

# Analiza współzależnych elementów środowiska geograficznego

W dobie mediów cyfrowych niemal każdy z nas widział zdjęcia Ziemi wykonane z kosmosu. Czy spoglądając na fotografię naszej planety, zwróciło twoją uwagę charakterystyczne zróżnicowanie jej powierzchni? Łatwo zauważyć błękit oceanów, obszary lądowe i zróżnicowanie ich barw odpowiadające występowaniu pustyń, czap lodowych lub lasów będących przejawem życia, a także atmosferę otaczającą glob ziemski, z charakterystycznymi skupiskami chmur. Widok Ziemi z tej perspektywy uświadamia nam, że owe widoczne elementy budujące naszą planetę tworzą system powiązanych i wzajemnie na siebie oddziałujących elementów o charakterze globalnym. W geografii nazywane są one sferami, ponieważ budują lub otaczają cały glob i dlatego decydują o charakterze środowiska geograficznego globu, czyli o przyrodniczym systemie Ziemi.

Czy wiesz, jakie sfery tworzą system przyrodniczy Ziemi? Czy jesteś w stanie wyjaśnić, na czym ta współzależność, powiązanie i jedność przyrodniczego systemu Ziemi polega? A może istnieją jeszcze inne sfery Ziemi składające się na ów system, które współdecydują o fenomenie naszej planety, jej zróżnicowaniu i występującym na niej życiu? Spróbujmy się tego dowiedzieć.

## Twoje cele

- Opiszysz sfery kuli ziemskiej, używając definicji i terminologii geograficznej.
- Ustalisz związek podejścia do opisu sfer Ziemi z przedmiotem badań geografii.
- Prześledzisz wzajemne powiązania poszczególnych sfer Ziemi.
- Wyjaśnisz współzależności występujące między poszczególnymi sferami Ziemi.

## Przeczytaj

Z początkiem XX w. zakończyła się era pionierskiej eksploracji Ziemi. Do tego czasu skartowano linię brzegową wszystkich lądów i wysp oraz obszar większości kontynentów. Z biegiem czasu nauki geograficzne mogły podjąć bardziej szczegółowe badania służące ustaleniu prawidłowości decydujących o charakterze środowiska przyrodniczego naszej planety. Przełomowa dla tych badań okazała się opracowana w 1932 r. **teoria systemów**, autorstwa biologa Ludwiga von Bertalanffy'ego. W myśl tej koncepcji elementy budujące [system](#), czyli spójną i funkcjonalną całość, są ze sobą ściśle powiązane i można je opisywać w sposób przyczynowo-skutkowy, czyli poprzez ustalenie związków (interakcji) występujących między poszczególnymi mniejszymi częściami systemu, nazywanymi podsystemami. Takie podejście umożliwiło rozpatrywanie procesów przebiegających w skali globalnej w ujęciu przyrodniczego systemu Ziemi, czyli relacji występujących między tworzącymi ów system elementami. Elementy te nazywamy sferami z racji tego, że mają charakter globalny i występują w postaci koncentrycznych powłok budujących lub otaczających Ziemię. W zależności od ich położenia w stosunku do powierzchni Ziemi wyróżnia się [geosferę](#), czyli mineralne wnętrze i jej skorupę, jak również sfery zewnętrzne, związane z występowaniem wody, mieszaniny gazowej budującej atmosferę oraz przejawami życia biologicznego. Wymienione wyżej elementy odpowiadają czterem głównym sferom Ziemi, do których zalicza się: [litosferę](#), [hydrosferę](#), [atmosferę](#) i [biosferę](#). Niezależnie wyróżniane są również inne sfery Ziemi, takie jak chociażby [magnetosfera](#) (zwykle traktowana jako część geosfery), [pedosfera](#), [kriosfera](#), [epigeosfera](#) czy też [antroposfera](#).

## Litosfera

Litosfera to zewnętrzna, sztywna i skalista powłoka kuli ziemskiej obejmująca skorupę i górną część górnego płaszczu Ziemi. Jej grubość waha się od 6–8 km – według niektórych ustaleń 5 km – w najmłodszych częściach skorupy oceanicznej, do ponad 250 km, a według różnych źródeł nawet 300 km w miejscach występowania najstarszych fragmentów skorupy kontynentalnej. W jej obrębie występuje nieciągłość Moho (Mohorovičića), która wyznacza strefę przejściową między skorupą i płaszczem Ziemi. Występowanie owej nieciągłości warunkuje różną gęstość skał skorupy i płaszczu Ziemi, która objawia się tym, że fale sejsmiczne rozchodzą się z różną prędkością (co też pozwoliło na jej wykrycie).

Występowanie poszczególnych powłok we wnętrzu Ziemi jest efektem procesów, które doprowadziły do uformowania się planety, w tym zagęszczania materii, co przejawia się we wzroście ciężaru objętościowego skał wraz z głębokością w związku ze wzrostem udziału pierwiastków ciężkich w ich budowie.

Mówiąc o litosferze Ziemi mamy na myśli powierzchniową powłokę Ziemi zbudowaną ze skał w stanie stałym. Poniżej litosfery występują upłynnione skały budujące górny płaszcz Ziemi.

Biorąc pod uwagę najnowsze ustalenia geologii i geofizyki, umownie można przyjąć, że granica między litosferą i górnym płaszczem Ziemi przebiega na głębokości występowania izotermy 1300 Indeks górny °C. Wyższa temperatura skał poniżej dolnej granicy litosfery, mimo dużego ciśnienia, jakie tam panuje, prowadzi bowiem do ich upłynnienia.

