

NATURALNE ZMIANY CYKLU OBIEGU WODY

prof. dr hab. inż. MACIEJ MACIEJEWSKI, e-mail: maciej.maciejewski@imgw.pl

dr inż. TOMASZ WALCZUKIEWICZ, e-mail: tomasz.walczukiewicz@imgw.pl

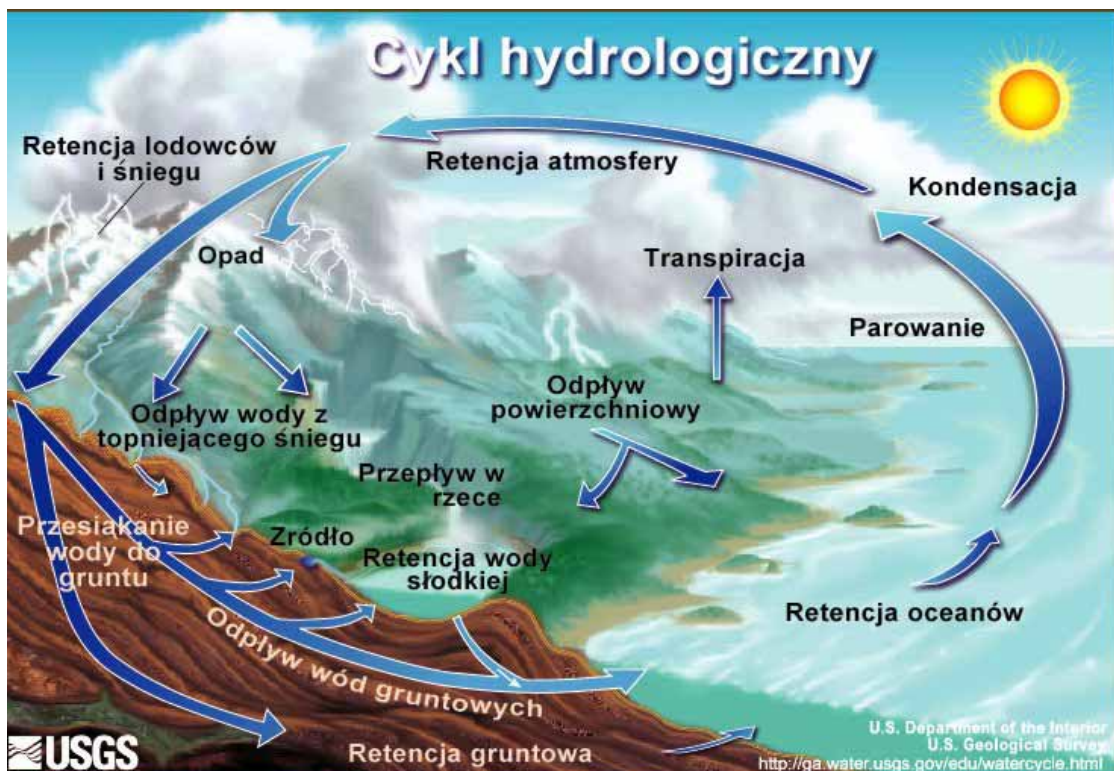
mgr CELINA RATAJ, e-mail: celina.rataj@imgw.pl

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział w Krakowie, ul. Piotra Borowego 14, 30-215 Kraków

Obieg wody trwa od miliardów lat i całe życie na Ziemi jest od niego zależne. Obieg wody w przyrodzie to ruch wody na, w i ponad powierzchnią Ziemi. Woda zmienia swoje formy, od stanu ciekłego, poprzez gazowy do stałego i na odwrót i procesy te trwają nieustannie. Siłą napędową cyklu obiegu wody jest Słońce.

Naturalne zmiany w cyklu obiegu wody nie mają wpływu na bilans wodny Ziemi, wielkość parowania równa się wielkości opadów. Rozkład parowania i opadów zmienia się w czasie i przestrzeni. Natężenie procesów zachodzących na Ziemi jest zależne od wielu czynników, a najważniejszy z nich to szerokość geograficzna. Najważniejsze procesy w cyklu obiegu wody to:

- parowanie
- kondensacja
- opad
- transpiracja
- retencjonowanie



Rys.1. Schemat obiegu wody na Ziemi

Parowanie

Okolo 96.5% całkowitych zasobów wody na Ziemi to słone wody oceanów. W oceanach występują prądy, które przemieszczają masy wody wokół Ziemi, co ma ogromny wpływ na cykl hydrologiczny i kształtowanie pogody.

