

**Chemia środowiska** (ang. *environmental chemistry*) - dziedzina chemii zajmująca się opisem zjawisk chemicznych zachodzących w środowisku przyrodniczym, związana głównie z trzema podstawowymi matrycami środowiska: atmosferą, wodą i glebą oraz relacjami pomiędzy nimi. Chemia środowiska staje się obecnie nauką interdyscyplinarną blisko związaną z biologią, geografią i fizyką. Chemia środowiska zajmuje się również zmianami zachodzącymi w przyrodzie pod wpływem zanieczyszczeń i zjawisk powstających na skutek rozwoju cywilizacji.

1

## Geochemia środowiska

1. poznanie składu chemicznego całej Ziemi oraz poszczególnych jej warstw;
2. ustalenie zasad rządzących rozmieszczeniem pierwiastków i związków chemicznych w obrębie poszczególnych środowisk ziemskich;
3. przedstawienie charakterystyki fizykochemicznej środowisk geologicznych oraz procesów chemicznych, które doprowadziły do ich powstania;
4. prześledzenie w skali geologicznej historii Ziemi zmian geochemicznych, zachodzących zarówno na naszej planecie jako całości, jak też w poszczególnych geosferach oraz rozpoznanie czynników, które miały wpływ na te przemiany.

2

**Mineralogia** (nauka o minerałach) jest to nauka zajmująca się badaniem minerałów. Głównym zadaniem mineralogii jest poznanie budowy wewnętrznej minerału, morfologii jego kryształów, genezę, występowaniem, asocjacjami oraz chemizmem.

**Petrografia** – (od greckiego *petros* - skała i *graphos* - opis) nauka o skałach, zajmuje się składem i właściwościami skał oraz ich powstawaniem, występowaniem wtórnym, przeobrażeniem.

3

**Geosfera** - koncentryczne obszary wchodzące w skład kuli ziemskiej. Na geosferę składają się: hydrosfera, atmosfera, litosfera (jądro Ziemi, płaszcz Ziemi, skorupa ziemska), biosfera, pedosfera

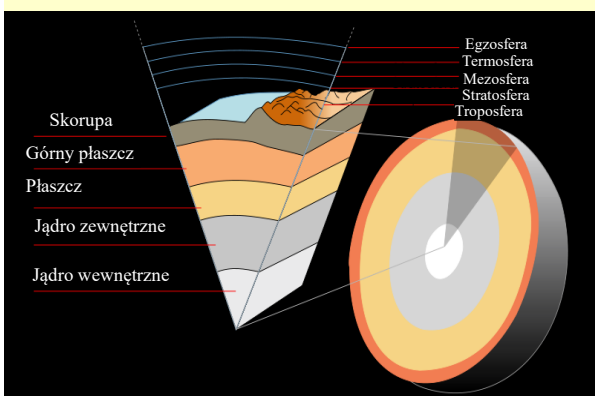
**Atmosfera** – gazowa powłoka otaczająca planetę posiadającą masę wystarczającą do utrzymywania wokół siebie warstwy gazów, w wyniku działania grawitacji.

**Hydrosfera** - jedna z geosfer, ogół wód na Ziemi- wody podziemne, powierzchniowe wraz z rzekami, jeziorami, lodowcami, morzami i oceanami, a także parą wodną w powietrzu.

Hydrosferę można podzielić na dwie części: oceanosferę i wody na lądach.

**Litosfera** - zewnętrzna, sztywna powłoka Ziemi obejmująca skorupę ziemską i górną część płaszcza ziemskiego.

4



**Biosfera** - strefa kuli ziemskiej zamieszkała przez organizmy żywe, gdzie odbywają się procesy ekologiczne. Biosfera jest częścią zewnętrznej skorupy Ziemi, która obejmuje również powietrze, ląd i wodę. Z najobszerniejszego punktu widzenia geofizyki, biosfera jest światowym systemem ekologicznym i obejmuje wszystkie żyjące organizmy i ich powiązania ze sobą i z litosferą (skorupą ziemską), hydrosferą (wodą), i atmosferą (powietrzem). Do dzisiejszego dnia Ziemia jest jedyną znaną planetą na której znajduje się życie.

**Pedosfera** (sfera gleb) – powierzchniowa warstwa skorupy ziemskiej, składająca się z części mineralnych i organicznych powstałych w wyniku oddziaływania czynników glebotwórczych, takich jak klimat, woda, drobnoustroje glebowe, rośliny, zwierzęta oraz działalność człowieka.

6

**Procesy hipergeniczne** procesy zachodzące na powierzchni Ziemi pod wpływem czynników zewnętrznych, takie jak: wietrzenie skał, denudacja, transport produktów wietrzenia, sedymentacja ich na łąkach lub w zbiornikach wodnych.

**Czynniki antropogeniczne** - czynniki związane z każdą formą pośredniego lub bezpośredniego wpływu człowieka na środowisko i bytujące w nim rośliny i zwierzęta.

**Czynnik endogeniczny** - czynnik geologiczny, którego siła tkwi we wnętrzu Ziemi (inaczej przyczyna procesu geologicznego)

**Czynnik egzogeniczny** pochodzący i wynikający z działania czynników pozaziemskich, jak promieniowanie słoneczne, przyciąganie Księżyca itp., prowadzących do zmiany ukształtowania powierzchni terenu, np. wietrzenie, erozja, tworzenie skał osadowych.

7

### Pierwiastki biogenne – biopierwiastki

Wszystkie pierwiastki układu okresowego biorą udział w procesach zachodzących w przyrodzie, ale tylko niektóre z nich są konieczne do życia organizmów żywych, inne są przez organizmy jedynie tolerowane, a niektóre działają toksycznie.

