

Energia - jej rodzaje i poszukiwanie nowych źródeł

Autor tekstu: **Janusz Y. Ostrowski**

Z powodów praktycznych — strategicznych i ekologicznych, a też i teoretycznych źródła energii należy podzielić na dwie grupy.

I. Źródła, które: a) uzyskują energię ze spalania; b) zanieczyszczają biosferę (są brudne i brudzące); c) są bardzo nierównomiernie rozłożone w niewielu tylko rejonach; d) zawierają wiele cennych substancji, które są niszczone; e) są wyczerpywalne (nieodnawialne), a więc będą coraz droższe i w końcu ich zabraknie. Źródła te są już od około 100 lat przyczyną międzynarodowych konfliktów i wojen.

II. Źródła, które są: a) czyste (nie oparte na spalaniu); b) dostępne w bardzo wielu rejonach; c) niewyczerpywalne (odnawialne); d) rozwojowe — o wielu, zależnie od warunków, metodach wykorzystania.

1.

Ropa naftowa (paliwo kopalne) = benzyna + nafta + oleje opałowe oraz przeszło tysiąc cennych związków chemicznych, których spalanie jest marnotrawieniem bogactwa Ziemi oraz zatruciem atmosfery, wody, gleby oraz ludzi i zwierząt.

Substancje zawarte w niespalonej ropie są podstawą do produkcji rozpuszczalników, farb, żywic i włókien, mydeł, środków czystości, wosków, nawozów, gumy do żucia, środków znieczulających, kosmetyków, klejów, lekarstw i wielu innych materiałów. Liczące się złoża są tylko w 18 krajach: 3 kraje: USA, Rosja i Arabia Saudyjska produkują około 40 proc. ropy światowej, a jeśli dodamy jeszcze 7 krajów: Iran, Norwegię, Wenezuelę, Meksyk, Chiny, Kanadę i W. Brytanię to te 10 krajów produkuje około 77 proc. ropy. Całkowita produkcja ropy to około 72 mln baryłek dziennie, co oznacza ok. 26 mld baryłek rocznie, tj. około 3,3 mld ton rocznie. To zarazem gigantyczny zbiornik płynnej ropy o 800 m wysokości, 1 km szerokości i 5 km długości.

Od wielu lat toczą się próby oszacowania zasobów ropy w różnych rejonach. Z punktu widzenia naukowo-pomiarowego jest to zadanie na tyle trudne, że wyniki są w zasadzie bez naukowej wartości. Jest to jednak „potrzebne” z punktu widzenia ekonomiczno-politycznego. Są więc „wyniki” mówiące o tym, że ropy starczy tylko na 40 lub 200 lat. Według niektórych oszacowań („Wprost”, A. Piński oraz „Świat Wiedzy”), świat zużywa około 26 mld baryłek ropy rocznie, natomiast zasoby ocenia się na około 1200 mld baryłek; a zatem zasoby wyczerpią się po ok. 46 latach eksploatacji. Jednak do liczb tych nie można przykładać dużej wagi. Problem wyczerpywania się zasobów ropy i węgla jest trudny do oceny, bowiem wyniki badań są nie tylko niepewne, ale przede wszystkim manipulowane przez „siły” ekonomiczno-polityczne.

Spalanie ropy (głównie benzyny i olejów napędowych) wprowadza rocznie do atmosfery miliony ton CO₂, CO oraz innych szkodliwych substancji. Zbyt często powtarzające się katastrofy tankowców transportujących ropę zatrują powierzchnie oceanów, izolują wodę od światła i tlenu na przestrzeni tysięcy km² zabijając ryby, ptaki i ssaki morskie. Aleksandria — wielki ośrodkiem starożytnej kultury helleńskiej, przyciągający turystów z całego świata — to także wielki port przeładunkowy ropy naftowej, niegdyś perła wśród portów śródziemnomorskich, dzisiaj przesycony jest zapachem ropy naftowej. Każde ziarenko piasku jest impregnowane węglowodorami naftopochodnymi. Piasek przykleja się do butów i ciała. Nie ma sposobu, aby się go pozbyć. Węglowodory naftopochodne należą do najtrudniej rozkładanych kompleksów organicznych pochodzenia naturalnego: powodują zmiany fizjologiczne, anatomiczne i genetyczne u zwierząt wodnych, zwłaszcza młodych, które przeżyją katastrofy, a także u ich potomstwa. W marcu 1989 r. w Cieśninie Księcia Williama na Alasce rozbił się supertankowiec Exxon Valdez. W ciągu 24 godzin do morza wylało się około 50 mln litrów ropy.