W procesie parowania woda zmienia postać z ciekłej na gazową, przechodząc w tej postaci do atmosfery. Z parowania wszystkich wód na Ziemi do atmosfery dostaje się 90% pary wodnej. Pozostałe 10% to wynik procesu transpiracji roślin.

70% powierzchni Ziemi pokrywają oceany, stwarzając wielkie możliwości parowania.

Atmosfera jest magazynem wody, woda ta przemieszcza się wokół Ziemi. Woda w atmosferze występuje zawsze. Widoczną formą jej obecności są chmury. Nawet przejrzyste powietrze w bezchmurny dzień zawiera wodę w postaci małych, niewidocznych gołym okiem cząsteczek. Objętość wody w atmosferze wynosi około 12 900 km³.

Kondensacja

Kondensacja jest procesem odwrotnym do parowania. Dzięki niemu powstają chmury, z których mogą się tworzyć opady. W ten sposób woda powraca na Ziemię. Molekuły wody, zawsze obecne w atmosferze, są zbyt małe by je dostrzec. Łącząc się z drobinami zanieczyszczeń lub kryształków lodu tworzą większe kropelki i stają się widoczne – pojawiają się chmury.

Chmury powstają w atmosferze w wyniku wznoszenia się i ochładzania powietrza zawierającego parę wodną.

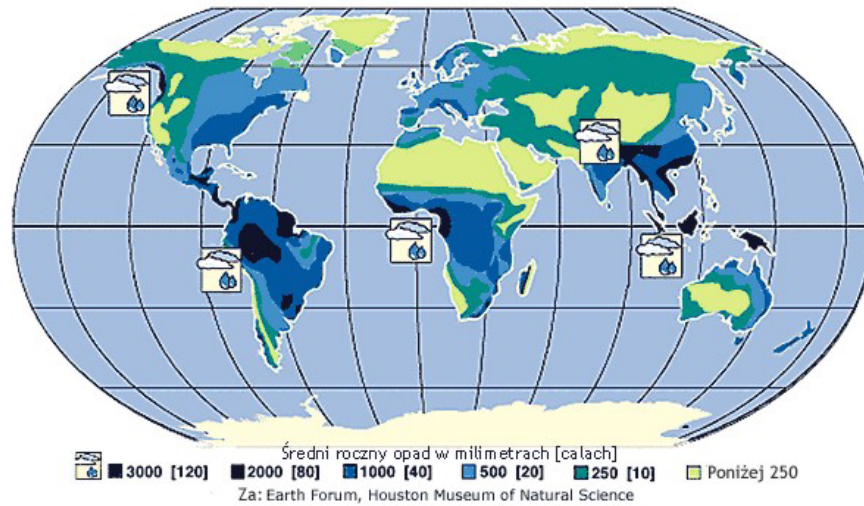


Rys. 2. Przykłady chmur, fot. M. Maciejewski, J. Krassowski, IMGW

Opad

Kropelki wody w chmurach są zbyt małe, aby mogły spaść na Ziemię w postaci deszczu, ale są dostatecznie duże, aby je dostrzec jako chmury. W powietrzu nieustannie przebiega proces parowania i kondensacji wody. Aby wystąpił deszcz najpierw małe cząsteczki wody zderzają się i łączą ze sobą, stają się coraz większe i cięższe, aż w końcu są na tyle duże, że opadają na Ziemię w postaci deszczu, deszczu ze śniegiem, śniegu lub gradu

Opady w różnych częściach świata różnią się wielkością. Poniższa mapa obrazuje średnie roczne opady na świecie.



Rys. 3. Średni roczny opad na świecie.

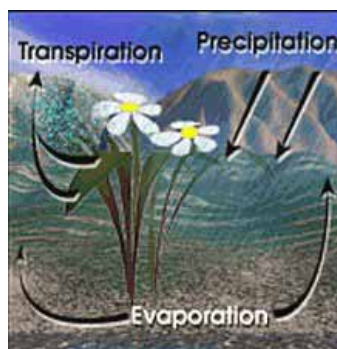
Wielkość opadu jest równa wielkości parowania. Bilans parowania nad oceanami jest ujemny - o 10% mniej jest opadów, a nad lądami dodatni.



Rys. 4. Burza w Zielonej Górze, fot. Jacek Krassowski, IMGW

Transpiracja

Transpiracja jest procesem, w którym wilgoć przechodzi przez rośliny od korzeni do małych porów na spodniej stronie liści. Tam zamieniana jest w parę i uwalniana do atmosfery. Transpiracja jest szczególnym rodzajem parowania wody za pośrednictwem liści. Ocenia się, że około 10% wilgoci dostaje się do atmosfery dzięki procesowi transpiracji.



