

Wytwarzanie energii na biegunie

Autor: dr inż. Grzegorz Barzyk

<http://barzyk-hobby.tk/>

Żyjemy w świecie, w którym energia elektryczna jest niezbędna do zasilania bardzo wielu urządzeń.

Wyobraźmy sobie, że nagle w domu „zabraknie prądu”. Nie działa wtedy telewizor, komputer, pralka, lodówka, nie ma światła...



Zastanów się:

Jakie urządzenia domowe potrzebują energii elektrycznej?

Energia elektryczna, czy też jak potocznie się mówi „prąd”, dociera do naszych domów za pośrednictwem sieci energetycznych prosto z elektrowni.

Do tego więc, by w domu można było korzystać z energii elektrycznej potrzeba stałego połączenia ze źródłem tej energii.



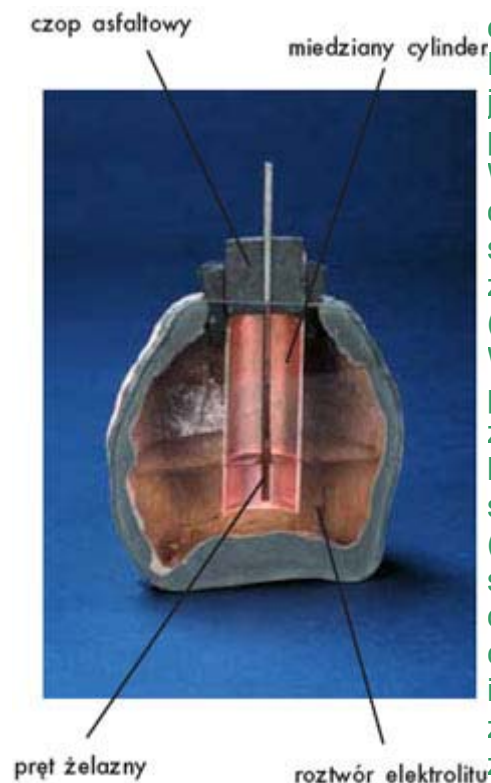
Zastanów się:

Czy wiesz gdzie jest najbliższa elektrownia? Jak wyglądają linie energetyczne?

Nie wszędzie jednak można w prosty sposób doprowadzić linie transportujące energię elektryczną. W takich przypadkach, chcąc używać odbiorników energii elektrycznej trzeba używać innych źródeł energii.



Czy wiesz że...



Często można spotkać się z opinią, że elektryczność została odkryta dopiero w XVII w. Dzisiejsze odkrycia archeologiczne dowodzą jednak, że elektrycznością ludzie posługiwali się już ponad dwa tysiące lat temu.

W 1936 roku podczas budowy linii kolejowej w okolicach Bagdadu (Irak) robotnicy odkryli starożytny grób. Wezwani archeolodzy stwierdzili, że pochodzi on z okresu władzy Partów (w przybliżeniu od 250r p.n.e. do 25 r. n.e.). Wewnątrz grobu, naukowcy oprócz wielu innych przedmiotów odnaleźli owalny, gliniany dzbanek z niezwykle dziwną zawartością. W jego wnętrzu kryła się bowiem miedziana rura zamknięta z jednej strony, żelazny pręt i trochę bitumicznych okruszków (asfaltu). W 1967 roku brytyjski fizyk Walter Winton stwierdził, że po wlaniu do miedzianego naczynia dowolnego kwasu (np. octu winnego lub kwasu cytrynowego) pomiędzy elektrodami (miedzią i żelazem) pojawia się napięcie rzędu 0,5V! Dziś znaleziony przedmiot określa się mianem "baterii z Bagdadu".

Źródło: Dawne wynalazki, James P, Thorpe N., Świat książki, Warszawa 1997



Zastanów się:

Czy w domu są urządzenia, które mogą pracować nie podłączone do sieci energetycznej?

W wielu przypadkach urządzenia, które zasilane są ze źródeł nie wymagających współpracy z siecią energetyczną (tzw. źródeł autonomicznych), wykorzystują do tego celu mniej lub bardziej specjalistyczne baterie (akumulatory energii).



Zastanów się:

Czy możesz powiedzieć, jakie wielkości (parametry) charakteryzują typową baterię używaną np. w latarce?



Czy wiesz że...

