

Strebeyko, Piotr

Sprawozdanie z działalności Towarzystwa : Sprawozdanie Zarządu z działalności naukowej w 1990 r. : Odczyty przedstawione na Zebraniach Ogólnych : Światło słoneczne jako źródło energii

Rocznik Towarzystwa Naukowego Warszawskiego 53, 98-104

1990

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych oraz w kolekcji mazowieckich czasopism regionalnych mazowsze.hist.pl.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Różnie interpretowana obecność celtyzmów w językach słowiańskich trudno poddaje się analizie wobec znikomej wiedzy o dialektach celtyckich, z którymi w zamierzłej przeszłości mogli się zetknąć Słowianie.

Niewątpliwie istniały związki słowiańsko-irańskie, skala i charakter tych kontaktów, a także ich czas i miejsce powinny jeszcze podlegać dalszym szczegółowym badaniom. Dociekania dotychczasowe cechują bardzo znaczne różnice interpretacyjne.

W wypadku związków Słowian z Germanami najbardziej istotnym momentem jest dokładna chronologizacja poszczególnych etapów tych kontaktów. Stoi jej jednak na przeszkodzie brak dostatecznych kryteriów dla oddzielenia językowej warstwy gockiej od pragermańskiej.

Sumując wnioski wypowiedziane poprzednio: nie jesteśmy w stanie w sposób jednoznaczny określić lokalizacji pierwotnych siedzib słowiańskich ani za pomocą danych hydronimicznych, ani w świetle słowiańskich etnonimów, ani w świetle terminologii botanicznej i zoologicznej, ani opierając się na współczesnych słowiańskich podziałach leksykalnych. Wiemy jednakże, że Słowianie notoryczni, nie domniemani, wkraczają na arenę dziejową dopiero w VI w. n.e., rekonstrukcja zaś wczesnosłowiańskiego systemu fonetycznego i morfologicznego każe mówić o nadzwyczajnej jednolitości języka prasłowiańskiego, którą potwierdza trwające do dziś małe zróżnicowanie współczesnych języków słowiańskich. Są więc dane, by sądzić, że zróżnicowanie się fonetyczne Słowiańszczyzny nastąpiło dopiero w drugiej połowie pierwszego tysiąclecia n.e., w momencie nagłego rozprzestrzenienia się Słowian na znaczne obszary Europy południowej, północno-wschodniej, a najpewniej też północno-zachodniej. Można więc chyba mówić o demograficznej eksplozji, która skłoniła do ekspansji etnos słowiański, zajmujący uprzednio znacznie mniejsze obszary.

Istnieje cały szereg propozycji rozwiązania trudnego problemu etnogenezy Słowian. Ja wolałabym jednak wstrzymać się od bardziej szczegółowych rozstrzygnięć, gdyż po pierwsze, żadna z istniejących koncepcji w pełni mnie nie zadowala, po drugie, jestem zdania, że na podstawie faktów językowych nie można przeprowadzić pełnej rekonstrukcji przedhistorycznych dziejów Słowian.

Piotr Strebeyko

ŚWIATŁO SŁONECZNE JAKO ŹRÓDŁO ENERGII

W serii wykładów o źródłach energii, wygłaszanych na zebraniach Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, należy zwrócić uwagę również na światło jako nietypowe i dotychczas technicznie prawie wcale nie wykorzystywane, a ogromne źródło energii. Tylko rośliny od miliarda lat korzystają ze światła w procesie fotosyntezy. Obecnie jednak, wobec ciągle wzrastającego zapotrzebowania na energię i szybkiego wyczerpywania kopalnych surowców energetycz-

nych, wykorzystywanie światła jako źródła energii staje się problemem coraz bardziej nagłym, a w przyszłości może nawet nieuniknionym. Jest to problem międzynarodowy, dotyczący głównie krajów południowych o silnej insolacji, ale może i nasi specjaliści mogliby wziąć udział w rozwijaniu przyszłej technologii, wykorzystującej światło słoneczne jako źródło energii.