Na pokładzie tankowca zostało jeszcze około 182 mln litrów ropy, które w ciągu następnych dwóch dni także wyciekły do morza. Co roku „regularnie” wskutek nieszczelności tankowców i licznych przeładunków wycieka do morza setki tysięcy ton ropy. W sierpniu 1990 r. osławiony Saddam Husajn rozkazał wlać kilka milionów ton ropy do Zatoki Perskiej oraz podpalić około 600 szybów naftowych, w wyniku został zagrożony cały ekosystem Zatoki Perskiej. Zatruciu uległy delfiny i żółwie, które składały jaja na wybrzeżach tamtejszych wysp. Pałaca się ropa spowodowała

śmierć ponad 20 tys. ptaków. Z uszkodzonych kuwejckich szybów naftowych wylewała się ropa; powstały wielkie jeziora naftowe o długości ponad 1,5 km i głębokości ponad 1 m. Z rozlewisk wydobywały się opary gazów trujących, lotne węglowodory zagrażały biosferze, powodowały skażenie gleby na znacznych głębokościach, spaliny zanieczyszczały atmosferę. Rozlana ropa zagrażała zbiornikom wody pitnej dla Kuwejtu. Płonące szyby ugaszono dopiero po 3 miesiącach.

Ropa naftowa stanowi także ogromne zagrożenie dla ekosystemów lądowych. Na Syberii znajdują się bogate złoża tego surowca. W 1994 roku nastąpiła „Katastrofa Syberyjska”: 117 mln litrów ropy wskutek pęknięcia rurociągu rozlało się w arktycznej tundrze (*Guinness World Record*, 2002). Na impregnowanej ropą ziemi nic się już nie urodzi. Na terenach wiecznej zmarzliny nie ma procesów samooczyszczenia. Bakterie w glebach są nieaktywne, nie rozkładają węglowodorów.

W latach 1971-1992 Texaco (druga na świecie co do wielkości kompania naftowa) wydobywała ropę w Amazonii w Ekwadorze niszcząc środowisko, zatruwając rzeki i powodując choroby u ludności tubylczej. Np. odprowadzano wprost do środowiska około 16 mln litrów substancji toksycznych dziennie. Na skutek wieloletnich protestów ludności tubylczej oskarżenie przeciw Texaco wpłynęło do sądu; straty jakie poniosło środowisko i ludność oceniono na 6 mld dolarów („World Watch”, Jan./Feb. 2004).

Produkcja i ceny ropy są narzędziem manipulacji ekonomiczno-politycznej na najwyższym szczeblu. W latach 1949-1970 baryłka ropy kosztowała 1,9 dolara, w 1973 — 3, a w roku 1974 skoczyła na 11 dolarów; natomiast aż do roku 1995 produkcja i ceny wahały się w granicach kilkunastu procent; w roku 1980 cena była blisko 5-krotnie wyższa niż w latach 1970 i niż później w 1990. Warto wspomnieć, że wydobycie jednej baryłki ropy w Arabii Saudyjskiej kosztuje ok. 10 centów, natomiast na rynkach międzynarodowych cena za nią wynosi ok. 26 dolarów („Nexus”, VII-VIII, 2003). Od roku 2003 toczy się „walka” o ceny i wielkość wydobycia między Rosją i Arabią Saudyjską.

Węgiel (kopalny, kamienny, brunatny). Jego spalanie jest również zanieczyszczaniem biosfery przez miliony ton CO, CO₂ i wielu innych szkodliwych substancji; ale jednocześnie spala się wiele cennych związków organicznych.

Z węgla — o ile go się nie spala — produkować można gaz koksowniczy (wysokokaloryczne paliwo), koks oraz smołę, która zawiera ok. 200 cennych substancji używanych do produkcji tłuszczów, mydeł, barwników, lekarstw, aromatów, tworzyw sztucznych, środków owadobójczych i innych cennych substancji.