Akumulator (bateria) magazynuje energię elektryczną w postaci energii chemicznej. Miarą pojemności akumulatora jest ładunek elektryczny, który można z niego pobrać. Niektóre baterie (akumulatory) można wielokrotnie ładować i rozładowywać, a niektóre są przeznaczone tylko do jednokrotnego wykorzystania.

Napięcie (jednostka pomiarowa: Volt) akumulatora elektrycznego (baterii) zależy od rodzaju i liczby zastosowanych tzw. ogniw galwanicznych.

W 1859 roku Francuz Gaston Planté wykonał pierwsze, w pełni użyteczne ogniwo galwaniczne dające się ponownie ładować. Użył do tego dwóch kawałków folii ołowianej, które oddzielił kawałkiem flaneli, a następnie zwinął folię i zanurzył w kwasie. Tak zbudowane ogniwo naładował przyłączając je do źródła prądu elektrycznego.

W 1904 r. Edison zbudował pierwszy akumulator zasadowy niklowo-żelazowy. Pięć lat wcześniej Waldmar Jungner ze Szwecji zbudował akumulator niklowo-kadmowy (Ni-Cd), który obecnie jest jeszcze stosowany w wielu rozmaitych urządzeniach (przenośne radia, magnetofony, telefony, laptopy, czy kamery wideo).

Źródło: PTPiREE, Moja Energia

Obecnie ok. 30 % mieszkańców Ziemi wciąż nie ma dostępu do systemów (sieci) energetycznych zapewniających dostawę energii elektrycznej. Sytuacja ta, w połączeniu z rosnącymi potrzebami energetycznymi ludzkości i zmniejszającymi się zasobami paliw kopalnych skłania do coraz szerszego wytwarzania energii elektrycznej w oparciu o odnawialne źródła energii.

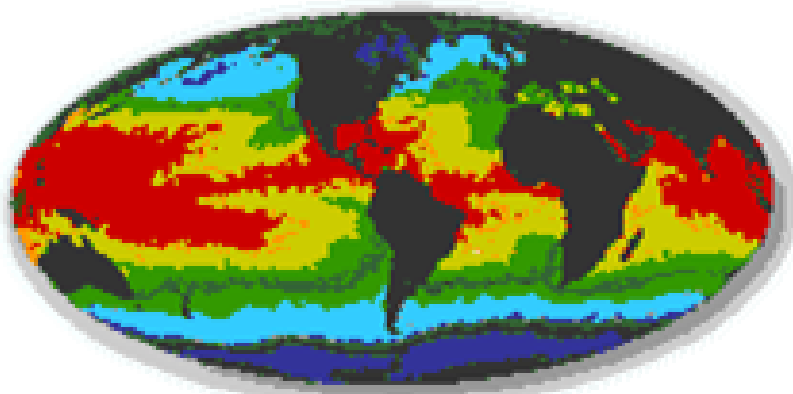
Terminem „odnawialne źródła energii” określa się te, które jako swe źródło w procesie wytwarzania wykorzystują energię promieniowania słonecznego, wiatru, energię wód, geotermię (energję ciepła ziemi), a także energję pozyskiwaną z biomasy lub biogazu.



Zastanów się:

Czy wiesz gdzie w Twojej okolicy wykorzystuje się odnawialne źródła energii?

Energia promieniowania słonecznego stanowi największe źródło energii, którym dysponuje człowiek. W Polsce występują jednak średnie warunki nasłonecznienia. W porównaniu z Włochami mamy np. ponad 60% „mniej słońca” rocznie.



Zdjęcie wykonane kamerą termowizyjną z satelity NASA, NOAA-7, lipiec 1984

Z opracowanej dla Polski mapy zasobów energii słonecznej wynika, że najlepsze warunki występują we wschodniej części Polski. Wielkość promieniowania słonecznego w Polsce szacuje się na 1,4 do 1,7 kW/m² rocznie. Oznacza to 1,1 x 10⁶ PJ rocznie w przeliczeniu na powierzchnię kraju (głównie od kwietnia do września - około 80%).



Czy wiesz że...

Aby nie operować tysiącami, milionami i miliardami do opisu bardzo dużych i bardzo małych wielkości, stosuje się przedrostki. W poniższej tabeli zostały one zestawione wraz z nazwami wielkości będących mnożnikami.

