



## CZTERY ŻYWIOŁY

# WODA - ŻYCIODAJNY ŻYWIOŁ

*Opracowała: mgr Milena Majewska*

Podstawowym czynnikiem warunkującym życie na Ziemi jest woda. Na początku jednak na Ziemi jej nie było. Ze względu na korzystne położenie naszej planety, w średniej odległości od Słońca, i co z tym związane, stosowną temperaturę na jej powierzchni, możliwe stało się pojawienie na niej wody i narodziny życia. Sam proces powstania wody jest nadal nie do końca jasny dla naukowców.

Doktryna naukowa przyjmuje za najbardziej prawdopodobne dwie hipotezy wyjaśniające fakt pojawienia się wody na Ziemi:

- **HIPOTEZĘ SOLARNĄ** - zakłada, że woda powstała w wyniku wiązania się z tlenem w atmosferze wodoru, docierającego na Ziemię wraz z wiatrem słonecznym;
- **HIPOTEZĘ ZIEMSKĄ** – zgodnie z którą woda pojawiła się

w czasie krzepnięcia skorupy ziemskiej: para wodna była wówczas składnikiem magmy i jako element lotny uwalniała się podczas jej zastygania. Procesy topnienia i krzepnięcia materiału z częściowo roztopionego wnętrza Ziemi zachodziły wiele razy. Atmosfera Ziemi oraz oceany są prawdopodobnie rezultatem tych procesów. Gdy temperatura Ziemi wzrastała i skały ulegały topnieniu, wodór i tlen zamknięty w minerałach były uwalniane i przemieszczały się ku powierzchni jako para wodna zmieszana z innymi gazami. Kiedy powierzchnia Ziemi ochładzała się, para wodna skraplała się, tworząc oceany.

Kluczowym niemniej jednak elementem pozwalającym na występowanie wody na Ziemi jest jej odległość od Słońca. Ziemia obiega bowiem Słońce po orbicie oddalonej od niego

średnio 149 mln km. Taka odległość orbity Ziemi od Słońca sprawia, że panują u nas umiarkowane temperatury – średnia temperatura na powierzchni Ziemi wynosi około 16°C. Dlatego też na Ziemi spotykamy wodę w trzech stanach skupienia: gazowym, płynnym i stałym. Występowanie wody w stanie ciekłym na Ziemi możliwe jest dzięki specyficznemu położeniu jej orbity względem Słońca, ale także dzięki jej ruchowi obrotowemu oraz powłoce z gazów atmosferycznych. Gdyby Ziemia nie posiadała ochrony w postaci atmosfery, intensywne promieniowanie słoneczne powodowałoby parowanie wody na dużo większą skalę.

Nasza planeta osnuta jest swoistą powłoką wodną, tzw. hydrosferą, która występuje właśnie w trzech stanach skupienia: stałym - pod postacią lodu, gazowym – jest to para wodna w atmosferze i ciekłym



Źródło: <http://fotoblogia.pl/images/2009/07/full-earth-photo-el199600155-sw.jpg> (Grafika nr 1)

Brazylia, Norwegia i Francja (Chiny i Indie ze względu na gęstość zaludnienia są ubogie w wodę, a Norwegia i Brazylia są w nią bogate). Obszary rzeczywistych nadwyżek dostępnych zasobów wodnych są niewielkie. Polska jest niestety jednym z najuboższych w wodę krajów europejskich. Wielkość zasobów wodnych stawia nas na 26 miejscu w Europie. Do tego wlicza się także sumę opadów rocznych na danym obszarze.

Od początku istnienia ludzkości woda stanowiła nieodłączne źródło życia. Według podstawowej definicji woda, inaczej tlenek wodoru ( $H_2O$ ), to:

*„związek chemiczny bardzo rozpowszechniony w przyrodzie, dobry rozpuszczalnik, woda naturalna zawiera rozpuszczone gazy i sole (szczególnie dużo – woda morska i mineralna); niektóre stałe fizyczne wody obrano za podstawę wzorców, np. punkt potrójny wody posłużył do zdefiniowania jednostki i skali temperatury<sup>1</sup>”.*

<sup>1</sup>Encyklopedia popularna PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.

– woda w jeziorach, rzekach, morzach i oceanach. Woda znajduje się także w zamieszkujących Ziemię organizmach żywych.

