

Jan Gers

Wydział Fizyki

Elektrownia orbitalna

Zapotrzebowanie energetyczne ludzkości stale rośnie. Dziś produkcja energii użytkowej opiera się w 80% na źródłach kopalnych, których wydobycie i użycie szkodzi środowisku naturalnemu, których zasoby kurczą się i są kartą przetargową polityków. Energia jądrowa ma lub może mieć w przyszłości podobne problemy, ponieważ paliwo jądrowe nie jest źródłem odnawialnym i źle obsługiwane może doprowadzić np. do skażenia wód gruntowych, a gdy jego zasoby znacznie zmaleją, również stanie się źródłem konfliktów. Główną wadą źródeł energii nazywanych odnawialnymi jest ich niestabilność. Energia wiatru może być wykorzystana tylko tam gdzie jest to możliwe i opłacalne, podobnie konwencjonalna energia słoneczna. Do tego wiatr nie wieje stale, a Słońce jest często zasłaniane przez chmury. Takie instalacje wymagają więc sporej przestrzeni na odpowiednią ilość generatorów by zaspokoić zapotrzebowanie, oraz, idealnie, sposobu na magazynowanie energii na czas zmniejszonej produkcji. Hydroelektrownie przepływowe natomiast wymagają uprzedniego zniszczenia lokalnego ekosystemu przez stworzenie zbiornika retencyjnego, który potem jest źródłem emisji metanu. Od tego momentu postawiona zaporą uniemożliwia też migrację organizmów wodnych i osadów będących ważnym elementem środowiska w dole rzeki. Pozostaje jeszcze biomasa, jednak do produkcji owej praktykowane jest karczowanie lasów tropikalnych pod uprawę roślin na surowiec i użycie dużych ilości nawozów sztucznych. Wątpliwe jest też samo gospodarowanie produktami roślinnymi, wszak kukurydza czy rzepak, których ponad połowa produkcji w USA i UE jest przeznaczona na produkcję biopaliwa, mogłaby posłużyć jako żywność dla ludzi. Potrzebne jest więc źródło ogólnodostępne, niewyczerpywalne w skali istnienia ludzkiej cywilizacji oraz stabilne na wyjściu. Gdzie go szukać? Odpowiedź być może wita nas o poranku.

Sol raczy nas ilością energii wielokrotnie większą niż to dzisiaj potrzebne, w formie promieniowania elektromagnetycznego. Jednak współczesne metody zbierania tej energii mają dwie wady: światło jest pochłaniane przez atmosferę, przez co nie można go wykorzystać w pełni, oraz nie da się go użyć w nocy. Z tego powodu dobrym pomysłem wydaje się zabranie elektrowni na orbitę, gdzie słońce zawsze świeci i nie jest niczym przesłaniane. Całą farmę słoneczną w formie satelity z panelami fotowoltaicznymi bądź lustrami można umieścić na orbicie geosynchronicznej, tak by zawsze zaopatrywała wybrany punkt bądź punkty na Ziemi. Konwersja na energię elektryczną może się odbywać za pośrednictwem wspomnianej fotowoltaiki, która nie potrzebuje tak jak na powierzchni planety ochrony przed warunkami pogodowymi, bądź na zasadzie wieży słonecznej, gdzie lustra ogrzewają ciecz krążącą w zamkniętym obiegu, która paruje i napędza turbinę. Bardziej prawdopodobne jest to pierwsze ze względu na trudności z odprowadzaniem ciepła w próżni z małej powierzchni kolektora (w porównaniu z równomiernym rozkładem na panelach PV) i zastosowaniem ruchomego elementu (turbina) będącego częścią podatną na usterki mechaniczne.

Energia może być dalej przekazywana na powierzchnię mikrofalowo; ma to kilka atutów: mikrofałe są słabo pochłaniane przez atmosferę, nie są groźne dla życia (odpowiednio dobrana długość fali) i można je zamieniać na elektryczność niemal bezpośrednio stosując anteny rektyfikacyjne (ang. *rectenna*) które są tanie, lekkie i nie wymagają rzadkich materiałów.