Nazwa przedrostka	Oznaczenie	Znaczenie
eksa	E	10 ¹⁸ = 1 000 000 000 000 000 000
peta	P	10 ¹⁵ = 1 000 000 000 000 000
tera	T	10 ¹² = 1 000 000 000 000
giga	G	10 ⁹ = 1 000 000 000
mega	M	10 ⁶ = 1 000 000
kilo	k	10 ³ = 1 000
hekto	h	10 ² = 100
deka	da	10 ¹ = 10
-	-	10 ⁰ = 1
decy	d	10 ⁻¹ = 0,1
centy	c	10 ⁻² = 0,01
mili	m	10 ⁻³ = 0,001
mikro	μ	10 ⁻⁶ = 0,000 001
nano	n	10 ⁻⁹ = 0,000 000 001
piko	p	10 ⁻¹² = 0,000 000 000 001
femto	f	10 ⁻¹⁵ = 0,000 000 000 000 001
atto	a	10 ⁻¹⁸ = 0,000 000 000 000 000 001

Pozyskanie energii słonecznej jest jednak małym problemem w stosunku do kwestii jej odpowiedniego zmagazynowania i spożytkowania we właściwym czasie. Promieniowanie słoneczne jest wykorzystywane głównie w rolnictwie, ciepłownictwie (cieplne kolektory słoneczne) oraz elektroenergetyce. Poprzez konwersję (proces przetworzenia) w ogniwach fotowoltaicznych energia promieniowania słonecznego może być z łatwością zamieniona na energię elektryczną (prąd). Największe szanse rozwoju w krótkim okresie czasu mają jednak technologie oparte na wykorzystaniu kolektorów słonecznych.

Kolektory słoneczne są to urządzenia wychwytyjące energię słoneczną i zamieniające ją na energię ciepłą. Zazwyczaj instalowane są w dachach budynków. Kolektory są najczęściej stosowane do podgrzewania wody użytkowej, wody w przydomowych basenach, a czasem także jako ogrzewanie domów. Różne przeprowadzane w Polsce analizy wykazały, że dzięki energii promieniowania słonecznego można zaoszczędzić około 70% energii konwencjonalnej w procesach przygotowywania ciepłej wody użytkowej i około 20% w procesach ogrzewania pomieszczeń.

Energię promieniowania słonecznego wykorzystuje się również w Arktyce (i Antarktyce). Ciekawe jest np. to, że roczna ilość promieniowania słonecznego docierająca do bieguna południowego jest często porównywalna z ilością, jaką otrzymuje analogiczny powierzchniowo obszar Ziemi w tzw. szerokościach pośrednich, mimo tego, że na biegunie przez blisko pół roku panuje noc! Tłumaczone to jest wzniesieniem kontynentu oraz cieńszą aniżeli gdzie indziej powłoką atmosfery.

Nasłonecznienie w różnych szerokościach geograficznych przy bezchmurnym niebie:

Położenie	Szerokość geograficzna	Nasłonecznienie (kW/m ²)		
		maksymalne	minimalne	roczne
Równik	0	6,5 - 7,5	5,8 - 6,8	2200 - 2300
Zwrotnik Raka	23 ½	7,1 - 8,3	3,4 - 4,2	1900 - 2300
Szerokość pośrednia	45	7,2 - 8,5	1,2 - 1,7	1500 - 1900
Polska centralna	52	7,0 - 8,4	0,5 - 0,8	1400 - 1700
Koło podbiegunowe	66 ½	6,5 - 7,9	0	1200 - 1400

To, że promieniowanie słoneczne nie powoduje na biegunach znacznego podwyższenia temperatury związane jest z faktem, że przeważająca część otrzymanego promieniowania jest „odbijana” od białej przestrzeni śniegu i wraca do przestrzeni kosmicznej.

Badacze polarni często wykorzystują kolektory słoneczne do zasilania sprzętu, oświetlenia czy też ogrzewania. Na zdjęciu pokazano montaż kolektorów słonecznych (o mocy 450 Watów) na zboczu góry Erebus



Zdjęcie: Mark Sabbatini/The Antarctic Sun



Zastanów się:

Czy wiesz gdzie w Twojej okolicy wykorzystuje się energię promieniowania słonecznego?

Inną formą energii słonecznej związanej bezpośrednio z ruchem atmosfery jest **energia wiatru**.

Wiatr jest wywołany przez różnicę w nagrzewaniu lądów i mórz, biegunów i równika (czyli przez różnicę ciśnień między poszczególnymi strefami cieplnymi) oraz przez siłę Coriolisa związaną z obrotowym ruchem Ziemi. Ocenia się, że ok. 1-2% energii słonecznej dochodzącej do Ziemi ulega przemianie właśnie na energię kinetyczną wiatru.