Współcześnie zasoby wodne hydrosfery szacuje się na 1 mld 386 mln  $km^3$ . Przy czym 97% światowych zasobów wody zgromadzone jest w oceanach. Ogromna większość globalnych zasobów wody to oczywiście wody słone. Woda słodka na Ziemi, zgodnie z przyjmowanymi szacunkami, stanowi zaledwie 2,5% ogólnych zasobów wód, czyli około 35 mln  $km^3$ . Najwięcej słodkiej wody zgromadzone jest na Antarktydzie (ponad 61%), głównie w postaci lodowców i pokrywy śnieżnej. Lodowce i stała pokrywa śnieżna na całej Ziemi gromadzi prawie 69% zasobów wód słodkich (co stanowi 2% świato-

wych zasobów wody). Drugim głównym ich źródłem są wody podziemne gromadzące ok. 30% zasobów wód słodkich (co równe jest 0,6 % światowych zasobów wody). Dostępne dla człowieka wody słodkie (wody rzek, słodkich jezior, płytkie wody podziemne) stanowią zaledwie 0,4% objętości wszystkich wód słodkich. Woda słodka, tak ważna dla rozwoju człowieka, nie jest rozmieszczona na kuli ziemskiej równomiernie. Istnieją regiony deficytu i nadwyżki wody, a brak słodkiej wody pitnej jest klęską, z którą boryka się wiele krajów, szczególnie afrykańskich. Obszary z niedoborem wody lub poważnie nim zagrożone stanowią większość. Największymi zasobami wód płynących, mierzonymi odptywami rzek, dysponują kraje byłego Związku Radzieckiego, Chiny, Indie,



Woda jest jedną z najpowszechniejszych substancji na Ziemi, która posiada wiele niezwykłych właściwości. Jest niezbędna do utrzymania życia, a jej cechy decydują o charakterze oceanów atmosfery i lądów. Woda to zatem związek chemiczny, składający się z wodoru i tlenu. Wzór cząsteczki wody –  $H^2O$  – przedstawił Brytyjczyk, sir Humprey-Davey. Budowa cząsteczki wody jest „trójkątna”: posiada tlenową „głowę” i wodorowe „ogony”. Wygląda tak, ponieważ atom tlenu ma ładunek ujemny, a dwa atomy wodoru mają ładunek dodatni. Dodatkowo naładowane atomy wodoru i ujemnie naładowany atom tlenu przyciągają się nawzajem, natomiast dwa dodatnio naładowane atomy wodoru odpychają się. Cząsteczka wody jest więc cząsteczką polarną. Struktura cząsteczki wody określa jej właściwości fizyczne.

Jak już wspomniano wcześniej, woda na Ziemi występuje w trzech stanach skupienia: stałym, ciekłym i gazowym. W stanie stałym nazywa się ją lodem, a w stanie gazowym parą wodną. Czysty lód przy normalnym ciśnieniu atmosferycznym (760 mm słupa rtęci) topnieje w temperaturze  $0^{\circ}C$ . Czysta woda (woda słodka, bez cząsteczek występujących w zawiesinie, bez rozpuszczonych w niej substancji, w tym



Źródło: <http://www.image-board.pl/system/files/images/woda.preview.jpg>. (Grafika nr 2)

także gazów) wrze w temperaturze  $100^{\circ}C$ . Jeżeli woda staje się lodem lub gazem mówi się, że zmienia ona swój stan skupienia. Zmiany stanu skupienia spowodowane są oddaniem lub dopływem ciepła. Woda ma dużą pojemność cieplną, może przyjmować lub oddawać duże ilości energii cieplnej przy małych zmianach temperatury. Kiedy dostarczymy odpowiednią ilość ciepła wodzie znajdującej się w stanie stałym, nastąpi stopienie lodu. Jeśli wodę w stanie ciekłym poddamy działaniu wysokiej temperatury, niektóre jej cząsteczki opuszczą ciecz – wyparują w postaci pary wodnej. Kiedy para wodna straci ciepło i osiągnie temperaturę poniżej punktu skraplania, ulegnie kondensacji w ciecz. Gdy temperatura cie-

czy spadnie do punktu zamarzania, powstanie lód.