Światło było zawsze cenione przez człowieka. Już przed pięcioma tysiącami lat Babilończycy zbudowali w Sippar świątynię poświęconą Słońcu. Słońce czcili chyba wszystkie ludy pierwotne. Ze światła korzystamy od tysięcy lat, ale poznanie jego istoty i właściwości nie było łatwe. Natura rzeczy – jak stwierdził Kleantes – lubi się ukrywać. Istotnie, od Newtona do Plancka, Einsteina i Bohra upłynęło 240 lat badań, zanim zrozumiano, czym jest światło.

To, co nazywamy światłem, jest bardzo małą częścią niezmiernie szerokiego widma elektromagnetycznego. W świetle widzialnym długość fali światła czerwonego jest tylko dwukrotnie większa od długości fal światła fioletowego, a długość fal radiowych jest wiele bilionów razy większa od długości promieni gamma.

Pojęcie światła wynika tylko z właściwości naszego wzroku, a wzrok mamy bardzo ograniczony do jednej oktawy, lecz jest on przystosowany do odbioru tego promieniowania, z jakim się głównie stykamy. W widmie słonecznym 2% energii przypada na światło nadfioletowe, 54% – na widzialne i 44% – na podczerwone, którego już nie widzimy.

Źródłem promieniowania elektromagnetycznego w naszym układzie planetarnym jest dosyć młoda, nieduża gwiazda, zaliczana do żółtych karłów – nasze Słońce. Źródłem jego energii jest, jak wiemy, przemiana wodoru w hel. Ten proces dezintegracji atomów wyzwala równania Einsteina: $E = mc^2$ ogromną energię.

Źródłem światła na ziemi jest chromosfera Słońca o temperaturze około 6000 K. Przy tej temperaturze emitancja energetyczna chromosfery przekracza 73 MW z metra kwadratowego. Jest to moc niemałej elektrowni. Promieniowanie Słońca rozprzestrzenia się we wszystkie kierunki, rozprasza się i kiedy osiągnie Ziemię w odległości 150 milionów kilometrów, natężenie napromieniowania na granicy atmosfery ziemskiej wynosi tylko 1400 W na 1 m^2 . Jest to tzw. stała słoneczna.

Odbiór promieniowania przez oświetloną półkulę Ziemi zależy od kąta padania promieni świetlnych, a więc – od szerokości geograficznej, od pory roku i pory dnia, gdyż Ziemia się obraca. Natężenie napromieniowania jest w każdym miejscu inne. Jeżeli jednak wyobrazimy sobie płaski ekran o średnicy naszej geoidy, ustawiony prostopadłe do kierunku promieni słonecznych, to odbierze on całą energię przypadającą Ziemi.

Pole powierzchni takiego ekranu wynosiłoby 127 bilionów metrów kwadratowych. Jeżeli to pole powierzchni pomnożymy przez stałą słoneczną wyrażoną w watach na metr kwadratowy i przez liczbę sekund w roku, to otrzymamy ponad 5 kwadrylionów dżuli:

$$1,27 \cdot 10^{14} \text{ m}^2 \times 1,4 \cdot 10^3 \text{ Wm}^{-2} \times 3,156 \cdot 10^7 \text{ s} = 5,61 \cdot 10^{24} \text{ J}$$

Nie całe jednak promieniowanie dociera do samej powierzchni Ziemi; część jego ulega odbiciu od atmosfery ziemskiej, a część jest pochłaniana przez atmosferę. Według T. Kopcewicza (1949) powierzchnia Ziemi otrzymuje tylko 40% wartości stałej słonecznej, czyli $2,24 \cdot 10^{24}$ J rocznie.

Bardzo dużo energii pochłania parowanie wody. Ponad 70% pola powierzchni Ziemi zajmują oceany i morza. Parują też jeziora i rzeki na lądach; parują rośliny w procesie transpiracji. J. Gentilli (1958) ocenia, że parowanie wody pochłania rocznie $1,5 \cdot 10^{24}$ J.

Jest to ogromna pozycja w bilansie energetycznym Ziemi, jeżeli jednak od wartości energii, jaką powierzchnia Ziemi otrzymuje od Słońca, odejmiemy energię zużytą na parowanie wody, to pozostanie jeszcze ponad 700 000 trylionów dżuli (trylion dżuli uzyskuje się ze spalenia 31 milionów ton węgla; taką jednostką będą się posługiwać nadal, operując wartościami energii w skali planetarnej).