Wiatry wiejące nad powierzchnią lądów, wg naukowców, niosą ze sobą potencjał energetyczny o mocy 40 TW.

Zasoby energii wiatru uważane są za niewyczerpalne, ponieważ wiatry są stale podtrzymywane przez Słońce. W przypadku wiatrów wiejących nad otwartym morzem, tam gdzie głębokość pozwala na instalowanie siłowni wiatrowych, ich moc energetyczną ocenia się na 20 TW.

Do końca 2004 roku w świecie zainstalowano w generatorach elektrowni wiatrowych ponad 40 tys. MW mocy!

Najczęściej stosowane rozwiązania elektrowni wiatrowych oparte są na „klasycznym” układzie trójpłatowego rotora o poziomej osi obrotu.



Zdjęcie parku wiatrowego Tauern: <http://www.tauernwind.com>

Elektrownie wiatrowe stosuje się z powodzeniem w różnych warunkach klimatycznych. Są spotykane zarówno w klimacie umiarkowanym, na pustyni, wysoko w górach jak i okolicach podbiegunowych.

Przykładem wdrożonego rozwiązania elektrowni wiatrowej do zasilania stacji polarnej "Georg von Neumayer" (70°37'S, 8°22'W) jest turbina wiatrowa o mocy 20 kW o sympatycznej nazwie: „Willy”:



źródło: <http://www.awi-bremerhaven.de/MET/Neumayer/>

Warto wiedzieć, że średnia prędkość wiatru w Antarktyce sięga 6,5m/s, a jego porywy nawet do 88 m/s, przy czym średnia temperatura powietrza waha się tam pomiędzy -81°C a -14°C.

Znacznie gorsza dla samopoczucia oraz pracy urządzeń jest jednak tzw. temperatura odczuwalna (związana z wilgotnością oraz prędkością wiatru). Osiąga ona tam nawet -100°C !

Tak ciężkie warunki pogodowe powodują, że w wielu przypadkach instalowane urządzenia osiągają wydajność znacznie mniejszą od założonej.

Niskie temperatury są np. przyczyną powstawania oblodzeń, które w przypadku obracających się śmigieł elektrowni wiatrowych mogą być „wyrzucane” na spore odległości – stanowiąc poważne niebezpieczeństwo dla zdrowia i życia.



źródło: Goodrich company



Zastanów się:

Czy wiesz gdzie najbliżej Twojej miejscowości stoją elektrownie wiatrowe?

Z uwagi na brak możliwości połączenia stacji polarnych z kontynentalnymi sieciami energetycznymi, stacje te najczęściej zasilane były z generatorów spalinowych (Diesla).

Generatory te były źródłem energii elektrycznej i cieplnej. Ich wykorzystanie związane jest jednak z koniecznością nieustannego uzupełniania zapasów paliwa, a efektami pracy oprócz generowanej energii są także odpady oraz spaliny.

Emisja zanieczyszczeń, szczególnie w obszarach podbiegunowych, w których warstwa ozonowa chroniąca naszą atmosferę jest niezwykle cienka, jest zjawiskiem wysoce niepożądanym.



Czy wiesz że...

Oprócz światła widzialnego Słońce wytwarza m. in. niewidoczne dla oka ludzkiego promieniowanie ultrafioletowe (zwane też nadfioletowym). Jest ono niebezpieczne, ponieważ uszkadza materiał genetyczny komórek skóry, w wyniku czego przyspiesza ich starzenie się. Może także wywołać zmiany nowotworowe, tj. raka. Organizm ludzki broni się przed ultrafioletem poprzez brązowienie skóry, czyli opaleniznę. Ultrafiolet jest też zabójczy dla innych organizmów, np. dla drobnych glonów. Większa część promieniowania nadfioletowego jest zatrzymywana w górnych partiach atmosfery. Tę część atmosfery nazywamy stratosferą. Jest ona bogata w ozon - alotropową odmianę tlenu złożoną z trzech atomów. Zwykle o pokładach

ozonu w stratosferze mówi się jako o warstwie ozonowej. **Warstwa ozonowa** rozciąga się na wysokości ok. 20-35 km, a jej wielkość zmniejsza się wraz z rosnącymi zanieczyszczeniami emitowanymi przez cywilizację.