Pozostałe istotne właściwości fizyczne wody to:

- charakteryzuje się ona dużym napięciem powierzchniowym (jest ono związane z kohezją pomiędzy jej cząsteczkami),
- mała lepkość,
- woda jest niemal całkowicie nieściśliwa,
- co 10 m głębokości w wodach oceanu następuje wzrost ciśnienia o 1 atm,
- czysta woda słodka ma największą gęstość w temperaturze  $4^{\circ}C$ ,



- para wodna jest lżejsza od powietrza (tak więc mieszanina pary wodnej i powietrza jest lżejsza niż suche powietrze),
- woda jest bardzo dobrym rozpuszczalnikiem,
- woda przewodzi energię ciepłą, światło i dźwięk,
- dźwięk rozchodzi się w wodzie dalej i szybciej niż w powietrzu, a prędkość jego rozchodzenia się zależy od temperatury, ciśnienia i zasolenia wody.

Będąca podstawowym i zasadniczym elementem naszego środowiska woda, nie zachowuje się w sposób statyczny,

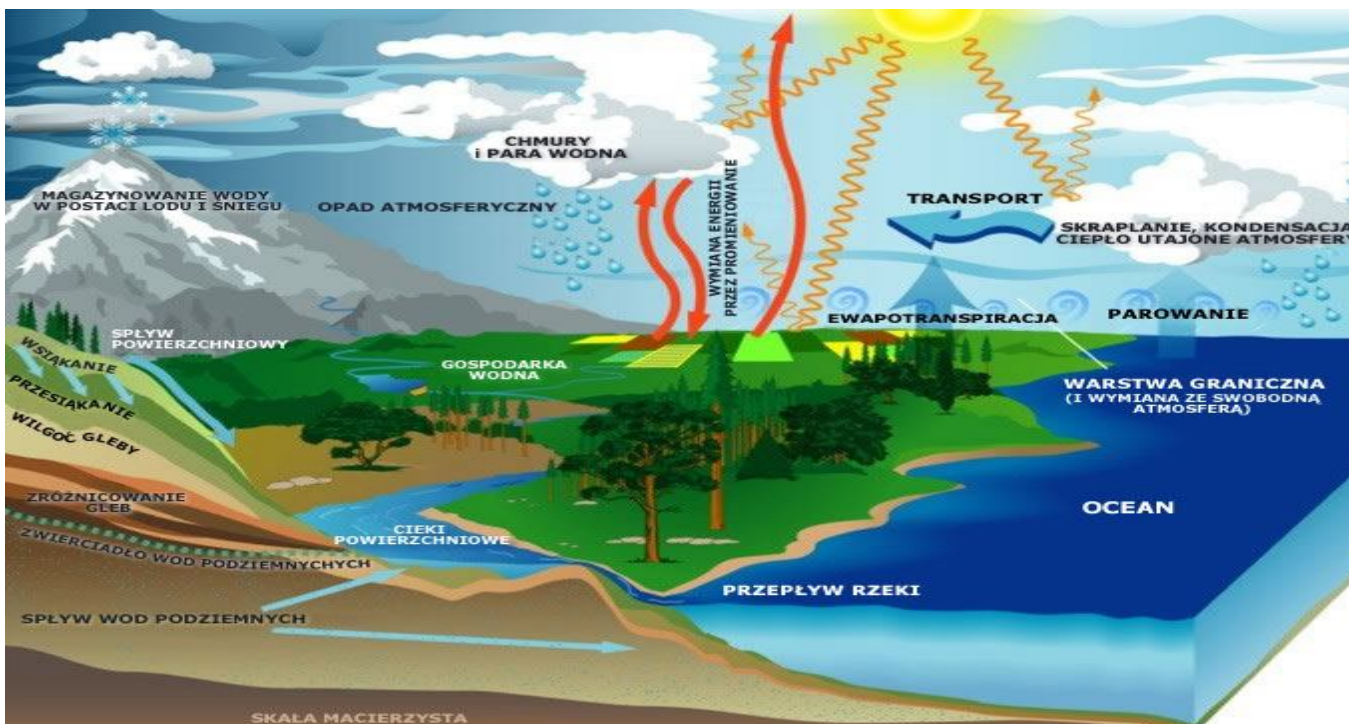
wręcz przeciwnie: jest ona w ciągłym ruchu. Głównymi przyczynami takiego stanu rzeczy są energia promieniowania słonecznego oraz siła ciężenia. Zjawisko ciągłego przemieszczania się wody pomiędzy poszczególnymi elementami naszej planety określane jest mianem obiegu wody w przyrodzie, lub też cyklu hydrologicznego.