Liczące się złoża węgla położone są w 16 tylko krajach. Dwa z nich: Chiny i Korea Pomocna, wydobywają około 46 proc. węgla światowego, a jeśli dodamy 6 następnych krajów: Niemcy, Rosja, Indie, Australia, Polska i RPA, to w tych 8 krajach znajdzie się około 85 proc. złóż węgla. Na całym świecie wydobywa się i prawie w całości spala około 4,5 mld ton węgla rocznie, co oznacza trucie i zarazem marnotrawstwo bogactwa tworzonych przez dziesiątki i setki milionów lat. W Niemczech, najliczniejszym i najbogatszym kraju Europy, około połowy energii elektrycznej tworzy się w elektrowniach węglowych. Polska należy do krajów najbardziej zatruwanych spalaniem węgla. Niemcy ostatnio intensywnie przechodzą do czystych źródeł energii — do energii wiatru i słońca. W Polsce rozwój czystej energii odnawialnej jest bardzo powolny.

Trzeba dodać, że praca w kopalniach węgla jest niebezpieczna i szkodliwa. Co roku giną setki górników na całym świecie i nie znane są metody, które mogą zapewnić bezpieczeństwo. Głębokość kopalń osiąga nawet 1300 m (Wielka Brytania). Nieunikniony kontakt górnika z węglem, węglowodorami, pyłem i siarkowodorem wywołuje często raka skóry i choroby płuc.

Gaz ziemny. Jego spalanie również, choć w mniejszym stopniu niż ropy i węgla, zanieczyszcza biosferę i „płuca ludzi”. Tutaj też liczy się produkcja tylko 20 krajów.

Dwa z nich — USA i Rosja produkuje około 57 proc. gazu, a jeśli dodamy jeszcze 7 krajów: Kanada, Algier, Indonezja, Holandia, W. Brytania, Arabia Saudyjska, Iran, to te 9 krajów produkuje ok. 90 proc. światowego gazu. Obecnie eksploatuje się coraz więcej zasobów gazu spod dna oceanów.

Całkowita roczna produkcja światowa gazu wynosi około z 2300 km³ (napęczniony gigantyczny zbiornik o wysokości 1 km, szerokości 46 km i długości 50 km).

Zanieczyszczające źródła energii (ropa naftowa, węgiel kamienny, gaz ziemny) emitują rocznie do atmosfery około 20 mld ton gazu CO₂, który jest jednym z gazów cieplarnianych (głównym gazem jest para wodna) absorbującym część promieniowania słonecznego. Warto wspomnieć, że bez dwutlenku węgla i pary wodnej w atmosferze temperatura powierzchni Ziemi wyniosłaby około 18°C. Oznacza to, że zwiększenie stężenia gazów cieplarnianych ponad obecną wartość może podwyższyć temperaturę atmosfery, co spowoduje topnienie lodowców i w

konsekwencji podwyższenie poziomu oceanów i zalanie niżej położonych terenów. Trzeba jednak stwierdzić, że opisywany scenariusz ocieplania atmosfery wskutek „cywilizacyjnej” produkcji CO₂ jest słabo naukowo uzasadniony. Wiemy m.in., że głównym regulatorem zawartości dwutlenku węgla w atmosferze są oceany, w których rozpuszczone jest go około 45 proc.

Ocenia się, że w skali światowej wybuchy wulkanów znacznie przyczyniają się także do zanieczyszczenia atmosfery. Wielkie zmiany klimatyczne w historii biosfery były — i zapewne będą — wynikiem działalności Słońca. Trzeba jednak ostrzec, że nad wieloma miastami i okręgami przemysłowymi (np. w wielu miejscach na polskim Śląsku) atmosfera i woda bywają szkodliwe dla zdrowia. Za ilustrację niech posłuży historia Londynu. Jeszcze 50 lat temu, zgodnie z tradycją, około godziny 17 zapalało się co najmniej pół miliona kominków domowych zasilanych węglem lub drewnem. Zanieczyszczenie powietrza bywało tak silne, że wiele osób chorowało a nawet umierało. Obecnie palenie w kominkach węglem lub drewnem jest zabronione.