Na powierzchni, gdzie znajdują się odbiorcy, trzeba ustawić odbiornik/i. Jest to antena odbiorcza w formie połączonych anten dipolowych, które można podłączyć do sieci energetycznej. Ze względu na to, że są to zwyczajne połączone kawałki drutu, taka konstrukcja przepuszcza dużo światła i łatwo ją umiejscowić w niemal dowolnym miejscu, na przykład rozwiesić nad rozległymi polami uprawnymi bądź nad miastem, między szczytami najwyższych budowli. Jest to spora oszczędność cennej przestrzeni którą zabierają konwencjonalne farmy słoneczne. Oczywiście najpierw należy się upewnić, że nie odbije się to negatywnie na zdrowiu zamieszkałych pod spodem.

Stworzenie całej infrastruktury będzie kosztowne, nawet gdy loty na orbitę będą dużo tańsze niż aktualnie. Jednej elektrowni prawdopodobnie nie da się wynieść w jednym kawałku, ponieważ same panele mają mieć kilka kilometrów kwadratowych powierzchni. Do tego dochodzą misje serwisowe, zdegradowaną fotowoltaikę trzeba co jakiś czas wymieniać, nieuniknione są też kolizje z mikrometeoroidami. Jednak problemy związane z opłacalnością samych lotów kosmicznych i kosztami produkcji paneli słonecznych są nieistotne z perspektywy tego eseju, który traktuje jedynie o szczególnym ich zastosowaniu. Zakładamy, że obie te technologie będą coraz lepsze i coraz tańsze. Można też zapostulować istnienie rozwiniętego górnictwa kosmicznego, które jeszcze bardziej komplikuje przewidywania, ale sprawia, że problemy technologiczne sprowadzają się tylko do problemów z samą fotowoltaiką. Dlaczego więc nie postawić po prostu elektrowni tutaj? Byłoby to zdecydowanie tańsze i łatwiejsze w naprawie. Motywacją może być wspomniana już oszczędność miejsca - połacie terenu potrzebne na

taką elektrownię, która z biegiem czasu musi się powiększać by sprostać rosnącej konsumpcji energii, odzyskać można do innych zastosowań jak rolnictwo czy rozbudowa wsi i miast. Dalej, instalacja na orbicie zapewnia dużo więcej energii niż ekwiwalent pod atmosferą, szczególnie gdy mówimy o miejscach położonych daleko od równika, gdzie te drugie praktycznie nie ma sensu. Ostatecznie, elektrownia orbitalna oferuje niemal nieprzerwaną dostawę energii (około godziny w cieniu podczas każdej równonocy) w porównaniu z 29% czasu ekspozycji naziemnych paneli, nie wliczając w to pokrywy chmur. Jeszcze jedną zaletą, którą można potraktować jako bonus a nie deal-breaker, jest niezależność od miejsca gdzie panuje zapotrzebowanie, mobilność – gdyby z jakichś powodów odbiorca zrezygnował z użycia instalacji, może z łatwością zdjąć „drucianą” antenę a elektrownia wyceluje tylko antenę nadawczą do nowego klienta. Taką antenę odbiorczą można łatwo relokować bądź zutylizować, w przeciwieństwie do paneli słonecznych.

Być może prozaicznym i głównym problemem z implementacją tego rozwiązania jest niechęć ludzi do wszystkiego co ma w nazwie bądź w opisie wyraz „mikrofale”, który pewnie większość kojarzy z kuchenkami. Jest to jednak problem z którym podobnie boryka się energetyka jądrowa, a na który antidotum jest edukacja. Zamiana elektrowni w promień śmierci nie jest możliwa, chyba, że ktoś pomyślał o takim zastosowaniu wcześniej i przewidział możliwość zdalnej zmiany częstotliwości w jakiej operuje nadajnik. Jednak wtedy nie można mówić o wypadku a o działaniu celowym, takie obawy można mieć o dosłownie każdą nową technologię.

Czy elektrownie orbitalne to nasza przyszłość? Trudno stwierdzić; być może tak, w końcu będzie trzeba się przesiąść na to najbardziej zasobne źródło energii w zasięgu; być może nie, jeśli ludzie uznają że nie opłaca się to finansowo. Osobiście jestem wielkim fanem tego rozwiązania, szczególnie patrząc w daleką przyszłość, której kluczową technologią jest znana zainteresowanym futurologią sfera Dysona będąca rozszerzeniem elektrowni orbitalnych do astroinżynierii. Dojdzie do tego prędzej czy później, więc dlaczego by nie przesiąść się teraz? To znaczy, o ile ludzkość przetrwa następne pięćdziesiąt lat...