Na obieg wody w przyrodzie składają się następujące procesy:

- parowanie otwartych powierzchni wodnych,
- parowanie z gruntu,
- transpiracja, czyli parowanie

z organizmów żywych,

- unoszenie pary wodnej do góry przez ruchy konwekcyjne i turbulencje,
- przenoszenie pary wodnej przez wiatr,
- kondensacja (skraplanie) lub resublimacja pary wodnej – tworzenie się chmur i mgieł,
- opady atmosferyczne,
- opady atmosferyczne – rosa, szron,
- spływ powierzchniowy,
- przepływ podziemny.



Źródło: <http://www.woda.ovh.org/Obiegwody.htm> (Grafika nr 3)



Jak wspomniano już wcześniej, około 95% wód stanowiących hydrosferę Ziemi obejmują oceany? Zajmują one więcej niż 70% powierzchni Ziemi, czyli ponad 361 milionów km<sup>2</sup>. Fascynowały one ludzi od zawsze. Trudno jest nie poczuć ogromnego podziwu i zarazem respektu, podszycęgo nutą niepokoju, stojąc na brzegu morza czy oceanu, przyglądając się ogromnej, przytłaczającej wręcz, masie wody. Uczucie to z biegiem postępu nauki wcale nie maleje – wręcz przeciwnie: im więcej dowiadujemy się o tym, dotąd niezbadanym, żywiole, tym bardziej zdajemy sobie sprawę z tego, jak ogromny i dominujący wpływ wywiera na życie nasze i całej planety. Wody oceaniczne oddziałują na atmosferę, między innymi przekazując wilgoć i energię cieplną, wpływają na globalny klimat i pogodę. Masy wody w oceanach nagrzewają i ochładzają się dużo wolniej niż lądy. Ma to ogromny wpływ na klimat. Wiatry wiejące od oceanu są bowiem chłodne, gdy na lądzie jest gorąco, a ciepłe, gdy nad lądem jest zimno. W ten sposób oceany i morza zapewniają regulację termiczną zarówno lokalnej temperatury, jak i całej planety. Ponadto występowanie silnych prądów morskich, które to zjawisko dokładniej omówione zostanie później, sprawia, iż na powierzchnię

wynoszona zostaje ciepła woda morska z niskich szerokości geograficznych (z okolic równika) i przesuwana w kierunku zimnych regionów w wysokich szerokościach geograficznych (bieguny). Zimne wody z kolei przesuwają się na dużych głębokościach w kierunku regionów, gdzie jest gorąco, a tam ich temperatura ulega podwyższeniu. Opisane procesy zapewniają najlepszą regulację klimatu. Bez niej aura na Ziemi byłaby dużo bardziej zróżnicowana ze względu na szerokość geograficzną i pory roku. Występowałyby również gwałtowne i niebezpieczne zjawiska, takie jak: tajfuny, porywiste wiatry, śnieżyce.

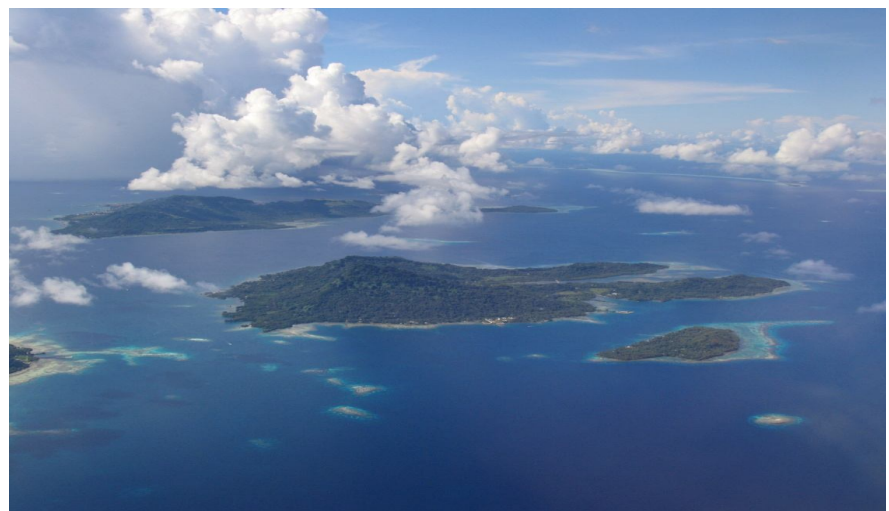
W swych wodach oraz na dnie oceany również kryją ogromne ilości różnorodnych bogactw naturalnych. Co najważniejsze, są środowiskiem życia dla tysięcy gatunków zwierząt i roślin? Oceany są też miejscem, w którym rozgrywają

się wielkie procesy geologiczne, takie jak trzęsienia ziemi. Woda kryje wielkie wulkany, ogromne łańcuchy górskie oraz głębokie rowy.