Poza tym bardzo istotnym zjawiskiem fizycznym, jakim jest parowanie wody, głównym odbiorcą energii świetlnej są rośliny zielone, wyposażone w specjalne barwniki: chlorofile i karotenoidy, pochłaniające światło. Z dwutlenku węgla i wody, przy udziale składników mineralnych i energii świetlnej rośliny wytwarzają najrozmaitsze związki organiczne. Fotosynteza dostarcza nam żywności, surowców włókienniczych i drewna; węgiel, ropa i gaz ziemny są produktami fotosyntezy sprzed kilkuset milionów lat.

Od wieków człowiek obserwował wzrost roślin, ale nigdy nie wiązał tego zjawiska ze światłem, a raczej – z ciepłem. Starożytni filozofowie, interesujący się zjawiskami przyrodniczymi, wyobrażali sobie, że rośliny wysysają glebę i z jej roztworów wytwarzają swój organizm. Poglądy takie przetrwały do czasów nowożytnych. Dopiero w końcu XVIII w., gdy zaczęła rozwijać się chemia, gdy znano już proces oddychania, J. Proestley zauważył, że rośliny wydalają tlen, a J. Ingenhousz (1779) wykazał, że się to odbywa tylko na świetle. Odkryto fotosyntezę, lecz dopiero w połowie XIX w., w związku z rozwojem termodynamiki, zrozumiano, że proces fotosyntezy wymaga dopływu energii, której źródłem dla roślin jest światło.

Nie można dokładnie określić, ile energii pochłania proces fotosyntezy w skali planetarnej; można to zrobić tylko w przybliżeniu. Głównym terenem fotosyntezy nie są lądy, lecz morza i oceany, które zajmują 71% pola powierzchni Ziemi. Mikroskopijne glony o rozmiarach setnych części milimetra, niedostrzegalne gołym okiem, ale bardzo liczne, zawieszane pod powierzchnią wody stanowią tzw. fitoplankton. Asymilują one dwutlenek węgla z wody bardzo intensywnie i przy dobrym zaopatrzeniu w światło i składniki mineralne rozmnażają się z szybkością do 30% na dobę. Stanowią one pokarm niewiele większych organizmów zwierzęcych, tworzących zooplankton, a oba planktony są pożywieniem ryb i wielu innych zwierząt morskich. Jeżeli woda nie zamarza, fotosynteza odbywa się przez cały rok. E. Steemann-Nielsen, profesor uniwersytetu w Kopenhadze, zorganizował w roku 1952 wielki rejs badawczy przez trzy

oceanu na statku „Galathea” i przeprowadził pomiary fotosyntezy swoją metodą izotopową w 184 punktach oceanów. Według wyników jego badań fotosynteza oceaniczna wiąże 20 miliardów ton węgla rocznie. Nie badał on jednak fotosyntezy na bardziej północnych i południowych terenach wodnych naszego globu. Tereny te są bardziej wydajne, niż spokojne wody równikowe, gdzie wskutek stratyfikacji cieplej górnej warstwy wody, w których odbywa się fotosynteza, słabo mieszają się z dolnymi i następuje wyczerpywanie składników mineralnych, co ogranicza fotosyntezę, mimo dobrego oświetlenia. Fotosynteza w środowisku wodnym sięga prawdopodobnie 30 miliardów ton związanego węgla rocznie.

W środowisku lądowym fotosyntezę ocenia się na 20 miliardów ton związanego węgla. Tylko 2/3 pola powierzchni lądów pokrywa bardziej lub mniej bujna roślinność. Resztę zajmują pustynie i wysokie góry, często pokryte wiecznym lodem.

Fotosynteza wodna i lądowa łącznie wiąże prawdopodobnie około 50 miliardów ton węgla rocznie. Przemiana dwutlenku węgla i wody w związki organiczne w procesie fotosyntezy wymaga wkładu prawie 40 kJ na 1 gram związanego węgla, więc asymilacja 50 miliardów ton węgla musi pochłaniać około 2000 trylionów dżuli.