**Do życia roślin niezbędnych jest 18 pierwiastków: C, O, H, N, S, P, Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, B, Si, Mo i Cl.**

**Do życia zwierząt (i człowieka) konieczne są 24 pierwiastki, które dzieli się na:**

**makroelementy:**

C, O, H, N, Na, K,

Mg, Ca, P, S, Cl

**mikroelementy**

**(pierwiastki śladowe) :**

Cu, Zn, Fe, Cr, Mo, V, Mn, Co,

Si, B, Sn, Se, F, J, Li, Ni, Al.

**Biodostępność** – dostępność biologiczna biopierwiastków

**Synergizm** jest to zjawisko, w którym efekt działania mieszaniny jest wyższy od efektu każdego jej składnika oddzielnie.

Jeżeli dwie substancje działają w przeciwnych kierunkach i w wyniku tego biologiczna aktywność mieszaniny jest mniejsza niż biologiczna aktywność najbardziej aktywnego składnika to mówimy o **antagonizmie**.

9

**Biotop** - obszar zamieszany przez organizmy o tych samych lub bardzo zbliżonych wymaganiach życiowych. Pierwotnie dotyczy tylko abiotycznych elementów siedliska. Obecnie często rozumiany jako siedlisko nieożywione zmienione przez biocenozę (kompleks roślinny). Biotop razem z biocenozą tworzy ekosystem.

**Biocenoza** (gr. *bios* życie i *koinos* wspólny) - naturalny zespół populacji organizmów żywych danego środowiska (biotopu), należących do różnych gatunków, ale powiązanych ze sobą różnorodnymi czynnikami ekologicznymi i zależnościami pokarmowymi, tworząc całość, która pozostaje w przyrodzie w stanie homeostazy (czyli dynamicznej równowagi). Biocenoza wraz ze środowiskiem fizycznym to ekosystem.

Biocenozy można podzielić na naturalne (savanna, las, jezioro) i sztuczne (park, ogród).

Biocenozy tworzą: fitocenoza - organizmy roślinne, zoocenoza - organizmy zwierzęce, drobnoustroje

**Allochtoniczny (alochtoniczny)** – zewnętrzny, wywodzący się nie z tego miejsca gdzie występuje

**Autochtoniczny** - rodzimy dla danego ekosystemu, siedliska, biocenozy

**Czynniki biotyczne** - oznaczają czynniki środowiska występujące w wyniku oddziaływania żywych organizmów w sposób bezpośredni lub pośredni na inne żywe organizmy. Czynniki biotyczne, podobnie jak czynniki fizykochemiczne, regulują rozmieszczenie i liczebność populacji roślin i zwierząt.

**Czynniki abiotyczne** - czynniki natury fizycznej określające warunki środowiska nieorganicznego (przyrody nieożywionej), samodzielnie lub wraz z innymi czynnikami wywierające wpływ na ekosystemy będące na różnym poziomie organizacji. Abiotyczne oznacza martwy, nieożywiony, natomiast biotyczny - żywy. Abiotyczne składniki środowiska w głównym stopniu kształtują biotop i wpływają istotnie na zamieszkujące go rośliny i zwierzęta które muszą na drodze ewolucji przystosować się do nich.

11

**Ekosystem** - jedno z podstawowych pojęć w ekologii. Termin ten został utworzony w 1930 jako skrót od angielskich słów *ecological system*.

Na ekosystem składają się dwa składniki:

- biocenoza - czyli ogół organizmów występujących na danym obszarze powiązanych ze sobą w jedną całość różnymi zależnościami,
- biotop - czyli nieożywione elementy tego obszaru, a więc: podłoże, woda, powietrze (środowisko zewnętrzne).

Ekosystem stanowi funkcjonalną całość, w której zachodzi wymiana materii między biocenozą i biotopem. Ekosystem stanowi największą jednostkę funkcjonalną biosfery. Przykłady ekosystemów: staw, las, dżungla, łąka, moczary, rafa koralowa, pole, plantacja sosnowa, ocean

12

**Geokosystem** jest jednostką przestrzenną charakteryzowaną przez położenie geograficzne, geologię, rzeźbę, klimat, obieg wody, świat roślinny i zwierzęcy oraz działalność człowieka.

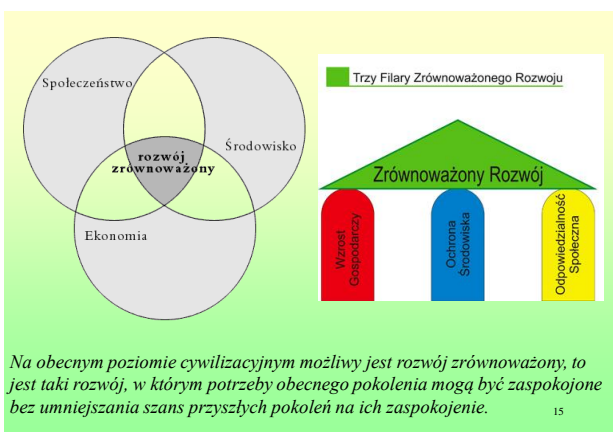
Czynnikiem warunkującym funkcjonowanie geokosystemu jest dopływ energii słonecznej, która jest zamieniana na inne rodzaje energii oraz uruchamia obiegi elementarne. Łańcuch przemian energetycznych geokosystemu jest zróżnicowany, zarówno pod względem jego charakteru, jak i czasu trwania. W obiegu energii w geokosystemie bierze udział także materia. Obieg energii i materii w geokosystemie, doprowadza do powstania informacji, która określa nam strukturę geokosystemu.