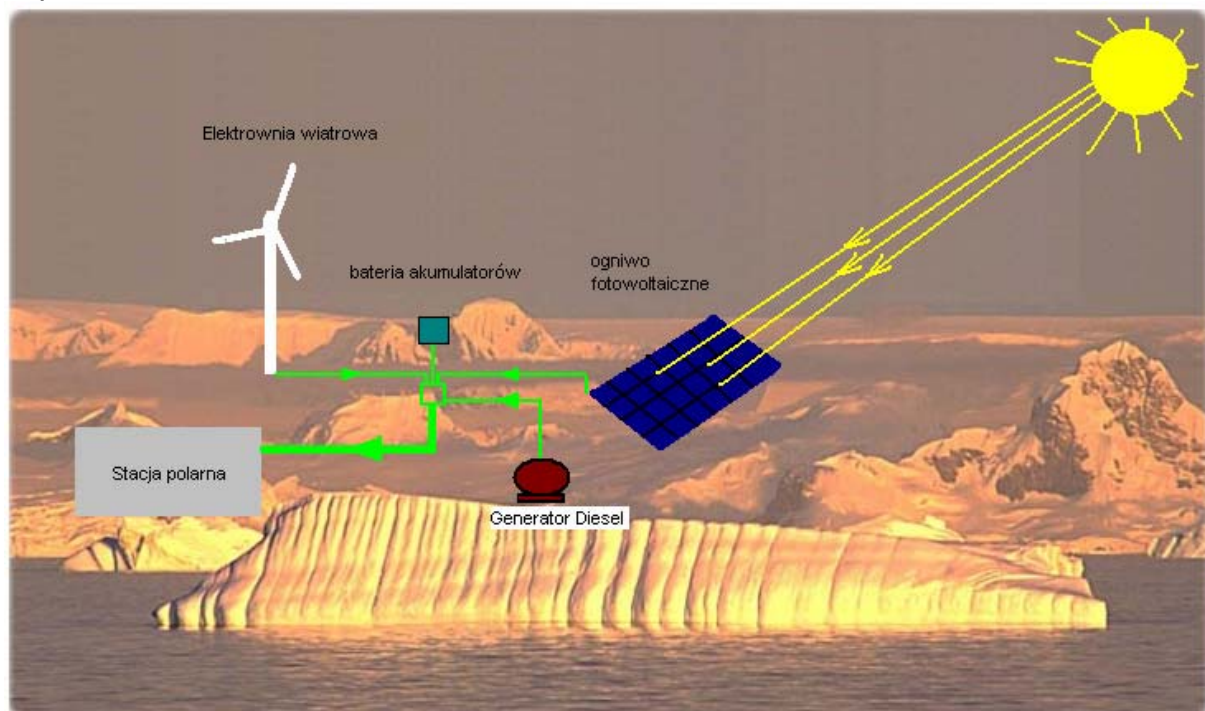
O ile w Arktyce znaczne zmiany w powłoce ozonowej są nieregularne, o tyle utrata ozonu nad Antarktyką zdarza się praktycznie co roku, począwszy od końca lat 80.

Naukowcy twierdzą, że zmniejszenie warstwy ozonowej prowadzi w sposób bezpośredni do wzrostu poziomu promieniowania ultrafioletowego, co będzie miało duże, niekorzystne znaczenie dla zdrowia mieszkańców Ziemi.

Fakt występowania potencjału źródeł odnawialnych, przy jednoczesnej chęci zmniejszenia emisji zanieczyszczeń spowodowanych pracą generatorów spalinowych spowodował, że w warunkach okołobiegunowych coraz częściej do zasilania stacji polarnych wykorzystuje się tzw. układy hybrydowe.

W układach tych oprócz tradycyjnych generatorów spalinowych wykorzystuje się także kolektory słoneczne i elektrownie wiatrowe.

Ze względu na duże wahania mocy dostarczanej przez źródła odnawialne (jak np. wiatr), w układach hybrydowych dodatkowo stosuje się akumulatory. Umożliwiają one gromadzenie nadwyżek energii pochodzących ze źródeł w okresach zmniejszonego poboru oraz oddawanie odbiorcy zgromadzonej energii w wypadku zwiększonego zapotrzebowania.