Z obliczenia tego widzimy, że najpotężniejszy proces fotobiologiczny na Ziemi, jakim jest fotosynteza, wcale nie wyczerpuje zasobów energii dostarczanej Ziemi przez Słońce. Z ogromnej liczby ponad 700 000 trylionów dżuli fotosynteza pochłania mniej, niż 0,3%. Reszta energii powoduje ogrzewanie Ziemi (w wielu jej miejscach – ogrzewanie nadmierne). Zasoby energii świetlnej są wprost niewyczerpalne i mogą służyć wielu celom.

Różne są możliwości technicznego wykorzystywania energii promieniowania słonecznego. Przedstawienie tych technologii wymagałoby oddzielnych specjalistycznych referatów. W moim wstępnym, krótkim referacie mogę je tylko zasygnalizować i to raczej w aspekcie historycznym, gdyż aktualna ocena poszczególnych technologii należy do specjalistów.

Już Grecy wydobywali sól z wody morskiej przez jej odparowywanie promieniowaniem słonecznym. Sposób ten jest i obecnie stosowany w wielu krajach.

W północnych Chile, w Las Salinas zaczęto w roku 1872 destylować wodę morską, aby dostarczyć wody słodkiej robotnikom zatrudnionym przy eksploatacji złóż saletry na terenie pustynnym. Płytki zbiornik wody, nakryty szklanym pochylonym dachem, nagrzewa się promieniowaniem słonecznym i paruje, a para wodna skrapla się na szybach i woda spływa do kolektora. Podobne instalacje zbudowano na kilku wyspach greckich. Na wyspie Patmos instalacja o polu powierzchni 8600 m² dostarczała do 26 ton wody dziennie, czyli 3 litry z metra kwadratowego. W Anglii, Stanach Zjednoczonych i Australii skonstruowano doskonałe aparaty, które kosztem energii słonecznej, przy wielostopniowej destylacji, wykorzystując ciepło skraplania pary wodnej, destylują do 14 litrów wody z 1 m² instalacji.

Bardzo efektowne wyniki daje koncentrowanie promieniowania słonecznego przyrządami optycznymi. Zwykłym szkłem powiększającym możemy zapalić papieros. Lavoisier topił nawet platynę przy pomocy soczewek szklanych. Bardziej dogodne niż soczewki są zwierciadła paraboliczne. Wspaniałe piece słoneczne dużej mocy zbudowano w Algierii, Francji, Japonii, Stanach Zjednoczonych i Związku Radzieckim. Olbrzymi piec francuski we wschodnich Pirenejach – w Odeillo ma moc 1800 kW i daje temperaturę sięgającą 4000 °C. Piece słoneczne są doskonałymi aparatami dla specjalnych badań i zapewniają ogromną czystość chemiczną procesów, ale w gospodarce energetycznej nie mają większego znaczenia.

O wiele prostszym i tańszym sposobem wykorzystywania energii promieniowania słonecznego jest ogrzewanie budynków i wody. Czarna płyta pod szybą szklaną, umieszczona na dachu lub nasłonecznionej ścianie ogrzewa powietrze; ciepłe powietrze krąży i ogrzewa dom, albo oddaje ciepło kolektorowi, a kolektorem jest zbiornik wody lub hałda kamieni w piwnicy o masie np. 50 ton. Kolektor magazynuje ciepło w ciągu dnia, a oddaje w nocy; działa jak potężny piec kaflowy. Zamiast powietrza odbiornikiem ciepła może być cienka warstwa wody, spływająca po czarnej płycie. Przy nagrzewaniu płyty wykorzystuje się właściwość szkła, które łatwiej przepuszcza promieniowanie świetlne o krótszej fali, niż promieniowanie podczerwone, emitowane przez czarną płytę; jest to tzw. efekt cieplarniany. Poza tym stosuje się czarne farby o dużym współczynniku absorpcji ($= 0,95$), a małym – emisji ($= 0,1 - 0,2$), co pozwala na uzyskanie wyższej temperatury ciała ogrzewanego promieniowaniem. Różne są sposoby gromadzenia i wykorzystywania ciepła z promieniowania słonecznego. Ogrzewanie domów słońcem coraz bardziej się rozpowszechnia. Nawet w kraju położonym tak daleko na północy, jak Szwecja, słoneczne dogrzewanie mieszkań ma zmniejszać do połowy koszty zwykłego ogrzewania; oczywiście nie zastępuje go całkowicie. We Francji do roku 1990 prawdopodobnie zainstalowano słoneczne ogrzewanie w 400 tysiącach domów. Problem ogrzewania domów słońcem zasługuje na specjalny referat ze względu na możliwość stosowania tej techniki i w naszym kraju.