Jednostką przestrzenną, która pozwala na całościowe ujęcie obiegu energii i materii jest, na przykład, zlewnia rzeczna.

Największą jednostką przestrzenną jest sama Ziemia, Ekosfera. Może ona zostać podzielona na sektorowe ekosystemy (lądowy, wodny) o skali dopasowanej do potrzeb człowieka. Te "geokosystemy" – domy dla człowieka i wszelkich innych organizmów są wycinkami Ziemi – mającymi określoną lokalizację i mogą być analizowane od strony ich struktury i zasad funkcjonowania. Są one realnie wskazanymi miejscami, a nie abstrakcyjną ideą.

Taka geograficzna definicja ekosystemu jako geokosystemu zwraca uwagę na wszystkie komponenty Ziemi: krajobraz, gleba, woda, powietrze jak i żywe organizmy.

Pojęcie geokosystemu jest szczególnie istotne z filozoficznego punktu widzenia wypełniając lukę pomiędzy konceptami odrębnego spojrzenia na „Ziemię” i „organizmy”. Każdy geokosystem: kontynentalny, regionalny czy lokalny jest kompletnym wycinkiem Ziemi zawierającym związane ze sobą czynniki organiczne i nieorganiczne: powietrze, wodę, ląd, organizmy. Jak gigantyczne terrarium lub akwarium każdy uczestniczy w funkcjonowaniu Ziemi i procesach które towarzyszą życiu i umieraniu i znowu życiu, w wiecznym cyklu ewolucji.



W Polsce koncepcja zrównoważonego rozwoju została uznana za zasadę konstytucyjną. Zgodnie z art. 5 Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r. stwierdza się, że: *Rzeczpospolita Polska strzeże niepodległości i nienaruszalności swojego terytorium, zapewnia wolność i prawa człowieka i obywatela oraz bezpieczeństwo obywateli, strzeże dziedzictwa narodowego oraz zapewnia ochronę środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju.*

**Prawo Ochrony Środowiska**

*Przez zrównoważony rozwój rozumie się taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń.*

Źródło: Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski. GŁÓWNY URZĄD STATYSTYCZNY. URZĄD STATYSTYCZNY W KATOWICACH. Katowice 2011

Zrównoważony rozwój kraju		
Lady	Obszary tematyczne	Liczba wskaźników
1. Społeczny	1.1. Zmiany demograficzne	4
	1.2. Zdrowie publiczne	5
	1.3. Integracja społeczna	4
	1.4. Edukacja	3
	1.5. Dostęp do rynku pracy	5
	1.6. Bezpieczeństwo publiczne	2
	1.7. Zrównoważone wzorce konsumpcji	3
	razem	26
2. Gospodarczy	2.1. Rozwój gospodarczy	8
	2.2. Zatrudnienie	3
	2.3. Innowacyjność	4
	2.4. Transport	1
	2.5. Zrównoważone wzorce produkcji	3
	razem	19
3. Środowiskowy	3.1. Zmiany klimatu	5
	3.2. Energia	4
	3.3. Ochrona powietrza	4
	3.4. Ekosystemy morskie	1
	3.5. Zasoby słodkiej wody	3
	3.6. Użytkowanie gruntów	3
	3.7. Biodźworność	2
3.8. Gospodarka odpadami	4	
	razem	24
4. Instytucjonalno-polityczny	4.1. Globalne partnerstwo	1
	4.2. Polityka spójności i efektywności	2
	4.3. Otwartość i uczestnictwo	3
	4.4. Aktywność obywatelska	1

- Zmiany demograficzne**
- Współczynnik przyrostu naturalnego
  - Współczynnik dzietności
  - Przeciętne dalsze trwanie życia osób w wieku 65 lat
  - Wskaźnik migracji zagranicznych
- Zdrowie publiczne**
- Trwanie życia noworodka w zdrowiu
  - Zgony niemowląt
  - Oczekiwane trwanie życia osób w wieku 65 lat w zdrowiu
  - Standaryzowane współczynniki umieralności z powodu chorób układu krążenia oraz nowotworów złośliwych
  - Europejski Konsumencki Indeks Zdrowia EHCI
- Integracja społeczna**
- Zagrożenie ubóstwem trwałym
  - Zagrożenie ubóstwem lub wykluczeniem społecznym
  - Nierówność rozkładu dochodów
  - Zadłużenie gospodarstw domowych

#### Edukacja

- Kształcenie ustawiczne dorosłych
- Dzieci w wieku 3-5 lat objęte wychowaniem przedszkolnym na wsi
- Wydatki publiczne na edukację w relacji do PKB

#### Dostęp do rynku pracy

- Osoby w gospodarstwach domowych bez osób pracujących
- Stopa bezrobocia długotrwałego
- Stopa bezrobocia
- Wskaźnik zatrudnienia osób niepełnosprawnych
- Zróżnicowanie wynagrodzeń ze względu na płć

#### Bezpieczeństwo publiczne

- Wskaźnik wykrywalności sprawców przestępstw
- Ofiary śmiertelne wypadków drogowych na 1 mln ludności

#### Zrównoważone wzorce konsumpcji

- Liczba samochodów osobowych na 1000 ludności
- Zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach domowych na 1 mieszkańca
- Spożycie warzyw na 1 osobę w gospodarstwach domowych