Rys.5. Schemat procesu transpiracji

Woda na lądzie

Woda na lądzie jest wodą słodką zmagazynowaną w lądolodzie, śniegu, lodowcach, rzekach, jeziorach, bagnach oraz jako wody podziemne.

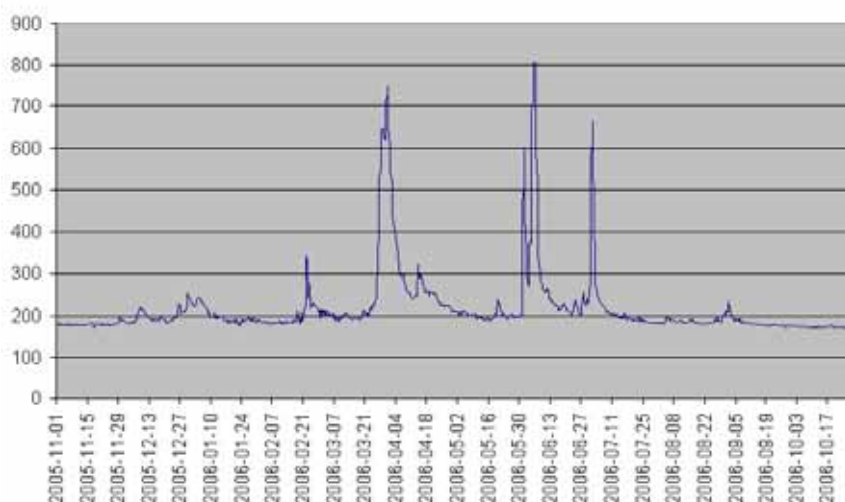
Lodowce pokrywają 10-11% powierzchni wszystkich lądów. Prawie 90% lodu na Ziemi pokrywa Antarktydę. Lód narastał przez wieki w wyniku opadów śniegu i niewielkiemu parowaniu. Średnia grubość lodu zgromadzonego na Grenlandii wynosi około 1 500 m.



Rys. 6. Antarktyda, Lodowiec Ekologii, fot. Julita Biszczuk, IMGW

Opad spadający na powierzchnię lądu sływa po jego powierzchni do rzek, by rzekami dopłynąć do oceanów. Rzeki na swej drodze zasilane są również wodami gruntowymi oraz tracą wodę, oddając ją do gruntu. Przeważająca część wody w rzekach pochodzi ze spływu powierzchniowego. W klimacie chłodniejszym zasilanie rzek w większości pochodzi z topniejącego śniegu i lodu, powodując w okresie wiosennym znaczny wzrost stanów wody. Opady na półkuli północnej koncentrują się głównie na przełomie wiosny i lata - od maja do lipca i w tym okresie stany wód rzek są podwyższone.

Poniższy przykładowy hydrogram z 2006 roku przedstawia rozkład stanów wód na wodowskazie w Mielcu na rzece Wisłocze. Na hydrogramie istotny wzrost stanów wody obserwujemy na przełomie marca i kwietnia - w okresie roztopów oraz od końca maja do połowy lipca, jako efekt wzmożonych opadów deszczu.



Rys. 7. Stany wody w 2006 roku, rzeka Wisłoka – wodowskaz Mielec

Rzeki stanowią główne źródło zaopatrzenia w wodę, są również miejscem rekreacji dla ludzi, bywają jednocześnie przyczyną powodzi. Pozwalają utrzymać odpowiedni poziom wód gruntowych dzięki zjawisku przesiąkania wody rzecznej do gruntu.

Ważne jest utrzymanie dobrej jakości wody w rzece. Jakość wody zależy od tego, jakie działania prowadzi człowiek na obszarze zlewni rzeki. Ilość wody w rzekach zmienia się w czasie i przestrzeni w sposób naturalny oraz za sprawą człowieka.



Rys. 8. Rzeka Toczna, fot. K. Kasprzak, IMGW

Duża część wody utrzymuje się i porusza w gruncie. Stanowi ona ważne źródło zasilania rzek. Ludzie od tysięcy lat wykorzystywali tę wodę. Korzystają z niej również obecnie, przeznaczając ją głównie do spożycia, produkcji artykułów spożywczych, farmaceutycznych i kosmetyków.

