cztery razy więcej watów w ciepłe niż produkuje energii elektrycznej. Mówimy nawet o dziesiątkach gigawatów, więc dyskusje brzmiały bardzo podniecająco. Choć z powodu rodzaju energii, o jakiej mówiono, były chyba całkiem bez sensu.

Konkluzja z mojej opowieści jest dużo ogólniejsza niż to, że słówko „energia” prowadzi nas często na manowce. To ilustracja problemu znanego pewnie co najmniej od jakiś dwu i pół tysiąca lat, od czasu, kiedy ludzkość zajęła się czynnością czasami zwaną filozofowaniem. Myśliciele zawsze chcieli zabłysnąć mądrościami, które obejmują wszelkie przypadki, dziedziny i tak dalej. Mądrze brzmią UOGÓLNIENIA. Szczegółowe przepisy na ciasto na pierogi, choć jak najbardziej sprawdzalne i bardzo pożyteczne, mogą przynieść sławę sprawnej kuchy. Chodzi o tworzenie prawd ogólnych. Oczywiście, dobrze mieć jest proste przepisy sprawdzające się w najróżniejszych okolicznościach.

Przypisanie wielu procesom, zjawiskom jednej wspólnej cechy - czy wielkości - to marzenie filozofów od samego zarania filozofii. Pięć żywiołów, alchemiczny kamień filozoficzny czy panaceum, lek na wszystko - to były zagadnienia poruszające dygoczące panie na odczytach oraz zapewniające

uznanie w oczach kolegów uczonych.

Niestety, zawsze był jeden najważniejszy problem z uogólnieniami: że trafiały jak kulą w płot. W rzeczywistości były tylko chciejstwem mądrości, naiwną projekcją jednego szczególnego przypadku na wiele innych. Generalnie owe mądrości dobrze brzmiały, ale były głupie. Można powiedzieć o pewnym (ale bardzo częstym) przypadku powstawania deficytu mądrości w procesie uogólniania: aby wydawało się, że przeróżne zagadnienia w istocie są jednym, dokonujemy nadmiernego uproszczenia, odrzucamy istotne szczegóły.

Szastanie pojęciem energii bez „zagłądania pod maskę”, bez precyzowania, jaka to energia, jak używana, a nawet w jakich okolicznościach produkowana, czy choćby w porze, gdy jest do czegoś potrzebna, prowadzi nas w gęste maliny. Przykładów takich uogólnień mamy mnóstwo. Ot, mówimy choćby o wykształceniu, ile osób zdało maturę, a już trochę mniej, co było na maturze, nawet jeśli była to matura rozszerzona. Użycie słowa „energia” jest zazwyczaj połączone z klasycznym przypadkiem nadmiernego uogólnienia, którego dokonano poprzez nadmierne uproszczenie.

Uogólnień niestety najczęściej używa się po to, by dobrze wypaść w towarzystwie, a nie, by powiedzieć coś użytecznego. Użycie uogólnienia, albo - co jeszcze częstsze - nadmiernego uogólnienia jest niebezpieczne. A to dlatego, że zamazujemy fakt uogólniania bardzo często za pomocą słówek tchnących fizyczną precyzją: na przykład takich jak energia. Dlatego, jeśli je usłyszysz, drogi czytelniku, strzeż się.

*Adam Cebula*