19

#### Rozwój gospodarczy

- Wzrost produktu krajowego brutto na 1 mieszkańca
- Nakłady brutto na środki trwałe w relacji do PKB
- Dyspersja regionalnego PKB na 1 mieszkańca (NTS 3)
- Relacja długu publicznego do PKB
- Energochłonność gospodarki
- Wodochłonność gospodarki
- Transportochłonność PKB (transport towarowy oraz transport pasażerski)
- Energochłonność transportu w relacji do PKB

#### Zatrudnienie

- Wskaźnik zatrudnienia osób w wieku 20-64 lata
- Średni wiek dezaktywacji zawodowej
- Wskaźnik zatrudnienia osób w wieku 55-64 lata

#### Innowacyjność

- Produkty innowacyjne
- Zasoby ludzkie dla nauki i techniki
- Wydajność pracy
- Nakłady na działalność badawczo-rozwojową w relacji do PKB

#### Transport

- Przewozy intermodalne ładunków transportem kolejowym normalnotorowym

#### Zrównoważone wzorce produkcji

- Wydajność zasobów
- Powierzchnia gospodarstw ekologicznych
- Organizacje ze środowiskowym Systemem Ekzarządzania i Audytu EMAS

20

#### Zmiany klimatu

- Emisja gazów cieplarnianych (w ekwiwalencie CO<sub>2</sub>) do roku bazowego protokołu z Kioto
- Emisja gazów cieplarnianych według sektorów
- Emisja gazów cieplarnianych na jednostkę zużytej energii

#### Energia

- Energia ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto
- Biopaliwa w zużyciu paliw w transporcie
- Samowystarczalność energetyczna
- Nakłady na środki trwałe w zakresie niekonwencjonalnych źródeł energii

#### Ochrona powietrza

- Stopień redukcji zanieczyszczeń gazowych (bez CO<sub>2</sub>) w urządzeniach oczyszczających zakładów szczególnie uciążliwych dla czystości powietrza
- Stopień redukcji zanieczyszczeń pyłowych w urządzeniach oczyszczających zakładów szczególnie uciążliwych dla czystości powietrza
- Emisja zanieczyszczeń powietrza przez środki transportu
- Średnia emisja CO<sub>2</sub> na kilometr z nowych samochodów

#### Ekosystemy morskie

- Wielkość floty rybackiej

21

#### Zasoby słodkiej wody

- Wodochłonność przemysłu
- Zużycie wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności
- Ludność korzystająca z oczyszczalni ścieków

#### Użytkowanie gruntów

- Powierzchnia zabudowana i zurbanizowana
- Grunty zdewastowane i zdegradowane
- Lesistość

#### Bioróżnorodność

- Powierzchnia obszarów chronionych
- Uszkodzenia drzewostanów

#### Gospodarka odpadami

- Odpady niemineralne wytworzone na 1 mieszkańca
- Odpady komunalne wytworzone na 1 mieszkańca
- Odpady komunalne nieszkodliwe poprzez składowanie na 1 mieszkańca
- Recykling odpadów opakowaniowych

#### Stopień redukcji zanieczyszczeń gazowych

Nazwa wskaźnika	Stopień redukcji zanieczyszczeń gazowych (bez CO <sub>2</sub> ) w urządzeniach oczyszczających zakładów szczególnie uciążliwych dla czystości powietrza
Obszar tematyczny	Ochrona powietrza
Definicja	Wskaźnik obliczany jest jako udział zanieczyszczeń gazowych (bez CO <sub>2</sub> ) zatrzymanych i zneutralizowanych w urządzeniach oczyszczających w ilości zanieczyszczeń wytworzonych przez zakłady szczególnie uciążliwe dla czystości powietrza. Stopień redukcji zanieczyszczeń jest miarą skuteczności działania urządzeń oczyszczających, jako wielkość charakterystyczna dla urządzeń i wskazująca, jaki procent całkowitej ilości danego zanieczyszczenia wprowadzonego do urządzenia został przez to urządzenie zatrzymany. Zakłady szczególnie uciążliwe dla czystości powietrza to tzw. punktowe źródła emisji zanieczyszczeń, do których zaliczono zakłady przemysłowe (w tym również zakłady energetyki zawodowej) uznane za szczególnie uciążliwe dla środowiska. Zbiorowość ta powiększana jest o jednostki nowouruchomione lub rozbudowane o wysokiej skali progowej emisji zanieczyszczeń.
Znaczenie	Wskaźnik pozwala na monitorowanie negatywnych skutków oddziaływania na środowisko zakładów o wysokiej skali progowej emisji zanieczyszczeń gazowych.

23

#### Ludność korzystająca z oczyszczalni ścieków

Nazwa wskaźnika	Ludność korzystająca z oczyszczalni ścieków
Obszar tematyczny	Zasoby słodkiej wody
Definicja	Wskaźnik obliczany jest jako udział liczby ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków co najmniej II stopnia tzn. biologicznych i z podwyższonym usuwaniem biogenów w liczbie ludności ogółem.
Znaczenie	Wskaźnik obrazuje w jakim stopniu wytwarzane ścieki są odprowadzane do środowiska zgodnie z przepisami. Pomaga ocenić postępy w zakresie poprawy jakości wód (zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną 2000/60/WE wszystkie kraje członkowskie do 2015 r. mają osiągnąć dobry ich stan), a także monitorować realizację zapisów Traktatu Akcesyjnego odnośnie wdrażania dyrektywy 91/271/EWG dotyczącej wyposażenia aglomeracji w oczyszczalnie ścieków i systemy kanalizacji zbiorczej.