Spalanie drewna, głównie w celach opałowych i do przyrządzania pokarmów mniej zanieczyszcza atmosferę niż spalanie ropy, węgla i gazu. Około połowy drewna z wycinanych lasów jest spalana w biednych krajach Trzeciego Świata. Ale trzeba pamiętać, że drewno jest bardzo cennym materiałem budowlanym oraz głównym surowcem pokrywającym około 90 proc. produkcji papieru, którego zużycie ciągle rośnie.

Świat zużywa rocznie około 200 mln ton papieru („Świat Wiedzy”, nr 15). Spalanie drewna przyczynia się więc w połowie do wycinania lasów.

Wszystkie cztery zanieczyszczające biosferę i marnujące cenne substancje, źródła dostarczają światu prawie około 90 proc. energii: ropa około 34 proc., węgiel około 26 proc., gaz ziemny około 17 proc., drewno około 12 proc. Nadzieją jest to, że przez ostatnie parę lat zaczął maleć udział trujących i spalających cenne substancje źródeł energii na rzecz czystych, odnawialnych, niewyczerpywalnych i rozwojowych.

2.

Energia wiatru. Od zarania dziejów aż do dziś używana do komunikacji morskiej (wszelkiego rodzaju żaglowce) oraz w wiatrakach do mielenia zbóż i pompowania wody. Wiatry wystarczające do wydajnego poruszania odpowiednio zbudowanych śmigieł wieją w bardzo wielu rejonach świata. W Polsce około 60 proc. powierzchni kraju ma odpowiednie warunki do rozwoju energetyki wiatrowej; jednak rozwój elektrowni wiatrowych w Polsce jest mały (pracuje około 120 małych i kilka większych). Coraz więcej krajów, w tym głównie Niemcy, Hiszpania, Holandia, Dania oraz Wielka Brytania, która ma bardzo dobre „warunki wiatrowe”, powiększają ilość energii pozyskanej z siły wiatru. Niektóre stany USA budują systemy liczące po dziesiątki a nawet setki wiatraków, których prądnice zaopatrują w energię elektryczną okoliczne osiedla. W stanie Iowa olbrzymia „farma wiatrowa” o 200 turbinach, dostarcza energię do ok. 90 tys. domów.

W roku 2003 około 2 mln domów w Europie czerpało energię elektryczną z wiatru.

Już wiatr o prędkości 14 km/godz. może uruchomić elektrownię wiatrową. Jediną wadą wiatraków są generowane długie fale akustyczne, które zaburzają życie niektórych ptaków.

3.

Energia ruchu wody. Wodospady — naturalne i sztuczne. **Hydroelektrownie.** Od wielu wieków naturalne wodospady wykorzystywane były do poruszania kół z łopatami, które napędzały żarna młyńskie. W wielu regionach globu, zwłaszcza w terenach górzystych, wielkie prądnice napędzane spadającą wodą są czystym źródłem energii elektrycznej. Jediną wadą jest to, że tamy na rzekach i powstałe zbiorniki wody dość często powodują zaburzenie w środowisku przyrodniczym. Do rachunku ekonomicznego przy budowaniu elektrowni wodnych należy wliczać przewidywane straty ekologiczne, bowiem w niektórych rejonach mogą one przekroczyć oczekiwane korzyści ekonomiczne.

Fale morskie — ruch wody wywołany przez wiatr. Jest to źródło dość mało wydajne, ale stosowane w kilku krajach na świecie.

Pływy morskie — ruch wody w morzach wywołany przez Księżyc i Słońce. W niektórych miejscach przybrzeżnych (np. w Zatoce Fundy u wybrzeży Kanady) różnica poziomów wody morskiej między przyływem i odpływem dochodzi do około 16 m, co wywołuje rodzaj wodospadu, który jest wykorzystywany do napędzania odpowiednio zbudowanych prądnic. Wydajność tego typu źródeł nie jest duża, jednak jedna z nich położona we Francji ma moc 100 MW.