Rysunek: własny Autora

Podstawowym elementem stosowanego układu hybrydowego jest szyna napięcia stałego, do której podłączone są równolegle wszystkie składniki systemu. Elektrownia wiatrowa, kolektor słoneczny, generator Diesla i bateria akumulatorów, włączane są w układ pracy poprzez odpowiednie urządzenia energoelektroniczne. W sytuacji, gdy warunki atmosferyczne na to pozwalają, elektrownia wiatrowa i kolektor słoneczny pracują wytwarzając energię elektryczną, która jest wprowadzana do układu. Nadmiar tak wyprodukowanej, a nie wykorzystanej energii elektrycznej ładuje baterie akumulatorów. Przez to, nawet gdy elektrownia wiatrowa i (lub) kolektor słoneczny nie pracują, zmagazynowaną w akumulatorach energię

elektryczną można nadal wykorzystywać (rozładowując akumulatory). W przypadku deficytu energii dostarczanej z elektrowni wiatrowej, kolektora słonecznego lub rozładowania akumulatora, automatycznie zostaje załączony generator Diesla. Na zdjęciu poniżej pokazano istniejący układ hybrydowego zasilania Stacji polarnej Warden (Ellesmere Island National Park w Arktyce Kanadyjskiej).



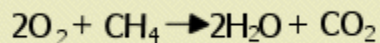
źródło: <http://www.canren.gc.ca/>

W ostatnich latach, w ramach poszukiwań nowych źródeł energii poświęca się wiele uwagi ogniwoom paliwowym.



Czy wiesz że...

W roku 1839 fizyk brytyjski William R. Grove zademonstrował, że podczas elektrochemicznej reakcji łączenia wodoru z tlenem powstaje prąd elektryczny. Urządzenie, w którym zaobserwował taką reakcję nazwano ogniwoem paliwowym. Zasada działania ogniwa oparta jest o sumaryczną reakcję elektrochemiczną.



Oparte na tym zjawisku ogniwa paliwowe przez ponad wiek były jedynie ciekawostką mimo, że są one źródłem potencjalnie ogromnej energii, nie mają części ruchomych, działają bezszumowo, a ich jedyną substancją odpadową jest... woda.

Dopiero w latach sześćdziesiątych XX wieku lekkie i zwarte (choć drogie) odmiany ogniw paliwowych zaczęto instalować w statkach kosmicznych. Dziś technologię tę, próbuje się wykorzystać w wielu nowych zastosowaniach, w tym do zasilania telefonów komórkowych, komputerów przenośnych, domów i mieszkań oraz elektrycznych silników samochodowych.

Typowe ogniwa paliwowe jako paliwo wykorzystują wodór. Ten może być wytwarzany również na biegunie, a jego źródłem może być np. pokrywa lodowa!

W procesie odzyskania wodoru z lodu (wody) można wykorzystać np. elektrownie wiatrowe i kolektory słoneczne.

W produkcję wodoru z wody za pośrednictwem elektrowni wiatrowych zaangażowały się największe ośrodki naukowe w świecie. W ten sposób produkowany jest wodór m.in. przez koncern Shell.

Na początku obecnego stulecia, opracowano ponadto technologię produkcji ogniw paliwowych zasilanych brudną wodą.

Na Uniwersytecie Stanowym Pensylwania wykonano prototyp ogniwa, które usuwa z wody do 78% substancji organicznych i produkuje przy tym do 200 mW mocy na metr kwadratowy powierzchni elektrody. Umożliwia to zasilanie niewielkiej żarówki.

Mikrobiologiczne ogniwo opiera się na bakterii, która żywi się substancjami biologicznymi znajdującymi się w wodzie i produkuje prąd na drodze metabolizy. Bakterie "pracują" na 8 grafitowych anodach o powierzchni 232 centymetrów kwadratowych. Oprócz nich, w plastikowym walcu o długości 15,2 cm i średnicy 6,35 cm badacze umieścili katodę i membranę wymiany protonów.

Do czego może to doprowadzić?

A do tego, że być może już niedługo np. do baku samochodu będziemy lali wodę, a jedynym produktem odpadowym będzie... woda!



Zastanów się:

Co to może oznaczać dla obszarów o dużej ilości zasobów wody (czyli m.in. dla obszarów podbiegunowych)?



Pytanie konkursowe

A jak wg Ciebie będzie wyglądał pojazd przyszłości. Czym będzie on zasilany?

Literatura:

<http://www.antarcticconnection.com/>

<http://www.awi-bremerhaven.de/MET/Neumayer/>

<http://www.canren.gc.ca/>

<http://www.polar.org/antsun/>

James P, Thorpe N., Dawne wynalazki, Świat książki, Warszawa 1997

**Niniejsze opracowanie wykonano dla Fundacji Marka Kamińskiego
w ramach Szkoły pod Biegunem
<http://szkola.kaminski.pl/>**