24

#### Globalne partnerstwo

- Oficjalna Pomoc Rozwojowa (ODA) dla krajów rozwijających się

#### Polityka spójności i efektywności

- Poziom zaufania wobec instytucji publicznych
- Nowe przypadki naruszenia prawa UE

#### Otwartość i uczestnictwo

- Frekwencja w wyborach parlamentarnych oraz samorządowych
- E-administracja – dostępność usług on-line
- Gospodarstwa domowe z dostępem do szerokopasmowego Internetu

#### Aktywność obywatelska

- Zbiorczy wskaźnik zaangażowania w pracę społeczną

25

## WODA



## Hydrosfera

26

## Woda:



- pitna
- mineralna
- destylowana
- redestylowana
- dejonizowana
- kotłowa
- powierzchniowa
- podziemna
- opadowa
- roztopowa
- morska

27



[https://en.wikipedia.org/wiki/Swimming\\_pool](https://en.wikipedia.org/wiki/Swimming_pool)



<http://bonitapoolandspa.com/2012/05/16/water-chemistry-pool-spa/>

28

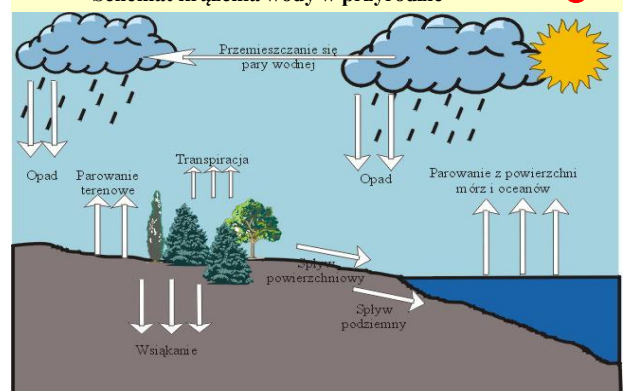
**Wody opadowe - atmosferyczne**  
deszcz, śnieg, grad, rosa itp.

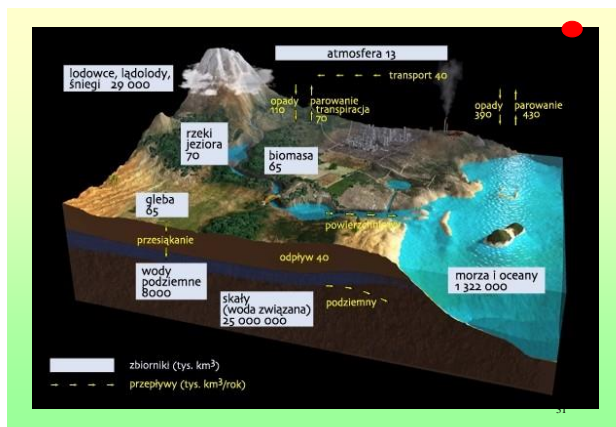
**Wody powierzchniowe**  
płynące np. rzeki  
stojące - np. jeziora

**Wody podziemne**  
zaskórne, gruntowe, wgłębne

29

### Schemat krążenia wody w przyrodzie





# Woda i Prawo

## Prawo Ochrony Środowiska – Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r

### Prawo Wodne Ustawa z dnia 20 lipca 2017

32

Zasobność wodna obszaru Polski jest kształtowana po stronie przychodów w 97% przez opady atmosferyczne, po stronie rozchodów w 70% przez straty na parowanie. W efekcie zasobność wód powierzchniowych, wyrażana wielkością odpływu rzecznej, charakteryzuje się znaczną zmiennością sezonową i zróżnicowaniem z roku na rok. Z danych Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej wynika, że na jednego mieszkańca Polski przypada średnio ok. **1580 m<sup>3</sup>** wody na rok.

**Jest to ok. trzykrotnie mniej niż średnio w Europie i ok. pięciokrotnie mniej niż średnio na Ziemi.**

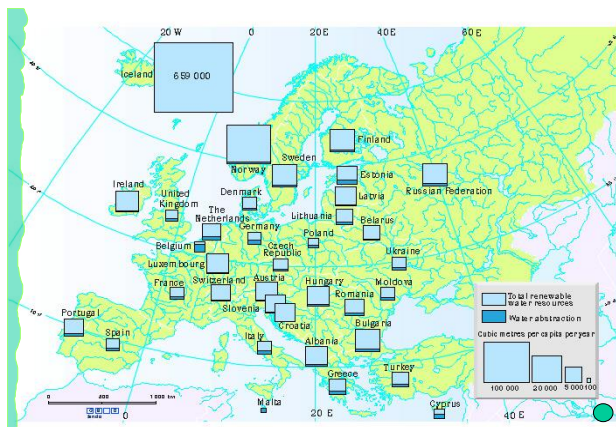
33

1.	Islandia	519 tys. m <sup>3</sup> /os.
2.	Gujana	315 tys. m <sup>3</sup> /os.
3.	Surinam	183 tys. m <sup>3</sup> /os.
4.	Papua-Nowa Gwinea	107 tys. m <sup>3</sup> /os.
5.	Bhutan	101 tys. m <sup>3</sup> /os.
6.	Gabon	97 tys. m <sup>3</sup> /os.
7.	Kanada	80 tys. m <sup>3</sup> /os.
8.	Wyspy Salomona	78 tys. m <sup>3</sup> /os.
9.	Norwegia	74 tys. m <sup>3</sup> /os.
10.	Nowa Zelandia	72 tys. m <sup>3</sup> /os.