Bardzo interesującym przykładem przemysłowego wykorzystania energii słonecznej, w pewnym stopniu koncentrowanej zwierciadłami jest elektrownia parowa zbudowana przez „Luz International Ltd of Los Angeles” na pustyni Mojave w Stanach Zjednoczonych. Zwierciadła wklęsłe kierują promieniowanie słoneczne na czarne rury wypełnione specjalną cieczą, która ogrzewa się do 390°C i ogrzewa wodę, a para wodna porusza turbiny generatora energii elektrycznej.

Dużym osiągnięciem współczesnej elektroniki są fotoogniwa. Zjawisko fotoelektryczne, odkryte przez Hertza przed stu laty, doczekało praktycznego zastosowania w roku 1954, gdy zbudowano ogniwo krzemowe. W myśl równania Einsteina foton o dostatecznie dużej energii wyzwala elektron i nadaje mu odpowiednią prędkość. Światło staje się źródłem energii elektrycznej. Ogniwa

krzemowe pracują z wydajnością około 10%. Warto nadmienić, że rośliny lądowe magazynują w produktach fotosyntezy przeciętnie 1% energii, jaką w czasie wegetacji otrzymują w postaci światła. Wydajność fotoogniw jest więc bardzo duża w porównaniu z wydajnością fotosyntezy. Niestety, produkcja ogniw krzemowych jest skomplikowana i przez to bardzo kosztowna.

Nie tylko krzem może służyć jako surowiec do budowy fotoogniw. Ogniwo zbudowane z arsenku galu, który pochłania światło niebieskie, i z antymonku galu, który pochłania światło czerwone, pracuje z wydajnością przekraczającą 30%. Niestety, gal jest pierwiastkiem rzadkim, znacznie droższym od złota. Fotoogniwa umieszczone na dachu domu mogą zaopatrzyć jego mieszkańców w dostateczną ilość energii, gdyż natężenie napromieniowania wynosi kilkaset watów z jednego metra kwadratowego instalacji, ale fotoogniwa są kosztowne, używa się ich jako źródła energii głównie w pojazdach kosmicznych, w kalkulatorach lub zegarkach. A jednak „Azienda Energetica Municipale” w Milano zbuduje w roku 1991 instalację galową o mocy 1 MW, a „Tokyo Electric Power Co.” od roku 1989 buduje instalację o mocy 11 MW. Słoneczna elektrownia parowa na pustyni Mojave ma moc 80 MW.

Są to interesujące próby uzyskiwania energii elektrycznej z promieniowania słonecznego na skalę przemysłową. Przy takim przedsięwzięciu trzeba energię świetlną gromadzić z dużego pola powierzchni, bo natężenie napromieniowania, wynoszące średnio 40% stałej słonecznej, jest stosunkowo małe. Nasuwa się więc pytanie, jakie są możliwości zlokalizowania elektrowni słonecznych?

Najsilniejsza insolacja występuje w pasie 40° szerokości geograficznej północnej i południowej. Tam leżą największe pustynie świata: Sahara, Półwysep Arabski, południowo-zachodni Iran, zachodnie Indie, Azja Środkowa, Mongolia (poza równoleżnikiem 40°), północno-zachodnie Chiny, zachodnia Australia, północny Meksyk i stan Nevada w Stanach Zjednoczonych A.P. Można wyliczyć 23 duże tereny pustynne i półpustynne, gdzie średnia temperatura przez wiele miesięcy przekracza 30°C, a roczne opady nie przekraczają 100-150 mm. Według J. Bluthgena (1966) tereny pustynne i półpustynne zajmują ponad 30% pola powierzchni lądów. Same pustynie zajmują ponad 20 milionów km². Te „Ziemie Ognia”, te „Kraje Wielkiego Pragnienia” pełne słońca i krzemu czekają na zagospodarowanie. Należy dodać, że w wyżej wymienionym pasie 40° szerokości północnej i południowej na terenach nie pustynnych zamieszkuje około 80% ludności świata, więc zapotrzebowanie na energię i możliwości jej dostarczenia w postaci światła słonecznego są razem zlokalizowane.