Energia słoneczna cieplna (heliotermałna) z różnego rodzaju kolektorów ogrzewanych promieniami słonecznymi. Słońce wysyła w kierunku Ziemi w ciągu sekundy olbrzymią energię promienistą (ok. 1350 W/m^2). Jeśli uwzględnimy wszystkie straty takie jak: pochłanianie i odbijanie atmosfery (40 proc.) okresy nocy (50 proc.), tylko 50 proc. wydajność kolektorów, co oznacza wykorzystanie tylko 1 proc. energii padającej na górne warstwy atmosfery, to z 1 km^2 na powierzchni Ziemi otrzymamy energię 1200 MJ (milionów dżuli) w ciągu dnia. Natomiast z powierzchni 14 proc. pustyni Sahary (1 miliona km^2) pokrytej kolektorami słonecznymi możemy otrzymać energię ok. $4 \times 10^{20} \text{ J}$ (dżuli) rocznie. Jest to, w przybliżeniu, całkowita energia jaką świat zużywa rocznie.

Kolektory umieszczone na dachach lub na ziemi składają się z ciemnych rurek (miedzianych lub gumowych), w których płynie woda (lub niezamarzająca ciecz) ogrzewana przez promienie słoneczne. Ogrzana woda spływa do dużych zbiorników, z których może być pobierana do użytku domowego. Jest to prosty, ale jednak mało wydajny sposób wykorzystania ogrzanej wody. O wiele lepszą metodą jest umieszczenie w dużym zbiorniku z ogrzewaną wodą wymiennika pompy ciepłej. Pompa ciepła jest to, mówiąc obrazowo, „odwrócona lodówka”: otwarte drzwi zanurzone w gorącej wodzie czerpią z niej ciepło ochładzając ją, natomiast gorąca sprężarka ogrzewa pomieszczenie. Już przy temperaturze 30°C wody w zbiorniku w którym umieszczony jest wymiennik, wydajność jest dwukrotna, tzn. połowę energii dostarcza prąd elektryczny sprężarki a drugą połowę Słońce. Zamiast wody używa się powietrza, roztworu soli glauberskiej lub glikolu. W Szwecji budowane są stawy o powierzchni kilkuset metrów kwadratowych pokryte specjalnymi „kocami” przepuszczającymi promienie słoneczne (w stawach umieszczone są wymienniki ciepła pompy ciepłej).

W Polsce np. na dachu budynku schroniska na Ornaku zbudowano 14 kolektorów słonecznych. Oprócz prostych w konstrukcji kolektorów płaskich używa się systemu zwierciadeł parabolicznych, które skupiają promienie na zbiorniku z wodą wytwarzając parę, która porusza prądnice.

Warto wspomnieć o najprostszym, tzw. biernym (*passive solar heating system*) sposobie częściowego ogrzewania pomieszczeń: na oszklonym i zasłanianym na noc tarasie ustawia się kilka słupów napełnionych wodą w dni słoneczne woda nagrzewa się; ciepło rozchodzi się po przyległym pomieszczeniu. W zimowe miesiące o temperaturach około -5°C może ten sposób dostarczyć około 20 proc. koniecznego ciepła.

Energia słoneczna „fotowoltaika” (helioelektryczna). W bateriach półprzewodnikowych ogniw fotowoltaicznych energia promieni słonecznych zamienia się wprost na energię elektryczną. Jest to najprostszy sposób wykorzystania energii słonecznej do prawie wszystkich celów. Baterie półprzewodnikowe są jednak droższe od kolektorów cieplnych. Jest to jedyne źródło energii sztucznych satelitów, sond i stacji kosmicznych. Podobnie jak kolektory termiczne, zestawy baterii fotowoltaicznych buduje się na dachach lub ustawia na gruncie. Uzyskaną energię elektryczną gromadzi się w akumulatorach lub przetwarza w specjalnych generatorach.

Japonia od co najmniej 6 lat przoduje w wykorzystywaniu energii słonecznej. Dzieje się to dzięki poparciu rządowemu.

Połowa zużywanej na świecie energii słonecznej wytwarzana jest w Japonii. W Niemczech dach pokryty 3200 bateriami fotowoltaicznymi produkuje moc 1 MW.