**Polska  
1580 m<sup>3</sup>**

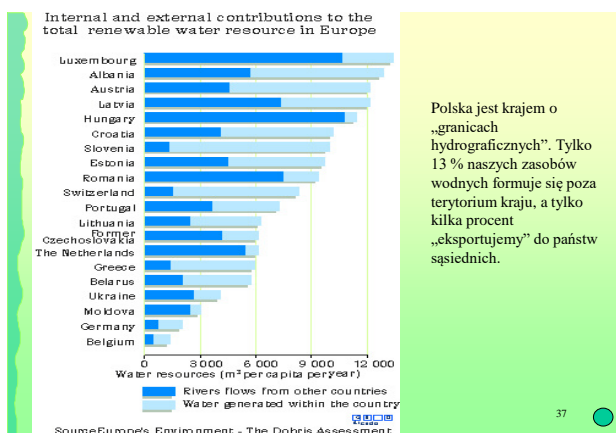
<https://inzynieria.com/wpis-branzy/rankingi/2/45978,top-10-kraje-z-najwiekszymi-zasobami-wody-pitnej>

34



Kategoria	Zasoby wody (m <sup>3</sup> /mieszkańca/rok)
Ekstremalnie niskie	< 1000
Bardzo niskie	1000 - 2000
Niskie	2000 - 5000
Średnie	5000 - 10 000
Powyżej średniej	10 000 - 20 000
Wysokie	20 000 - 50 000
Bardzo wysokie	> 50 000

36



Polska jest krajem o „granicach hydrograficznych”. Tylko 13 % naszych zasobów wodnych formuje się poza terytorium kraju, a tylko kilka procent „eksportujemy” do państw sąsiednich.

37

Głównym i trudnym do opanowania zagrożeniem dla czystości wód podziemnych są zanieczyszczenia obszarowe związane z działalnością rolnictwa (nawozy, chemiczne środki ochrony roślin, gnojowica, soki kiszonkowe itp.), a także zanieczyszczenia z atmosfery (tlenki siarki i azotu – "kwaśne deszcze", metale ciężkie) oraz nie skanalizowane osadnictwo miejskie i wiejskie.

38

**Woda a Chemia**

<http://science.com/understandingpollution/waterchemistry.aspx> [http://www.freedrinkingwater.com/water\\_quality/chemical/introduction-water-chemistry.htm](http://www.freedrinkingwater.com/water_quality/chemical/introduction-water-chemistry.htm)

<http://news.poolandpa.com/swimming-pool-water-chemistry-water-testing/> <http://blog.hayward-pool.com/maintenance/chemistry-lesson-not-just-for-beginners/>

Potocznie określenie woda oznacza wodny roztwór substancji nieorganicznych i organicznych występujących na ziemi. W tak pojętej wodzie mogą też występować koloidy i zawiesiny. Z chemicznego punktu widzenia woda jest tlenkiem wodoru o wzorze H<sub>2</sub>O. Tlen i wodór mają po trzy izotopy <sup>16</sup>O; <sup>17</sup>O, <sup>18</sup>O, <sup>1</sup>H, <sup>2</sup>H (D) i <sup>3</sup>H (T).

40

Masa Cząsteczkowa	<sup>16</sup> O	<sup>17</sup> O	<sup>18</sup> O
18	H <sub>2</sub> O		
19	HDO	H <sub>2</sub> O	
20	D <sub>2</sub> O, HTO	HDO	H <sub>2</sub> O
21	DTO	D <sub>2</sub> O, HTO	HDO
22	T <sub>2</sub> O	DTO	D <sub>2</sub> O, HTO
23		T <sub>2</sub> O	DTO
24			T <sub>2</sub> O

41

H <sub>2</sub> <sup>16</sup> O	100 000
H <sub>2</sub> <sup>18</sup> O	204
H <sub>2</sub> <sup>17</sup> O	37
D <sub>2</sub> <sup>16</sup> O	5

42

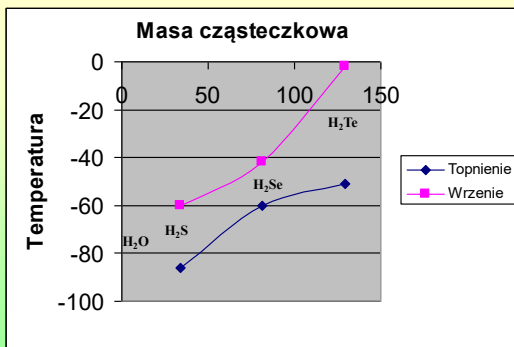
IA										VIIA										VIIIA															
1										17										18															
H	IIA										IIIA		IVA		VA		VIA		VIIA		He														
1	2										13		14		15		16		1		2														
Li	Be										B		C		N		O		F		Ne														
3	4										5		6		7		8		9		10														
Na	Mg		IIIB		IVB		VB		VIB		VIIB		VIIIB		IB		IIB		Al	Si	P	S	Cl	Ar											
11	12		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14	15	16	17	18						
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Fr	Ra	Ac	Rf	Ha	Unh	Uns	Uu	Uu	Uu	Uu	Uu	Uu	Uu	Uu	Uu	Uu	Uu	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

43

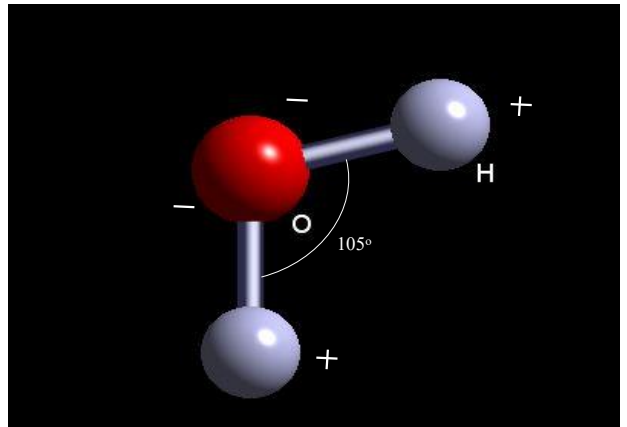


Związek	Masa Cząsteczkowa	Temperatura topnienia	Temperatura wrzenia
NH <sub>3</sub>	17	-77,8	-33,5
H <sub>2</sub> O	18	0,0	100,0
H <sub>2</sub> S	34	-85,6	-60,4
H <sub>2</sub> Se	81	-60,4	-41,5
H <sub>2</sub> Te	128,6	-51,0	-1,8