Wydawać by się mogło dziwne, iż tak istotne dla życia na naszej planecie środowisko jest tak mało dotąd zbadane. Mimo iż możemy za pomocą Teleskopu Kosmicznego Hubble'a rejestrować obiekty, które od Ziemi oddalone są o 10<sup>27</sup> km, w głąb morza zajrzeć możemy jedynie na głębokość kilkudziesięciu metrów. Spowodowane jest to jednak faktem, iż woda morska bardzo rozprasza i pochłania światło.

Trzy największe oceany na Ziemi tworzą wspólnie tzw. Ocean Światowy, określane także mianem Wszechoceanu. W jego skład wchodzi zatem:

- Ocean Spokojny (o powierzchni ok. 179 mln km<sup>2</sup>),



Źródło: [http://yooy.pl/darmowe/mikronezja-IMG\\_1679.jpg](http://yooy.pl/darmowe/mikronezja-IMG_1679.jpg) (Grafika nr 4)



- Ocean Atlantycki z Morzem Arktycznym (z powierzchnią ok. 106 mln km<sup>2</sup>),
- Ocean Indyjski (zajmujący ok. 76 mln km<sup>2</sup>).

Niektórzy badacze uznają, iż Morze Arktyczne jest czwartym oceanem – Oceanem Lodowatym.

Granice pomiędzy oceanami znajdującymi się na półkuli południowej są granicami umownymi. Ustalono, iż przebiegają wzdłuż południków: 68° W, 148° E, 20° E.

Te części oceanów, które znajdują się blisko lądu, najczęściej noszą nazwę mórz.

Dzielimy je na kilka rodzajów:

- morza otwarte, które mają szerokie połączenie z oceanem (np.: Morze Arabskie, Morze Północne),
- morza wewnętrzne bądź śródziemne – połączone są z oceanem jedynie przez cieśniny (np.: Morze Śródziemne, Morze Bałtyckie, Morze Czarne),
- morza przybrzeżne, które od oceanu oddziela archipelag wysp lub półwysp (np.: Morze Karaibskie, Morze Japońskie),

- morza międzywypowe – znajdują się pomiędzy wyspami (np.: Morze Irlandzkie).

Zasadniczą cechą wód morskich jest ich zasolenie. Woda morska jest roztworem soli. Największy udział procentowy ma chlorek sodu (NaCl), poza nim w dużych ilościach występują w niej siarczany oraz węglany. Stężenie soli w wodzie morskiej wynosi średnio 35 ‰. Zasolenie wód powierzchniowych na otwartym oceanie waha się od 32 do 38 ‰. Woda morska najbardziej słona jest w okolicach zwrotników, gdzie znajdują się obszary o wysokim parowaniu i o niewielkich opadach. Natomiast najmniej zasolona jest w strefie okołobiegunowej, gdzie parowanie jest niewielkie, a dostawy słodkiej wody, pochodzącej z topniejących lodowców, znaczące. Dużo większe zróżnicowanie zasolenia występuje w morzach wewnętrznych (jak nasz Bałtyk) i zatokach morskich. Największe stężenie soli odnotowuje się w Morzu Czerwonym i Zatoce Perskiej – około 43 ‰, najmniejsze zaś w naszym rodzimym Bałtyku – około 4 ‰. Zasolenie wód mórz wewnętrznych zależy od wielkości parowania (czyli od temperatury) i ilości wód słodkich dostarczanych głównie przez rzeki do morza.

Oprócz zasolenia woda morska jest zróżnicowana również pod wieloma innymi względami, jednym z nich jest jej temperatura. Średnia temperatura wszystkich wód oceanicznych wynosi 3,8°C, najwyższa temperatura notowana jest w strefie równikowej (35°C), najniższa natomiast w strefie okołobiegunowej (-2°C). W morzach strefy umiarkowanej i międzyzwrotnikowej występuje zjawisko spadku temperatury wody wraz z głębokością. Początkowo spadek ten jest dość gwałtowny – na 1 km głębokości temperatura wody wynosi około 5°C – poniżej temperatura spada powoli do 0°C w najgłębszych miejscach. Temperatura wód w strefie okołobiegunowej praktycznie nie zmienia się wraz z głębokością i oscyluje wokół 0°C.

Okolo 6 % powierzchni oceanów skute jest lodem. Występuje on wokół Antarktydy, na Morzu Arabskim i okresowo na morzach strefy umiarkowanej.