Na podstawie danych statystycznych światowe zużycie energii w roku 1988, można ocenić na 360 trylionów dżuli, mianowicie:

węgiel kamienny 3,5.10⁹ ton X 32.10⁹ J/t = 114 . 10¹⁸ J

węgiel brunatny 1,25 ” ” x 28 ” ” = 36 ” ”

ropa 2,85 ” ” X 42 ” ” = 122 ” ”

gaz ziemny 66 ” ”

elektrownie wodne 12 ” ”

elektrownie jądrowe 6 " "

drewno opałowe 4 " "

razem $360 \cdot 10^{18}$ J

Światowe statystyki z pewnością nie oceniają dokładnie zużycia drewna opałowego, trochę energii dostarczają wiatraki, więc ogólna ilość zużywanej energii jest nieco większa, ale chyba nie przekracza 370 trylionów dżuli, podczas gdy na same tereny pustynne i półpustynne spływa rocznie około 200.000 trylionów dżuli energii społecznej. Przy dziesięcioprocentowej wydajności nie więcej niż 2% tych terenów mógłby pokryć obecne światowe zapotrzebowanie na energię. Ogromne są możliwości wyboru terenów dla elektrowni słonecznych.

Promieniowanie słoneczne jako źródło energii ma ogromne zalety: nie trzeba go wydobywać, spływa w ogromnych ilościach, jego przetwarzanie na energię elektryczną lub ciepłą w siłowniach parowych nie wydziela żadnych dymów i nie pozostawia żadnych odpadów, tak uciążliwych w elektrowniach węglowych i tak szkodliwych dla środowiska naturalnego. Odpady z elektrowni jądrowych są również bardzo kłopotliwe, a same elektrownie mimo doskonałych zabezpieczeń budzą powszechny lęk, czego najlepszym przykładem jest sprawa budowy elektrowni jądrowej w Żarnowcu. Problem stanowią koszty inwestycyjne, ale koszty w miarę rozwoju technologii dosyć szybko maleją.

Promieniowanie słoneczne jest głównym źródłem energii na przeludnionej Ziemi, a kopalne surowce energetyczne są już na wyczerpaniu, więc nawet niezależnie od kosztów inwestycyjnych musi dojść do masowego wykorzystywania energii świetlnej, jeżeli nie uda się opanować technologii fuzji nuklearnej.

2. SPRAWOZDANIE ZARZĄDU Z CZYNNOŚCI ORGANIZACYJNO-PORZĄDKOWYCH

a) *Sprawozdanie Sekretarza Generalnego*

W okresie sprawozdawczym tj. od dnia 31 grudnia 1990 r. pracami Towarzystwa kierował Zarząd wybrany dnia 10 marca 1989 r. Odbyły się dwa posiedzenia Prezydium: 30 stycznia i 2 maja, oraz 5 posiedzeń plenarnych Zarządu: 12 lutego, 24 maja, 21 czerwca, 19 października i 20 listopada.

W 1990 r. Zarząd zwołał 3 Ogólne Zebrania Naukowe: 23 stycznia, 20 marca i 19 kwietnia, na których ogłoszono 8 referatów oraz 1 uroczystą sesję naukową w dniu 23 listopada, poświęconą sto dziewięćdziesiątej rocznicy Towarzystwa Przyjaciół Nauk, na której ogłoszono 6 referatów. Ponadto Zarząd zwołał 2 Ogólne Zebrania Organizacyjno-Porządkowe: 9 marca i 30 października, przy okazji których ogłoszono 2 referaty.

W Wydziałach TNW ogłoszono 32 odczyty, w tym w Wydziale: I – 9, II – 5, III – 4, IV – 7, V – 5, VI – 2.