44

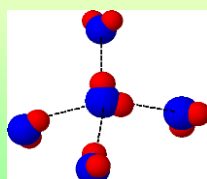
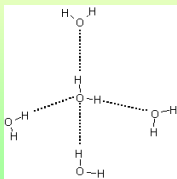


45



### Trzy stany skupienia: gazowy ciekły stały

wiązanie wodorowe i zasocjowanie wody (do 100 cząst.)



47

Masa cząsteczkowa	18,0153
Gęstość, kg/m <sup>3</sup> (20 °C)	998,2
Temp. topnienia, °C	0,0
Temp. wrzenia, °C	100,0
Temp. maksymalnej gęstości, °C	3,98
Ciepło topnienia, J/g	333,75
Ciepło parowania, J/g (0 °C)	2260
Ciepło właściwe, J/(g*K) (15 °C)	4,19
Napięcie powierzchniowe, J/m <sup>2</sup> (20 °C)	72,25*10 <sup>-3</sup>
Lepkość dynamiczna, N*s/m <sup>2</sup> (20 °C)	1,000*10 <sup>-3</sup>
Przewodność elektrolityczna, S/m (25 °C)	5*10 <sup>-6</sup>

48





Substancja	Ciepło właściwe $C_p$ (warunki standardowe)	
	$\left(\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}\right)$	$\left(\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}\right)$
woda	4189.9 <sup>[1]</sup>	76 <sup>[2]</sup>
gliceryna	2386 <sup>[1]</sup>	219 <sup>[2]</sup>
olej hydrauliczny (Hydrol)	1885 <sup>[1]</sup>	
glin	900 <sup>[2]</sup>	24.4
węgiel	507 <sup>[2]</sup>	6.11
miedź	385 <sup>[2]</sup>	5.85
srebro	238 <sup>[2]</sup>	6.09
wolfram	134 <sup>[2]</sup>	5.92
olów	128 <sup>[2]</sup>	6.32

49



## Cechy fizyczne wód powierzchniowych

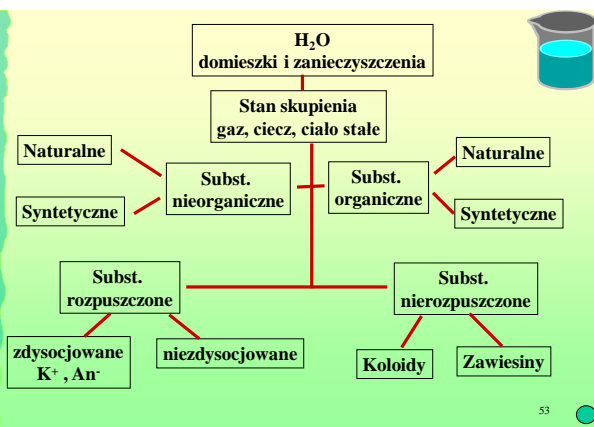
- Barwa
- Mętność
- Smak
- Zapach
- Temperatura

51

## Skład chemiczny

odczyn      kwasowość      zasadowość  
                  żelazo      mangan  
                  sód      potas  
                  metale ciężkie  
 azot amonowy, azotynowy, azotanowy  
 związki krzemu  
 siarczany chlorki  
 związki fosforu  
 gazy dwutlenek węgla, tlen, azot

52



53

## Parametry jakościowe wody i ścieków

**AOX** - adsorbujące się organiczne halogeny  
**BZT** - biochemiczne zapotrzebowanie tlenu  
**ChZT** - chemiczne zapotrzebowanie tlenu  
 ClZO - chlorowane związki organiczne  
**EWA** - ekstrakt węglowo-alkoholowy  
**EWCh** - ekstrakt węglowo-chloroformowy  
 LCIZO - lotne chlorowane związki organiczne  
 LZO - lotne związki organiczne  
**OWO** - ogólny węgiel organiczny

54

**PCB** - polichlorowane bifenyle

**SPC** - substancje powierzchniowo czynne (**A**nionowe, **K**ationowe lub **N**iejonowe)

**THM** - trihalometany

**WWA** - wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne



55

## Zanieczyszczenia organiczne

Pochodzenia naturalnego: produkty przemiany materii organizmów żywych, związki pochodzące z rozkładu organizmów obumarłych

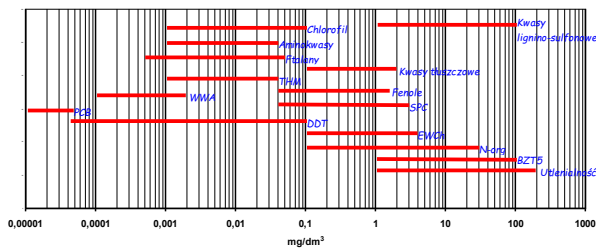
substancje humusowe, białka, węglowodany, oleje, woski, celuloza, skrobia, chlorofil i inne związki syntetyzowane przez organizmy wodne

Pochodzenia antropogenicznego:

Fenole, ChZO, WWA, SPC, PCB, ChZO, pestycydy, węglowodory aromatyczne i alifatyczne, produkty ropopochodne, alkohole, związki refrakcyjne

56

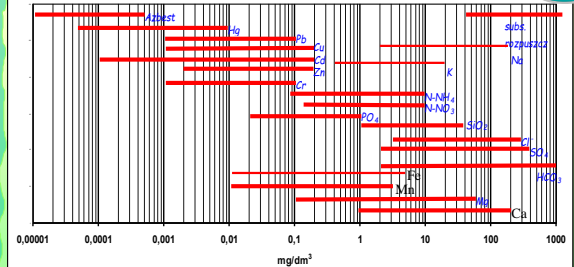
Orientacyjne zakresy przeciętnych stężeń niektórych substancji organicznych w wodach powierzchniowych



Wg. Jan. R. Dojlido. Chemia wód powierzchniowych

57

Orientacyjne zakresy przeciętnych stężeń niektórych substancji organicznych w wodach powierzchniowych



Wg. Jan. R. Dojlido. Chemia wód powierzchniowych

58

## Jednostki stosowane w chemii wody i ścieków

przedrostki

- mili - **m** -  $10^{-3}$
- mikro - **μ** -  $10^{-6}$
- nano - **n** -  $10^{-9}$

**mval** - miligramorównoważnik -  $10^{-3}$  gramorównoważnika

**mmol** - milimol -  $10^{-3}$  mola

**mg** - miligram  $10^{-3}$  g

**μg** - mikrogram  $10^{-6}$  g



59

**ppm** - parts per milion - części na milion (w rozcieńczonych r-rach wodnych **mg/dm<sup>3</sup>**)

**ppb** - parts per bilion - części na miliard (w rozcieńczonych r-rach wodnych **μg/dm<sup>3</sup>**)

**dm<sup>3</sup>** =  $10^3$  **cm<sup>3</sup>** = 1 l (liter) =  $10^3$  **ml** (mililitrów)

**μl** =  $10^{-3}$  **ml** =  $10^{-6}$  **l**

**val/dm<sup>3</sup>** = **mval/ml** (**cm<sup>3</sup>**)

**mol/dm<sup>3</sup>** = **mmol/ml** (**cm<sup>3</sup>**)

60

## Substancje występujące w wodach podziemnych

61

## Gazy

- Występujące powszechnie (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub>)
- Występujące mniej powszechnie i w małych ilościach (H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, He, Ar, cięższe węglowodory)
- Występujące lokalnie (NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, HCl, HF i inne)

Możemy podzielić je w zależności od rozpuszczalności na:

- łatwo rozpuszczalne (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) tworzące z wodą dysocjujące związki
- trudno rozpuszczalne, występujące w formie roztworów cząsteczkowych - stabilnych chemicznie

62

## Tlen rozpuszczony

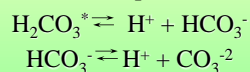
Tlen jest słabo rozpuszczalny w wodzie i występuje w niewielkich ilościach w wodach podziemnych. Wraz z głębokością zmniejsza się jego zawartość, po osiągnięciu granicy tlenowej zanika zupełnie.

Brak tlenu rozpuszczonego w wodach płytkich jest wskaźnikiem obecności w wodzie zredukowanych związków nieorganicznych i organicznych.

63

## Dwutlenek węgla

Rozpuszczalność CO<sub>2</sub> w wodach podziemnych jest zwykle większa niż wynika to ze stanu równowagi, co jest spowodowane ciśnieniem wyższym od atmosferycznego, brakiem kontaktu z atmosferą i tworzeniem się kwasu węglowego dysocjującego dwustopniowo:



64

## Siarkowodór

Siarkowodór może występować zarówno w płytkich jak i głębokich wodach podziemnych, a jego obecność jest wskaźnikiem istnienia środowiska redukującego. Na skutek dobrej rozpuszczalności jego stężenia mogą wynosić nawet 2000 - 3000 g/m<sup>3</sup>.

W wodzie ujmowanej do celów komunalnych występuje w ilościach nie większych niż 2 - 3 g/m<sup>3</sup>

65

## Substancje rozpuszczone

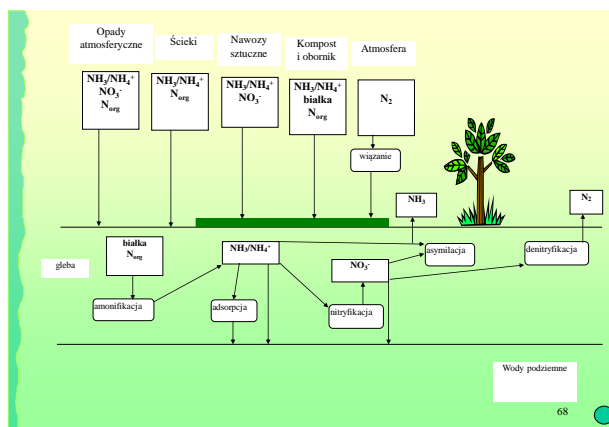
- wodorowęglany i węglany
- siarczany
- chlorki
- wapń
- magnez
- sód
- potas
- żelazo
- mangan
- związki azotu

66

## Azot

Występuje powszechnie w wodach podziemnych, lecz w różnych ilościach. Niewielkie ilości stwierdza się w wodach leczniczych, duże zaś w wodach pochodzących ze stref wulkanicznych. Najczęściej zawartość rozpuszczonego  $N_2$  w wodach podziemnych wynosi  $6 - 10 \text{ g/m}^3$

67



68