Masy wód oceanicznych, niezależnie od faktu, iż podlegają one również zjawisku cyklu hydrologicznego, pozostają w ruchu. Zjawiska przemieszczania się wód w morzach i oceanach możemy podzielić na pływy i powierzchniowe prądy morskie.



Pływy to pionowe ruchy wody morskiej wynikające z oddziaływania grawitacji Słońca i Księżycy. Na otwartym oceanie różnica poziomu między przypiływem a odpływem wynosi około 1 m. Największe przypiływy występują w cieśninach i zatokach morskich. W zatoce Fundy (wybrzeże Kanady) wysokość przypiływu wynosi aż 18 m.

Niezwykle ciekawym zjawiskiem są powierzchniowe prądy morskie, które wywierają istotny wpływ na klimat całych regionów naszej planety. Powierzchniowy prąd morski to strumieniowy ruch wody morskiej wywołany przez stale wiejące wiatry. Dlatego ten rodzaj prądu morskiego określane jest inaczej jako prąd wiatrowy czy dryfowy. Na kierunek prądu morskiego oprócz kierunku wiatru ma również wpływ siła Coriolisa, będąca wynikiem ruchu obrotowego Ziemi. Gdy

wody płynące w prądzie morskim są cieplejsze od wód je otaczających, to prąd taki określamy mianem prądu ciepłego (prądy te zazwyczaj płyną w okolicach równika lub od równika w stronę wyższych szerokości geograficznych). Jeżeli wody płynące w prądzie morskim są natomiast chłodniejsze od je otaczających, jest to prąd zimny (tego rodzaju prądy płyną zazwyczaj z wyższych do niższych szerokości geograficznych).

Powyższe rozważania stanowią jedynie pobieżne przedstawienie najważniejszych informacji o ciekawym i nieocenionym elemencie naszej planety, jakim jest woda. Ten prosty związek chemiczny, tak powszechnie występujący w środowisku nie tylko człowieka, ale i wszystkich organizmów żywych żyjących na Ziemi, zdaje się być czasami przez nas niedoceniany. Wodę spotykamy

zawsze i wszędzie, zarówno w ujęciu globalnym, (jako część naszej planety, klimatu, środowiska naturalnego), jak i w codziennym życiu. Należy jednak pamiętać, że ludzkość w coraz większym stopniu boryka się z problemem deficytu wody pitnej. Rabunkowa eksploatacja dobra naturalnego, jakim niewątpliwie jest woda, nadmierne jej zużycie i zanieczyszczenie, może doprowadzić do poważnych niedoborów wody, niezbędnej człowiekowi do życia.

Należy mieć nadzieję, że wzrost wiedzy na temat wody – chyba najciekawszego z żywiołów – przyczyni się do poprawy świadomości społeczeństw, co do konieczności poszanowania jej zasobów, co pozwoli zarówno nam, jak i następnym pokoleniom cieszyć się jej dostatkami.



#### BIBLIOGRAFIA:

- Allen P. A.: *Procesy kształtujące powierzchnię Ziemi*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
- Duxbury Alyn C., Duxbury Alison B., Sverdrup Keith A., *Oceany świata*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.
- *Encyklopedia dla młodzieży. Larousse*, Polska Oficyna Wydawnicza „BGW”, Warszawa 1991.
- *Encyklopedia popularna PWN*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.
- *Fascynujące dzieje planety Ziemi*, Wydawnictwo Reader’s Digest, Warszawa 2002.
- <http://www.nationalgeographic.com/main.html>
- Trzeciak S.: *Meteorologia morska z oceanografią*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.

#### WYKAZ WYKORZYSTANYCH GRAFIK:

- Grafika nr 1:  
<http://fotoblogia.pl/images/2009/07/full-earth-photo-el199600155-sw.jpg> (26.08.2013 r.)
- Grafika nr 2:  
<http://www.image-board.pl/system/files/images/woda.preview.jpg> (26.08.2013 r.)
- Grafika nr 3:  
<http://www.woda.ovh.org/Obiegwody.htm> (29.08.2013 r.)
- Grafika nr 4:  
[http://yooy.pl/darmowe/mikronezja-IMG\\_1679.jpg](http://yooy.pl/darmowe/mikronezja-IMG_1679.jpg) (30.08.2013 r.)

OPRACOWANIE ELEKTRONICZNO-GRAFICZNE: inż. Jolanta Szczepaniak