Geotermiczne źródła gorącej wody. W Polsce są liczne — i nie tylko na Podhalu — źródła geotermiczne o temperaturze wody około 60°C . Wydaje się, że najbardziej ekonomiczną metodą będzie tworzenie zakrytych basenów z gorącą wodą, w których umieści się wymienniki ciepła — pompy ciepłe. W Polsce dotychczas zbyt mało wykorzystuje się termiczne źródła.

Biomasy roślinne. Głównie chodzi tu o wierzbę krzewiastą (*salix viminalis*), która ma bardzo duży przyrost biomasy w ciągu roku (około 14-krotnie więcej niż las naturalny, tj. około 40 ton z hektara). Spalanie tej wierzby jest najprostszą i niewiele zanieczyszczającą metodą wykorzystania, ale nie najlepszą; dostarcza tylko energię cieplną oraz jest źródłem dioksyn (organiczne związki toksyczne o działaniu rakotwórczym). Najlepszą, ale i najbardziej złożoną metodą jest zgazowanie rośliny w specjalnych urządzeniach. Ocenia się, że uprawa tego „zielonego węgla” to wielka szansa dla polskiego rolnictwa, energetyki i biznesu.

Wodór i tlen. Głównym problemem techniczno-ekonomicznym jest metodą otrzymywania wodoru. Prace w tym kierunku są zaawansowane. Japońskie firmy samochodowe wyprodukowały kilka modeli aut z silnikami, w których następuje łączenie się wodoru z tlenem. Przypomnijmy, że paliwem w silnikach rakiet i sond kosmicznych jest właśnie wodór z tlenem.

Ogniwa paliwowe o różnorodnym składzie. Są to źródła na pograniczu przyszłościowych, ale z szybko rozwijającą się technologią. Najpraktyczniejsze ich zastosowanie znajdzie się w silnikach aut — elektrochemiczne silniki samochodowe.

Dotychczas na świecie jeździ po drogach około 650 mln pojazdów zasilanych benzyną, które

emitują ok. 3,7 mld ton dwutlenku węgla i innych zanieczyszczających atmosferę i płuca substancji. Wprowadzenie ogniwi paliwowych, których produktem „spalania” jest para wodna, w olbrzymim stopniu „oczyści” atmosferę.

W ogniwach przez elektrolit płynie prąd jonowy (podobnie jak w „klasycznych” akumulatorach). Jest bardzo wiele odmian ogniwi; różny bywa skład elektrolitów — są alkaliczne, kwasowe, z syntetycznych polimerów — główną substancją jest najczęściej wodór oraz platyna jako katalizator.

Elektrownie jądrowe. Oddzielną grupą współczesnych źródeł energii jest energia uzyskiwana z rozbitcia ciężkich jąder atomowych (głównie uranu i plutonu). Samo źródło energii nie zanieczyszcza biosfery, pozostaje jednak nie w pełni rozwiązany problem powstającego z rozpadu „popiołu” promieniotwórczego. W USA z 123 reaktorów energetycznych w elektrowniach jądrowych około 20 postanowiono zdemontować, co okazało się bardzo trudnym problemem z powodu odpadów promieniotwórczych zaturawiających teren. Na świecie jest czynnych około 450 bloków energetycznych w elektrowniach jądrowych w 34 krajach. Pozwoliło to zmniejszyć spalanie zaturawiających biosferę węgla (kamiennego i brunatnego) o około 150 mld ton albo gazu ziemnego o 20.000 km³.

Francja około 75 proc. energii czerpie z elektrowni jądrowych; podobnie Litwa; Belgia około 55 proc. Szwecja około 46 proc. Natomiast w Polsce zaawansowana budowa bardzo dobrej elektrowni jądrowej została — z bezsensownych powodów — przerwana, co należy ocenić jako bolesny cios wymierzony polskiej energetyce.

W związku z przystąpieniem do Unii Europejskiej Polska jest zobowiązana zmniejszyć „czarną energię” (ropę naftową, węgiel, gaz ziemny) a powiększyć „białą” (słoneczną, wiatru, wody, geotermalną) z 2,7 proc. do 7,5 proc. Nie będzie to łatwe. Trzeba jednak przyznać, że od kilku lat zauważa się w wielu miejscach kolektory i baterie słoneczne, systemy wiatraków, otwieranie gorących źródeł oraz pola (planuje się 25 tys. ha) zasiane wierzwą krzewiastą.