Życie na Ziemi zależy w równym stopniu od wód podziemnych i powierzchniowych. Część infiltrujących opadów tworzy wody gruntowe. Objętość wody przemieszczającej się w głąb zależy od zdolności przepuszczających gruntu oraz od jego porowatości. Jeśli struktura gruntu pozwala na względnie łatwe przemieszczanie się wody, może ona pokonywać znaczące odległości w ciągu kilku dni. Woda może również przesiąkać do głębokich warstw wodonośnych, skąd dopiero po tysiącach lat powróci do środowiska. Czasem warstwa wodonośna przecina powierzchnię gruntu, wówczas woda wypływa w sposób naturalny na powierzchnię tworząc źródła.



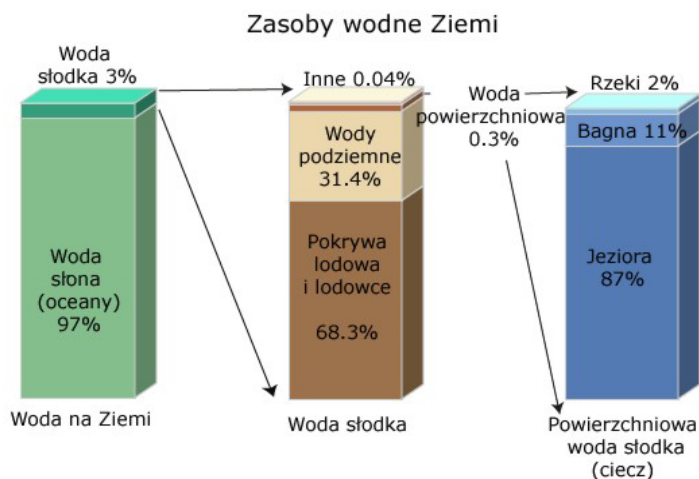
Rys. 9. Retencjonowanie wody podziemnej

Wszystkie procesy obiegu wody w przyrodzie są wynikiem interakcji pomiędzy opadem, a sływem powierzchniowym. Zaledwie jedna trzecia opadów na lądzie dociera do

strumieni czy rzek i powraca do oceanów. Pozostałe dwie trzecie paruje, transpiruje lub wsiąka w grunt. Człowiek dla własnych potrzeb wpływa na zmianę tych interakcji.

Światowe zasoby wodne

Poniższy rysunek przedstawia gdzie i ile jest wody na Ziemi. Wynika z niego, że 96% zasobów to wody słone magazynowane w morzach i oceanach. Wody słodkie w 68% zmagazynowane są w lodach i lodowcach. Pozostałe 30% wód słodkich znajduje się pod ziemią. Powierzchniowe zasoby słodkiej wody w rzekach czy jeziorach, wynoszą około 93 000 km³, co stanowi zaledwie 1/150% całkowitych zasobów wodnych Ziemi. Mimo to rzeki i jeziora są podstawowym źródłem wody w codziennym życiu człowieka.



Ocena światowych zasobów wodnych

Źródło wody	Objętość wody [m ³]	Objętość wody [km ³]	Procent wody słodkiej	Procent całkowitej objętości wody
Oceany, morza, zatoki	321,000,000	1,338,000,000	--	96.5
Pokrywa lodowa, lodowce, wieczne śniegi	5,773,000	24,064,000	68.7	1.74
Wody podziemne	5,614,000	23,400,000	--	1.7
słodkie	2,526,000	10,530,000	30.1	0.76
słone	3,088,000	12,870,000	--	0.94
Wilgoć w glebie	3,959	16,500	0.05	0.001
Wieczna zmarzlina	71,970	300,000	0.86	0.022
Jeziora	42,320	176,400	--	0.013
słodkie	21,830	91,000	0.26	0.007
słone	20,490	85,400	--	0.006
Woda w atmosferze	3,095	12,900	0.04	0.001
Bagna	2,752	11,470	0.03	0.0008
Rzeki	509	2,120	0.006	0.0002
Woda w żywych komórkach	269	1,120	0.003	0.0001
Razem	332,500,000	1,386,000,000	-	100

Źródło: Gleik, P. H., 1996: Water resources. W: Encyclopedia of Climate and Weather, ed. S.H. Schneider, Oxford University Press, Nowy York, vol. 2, 817-823

Opracowano na podstawie:

1. <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>, tłumaczenie Małgorzata Mierkiewicz, *Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej*
2. Zdjęcia z zasobów IMGW
3. Hydrogram na podstawie danych IMGW