4.

Wymieńmy w końcu dwa przyszłościowe źródła energii.

Energię uzyskiwaną ze stacji słonecznych baterii fotowoltaicznych poza atmosferą Ziemi; energia będzie przesyłana promieniowaniem mikrofalowym na powierzchnię Ziemi. Prace w tym kierunku są już zaawansowane. Isaac Asimov, amerykański biochemik i pisarz (autor ok. 300 książek popularnonaukowych) skierował do prezydenta USA J. Cartera apel, w którym przedstawił dobrze opracowany projekt budowy satelitarnej fotowoltaicznej elektrowni słonecznej.

Najpotężniejsza energia Wszechświata zawiera się wszelako w opanowaniu sposobu syntezy izotopów wodoru deuteru i trytu.

Ten sposób wymaga uzyskania temperatury wnętrza gwiazd (setek milionów stopni) oraz — co jest najtrudniejsze — kontrolowania procesu; niekontrolowany jest bombą wodorową. Prace w tym kierunku są w toku. Deuteru jest w przyrodzie bardzo dużo, a tryt można dość łatwo otrzymać.

*

„Res Humana” nr 4-5/2004

Janusz Y. Ostrowski

Fizyk, emerytowany profesor, przez wiele lat mieszkał w USA. Był założycielem Polsko-Amerykańskiego Klubu Humanistycznego (wchodzącego w skład pierwszej Federacji Polskich Stowarzyszeń Humanistycznych). Aktualnie członek zespołu konsultacyjnego Prezydium Rady Krajowej Towarzystwa Kultury Świeckiej.

[Pokaż inne teksty autora](#)

(Publikacja: 26-11-2005 Ostatnia zmiana: 02-06-2013)

[Oryginał.](http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4477) (<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4477>)

Contents Copyright © 2000-2012 Mariusz Agnosiewicz

Programming Copyright © 2001-2012 Michał Przech

Właścicielem portalu Racjonalista.pl jest Fundacja Wolnej Myśli.
Autorem portalu jest Michał Przech, zwany niżej Autorem.

Żadna część niniejszych opracowań nie może być wykorzystywana w celach komercyjnych, bez uprzedniej pisemnej zgody Właściciela, który zastrzega sobie niniejszym wszelkie prawa, przewidziane w przepisach szczególnych, oraz zgodnie z prawem cywilnym i handlowym, w szczególności z tytułu praw autorskich, wynalazczych, znaków towarowych do tego portalu i jakiegokolwiek jego części.

Wszystkie elementy tego portalu, wliczając w to strukturę katalogów, skrypty oraz inne programy komputerowe są administrowane przez Autora. Stanowią one wyłączną własność Właściciela. Właściciel zastrzega sobie prawo do okresowych modyfikacji zawartości tego portalu oraz opisu niniejszych Praw Autorskich bez uprzedniego powiadomienia. Jeżeli nie akceptujesz tej polityki możesz nie odwiedzać tego portalu i nie korzystać z jego zasobów.

Informacje zawarte na tym portalu przeznaczone są do użytku prywatnego osób odwiedzających te strony. Można je pobierać, drukować i przeglądać jedynie w celach informacyjnych, bez czerpania z tego tytułu korzyści finansowych lub pobierania wynagrodzenia w dowolnej formie. Modyfikacja zawartości stron oraz skryptów jest zabroniona. Niniejszym udziela się zgody na swobodne kopiowanie dokumentów portalu Racjonalista.pl tak w formie elektronicznej, jak i drukowanej, w celach innych niż handlowe, z zachowaniem tej informacji.

Plik PDF, który czytasz, może być rozpowszechniany jedynie w formie oryginalnej, w jakiej występuje na portalu. **Plik ten nie może być traktowany jako oficjalna lub oryginalna wersja tekstu, jaki prezentuje.**

Treść tego zapisu stosuje się do wersji zarówno polsko jak i angielskojęzycznych portalu pod domenami Racjonalista.pl, TheRationalist.eu.org oraz Neutrum.eu.org.

Wszelkie pytania prosimy kierować do redakcja@racjonalista.pl