Litosfera nie jest ciągła i wykazuje spękania, dlatego podzielona jest na mniejsze części, które są określane mianem płyt (lub tarcz) kontynentalnych i oceanicznych. W dziejach geologicznych Ziemi ulegały one nieustannym zmianom. W odróżnieniu od zewnętrznych sfer Ziemi takich jak [atmosfera](#) czy [hydrosfera](#), dynamika płyt litosfery jest warunkowana dopływem energii z wnętrza Ziemi.

Interakcje litosfery z pozostałymi sferami przyrodniczego systemu Ziemi warunkuje m.in. tzw. cykl skalny. Formowanie tarcz kontynentalnych uruchamia bowiem procesy egzogeniczne, tj. związane z erozją i wietrzeniem skał oraz transportem i sedymentacją ich produktów, w tym grzebaniem (sedymentogeneza) warstw skalnych. Procesy te prowadzą do rozpadu skał, ich kompaktacji pod wpływem nacisku nadkładu w postaci skał i wód oceanicznych. W efekcie ciśnienie i wzrastająca temperatura wywołują procesy metamorficzne, a dalsze przemieszczanie skał w głąb (m.in. subdukcja) prowadzi do ich upłynnienia, aby w postaci skał magmowych mogły przemieścić się ku powierzchni.



Krażenie skał w cyklu skalnym. Strzałki pokazują kierunek przebiegających procesów i ich powiązania.

Źródło: licencja: CC 0 1.0, dostępny w internecie: [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org).

1 = magma;

2 = stygnięcie i krystalizacja skał;

3 = skały magmowe;

4 = wietrzenie i erozja;

5 = sedymentacja;

6 = osady luźne i skały osadowe;

7 = subdukcja i metamorfizm;

8 = skały metamorficzne;

9 = upłynnianie skał.

### Wpływ litosfery na pozostałe sfery Ziemi

Opisane procesy i cykle w obrębie litosfery wpływają na pozostałe sfery Ziemi. Zmiana rozkładu i powierzchni oceanów i lądów (w tym ich ukształtowania) wpływają na przykład na cyrkulację

powietrza i prądy morskie, a przez to na globalny obieg energii, w konsekwencji klimat i warunki życia. Globalna aktywność tektoniczna i towarzyszący jej wulkanizm może wywoływać katastrofalne zmiany klimatu spowodowane uwolnieniem olbrzymich ilości gazów i pyłów (głównie SO<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>), stąd stan atmosfery wpływa na funkcjonowanie biosfery. Nawet wybuch pojedynczego wulkanu może spowodować odczuwalne zmiany klimatyczne (erupcja Krakatau w 1883 r.). Z kolei przemieszczanie skał w cyklu skalnym ma decydujące znaczenie chociażby dla powstania złóż surowców mineralnych. Litosfera i uwalniane z niej pierwiastki określają cechy fizykochemiczne hydrosfery oraz skład i cechy atmosfery. Rodzaj podłoża skalnego determinuje procesy formowania gleby. Dlatego krążąca substancja w obrębie litosfery, atmosfery i hydrosfery oddziałuje na biosferę. Z kolei przyrodniczy system Ziemi współdziała z litosferą w następujący sposób:

### Wpływ sfer Ziemi na litosferę

Atmosfera	Gazy z atmosfery wpływają na skład chemiczny litosfery. Na przykład dochodzi do utleniania (tlenki metali, np. żelaza) lub w efekcie rozpuszczania dwutlenku węgla w wodzie powstaje słaby kwas, który uruchamia procesy wietrzenia (np. procesy krasowe). Zmiany temperatury wywołują wietrzenie fizyczne. Wiatr przemieszcza skały, co prowadzi do ich akumulacji (lessy, piasek wydmowy). Przemieszczany przez wiatr materiał wywołuje erozję. Akumulacja skał (np. piasku) wpływa na zmianę ukształtowania powierzchni terenu.
Biosfera	Organizmy żywe oddziałują fizycznie i chemicznie na skały litosfery (korzenie i kwasy organiczne osłabiają i rozpuszczają skały, ułatwiając ich wietrzenie i erozję). Organizmy morskie uczestniczą w formowaniu skał wapiennych (koralowce), a lądowe złóż kopalin (np. bakterie). Obumarłe organizmy żywe tworzą zasoby surowców energetycznych. Roślinność przeciwdziała procesom erozji i deflacji.
Hydrosfera	Woda jest podstawowym rozpuszczalnikiem, przez co rozpuszcza skały i powoduje zmianę ich właściwości fizycznych i chemicznych. Odpływ wody i powstawanie lodu (w tym lodowców) uruchamia procesy wietrzenia mechanicznego i erozji, a także sedymentacji i akumulacji, co decyduje o powstawaniu nowych formacji skalnych (w tym również złóż surowców) i form powierzchni terenu (doliny, wąwozy, stożki napływowe).

### Ciekawostka

Budowa wnętrza Ziemi, w tym występowanie płynnego jądra zewnętrznego, sprawiają, że w jego obrębie następują wielkoskalowe ruchy konwekcyjne i opadanie schłodzonej, wciąż płynnej substancji. W efekcie takich wielkoskalowych procesów i oddziaływania siły Coriolisa wywołanej ruchem obrotowym Ziemi, który powoduje, że jądro wewnętrzne obraca się z inną prędkością niż płynny płaszcz Ziemi, powstaje efekt tzw. dynamy magneto hydrodynamicznego. Występujące w jądrze wiry substancji przewodzącej prąd są przyczyną powstawania i utrzymywania się pola magnetycznego Ziemi, czyli magnetosfery. Z racji tego, że jej istnienie jest wynikiem budowy Ziemi niejednokrotnie nie jest ona traktowana jako odrębna sfera Ziemi tylko jako element geosfery.

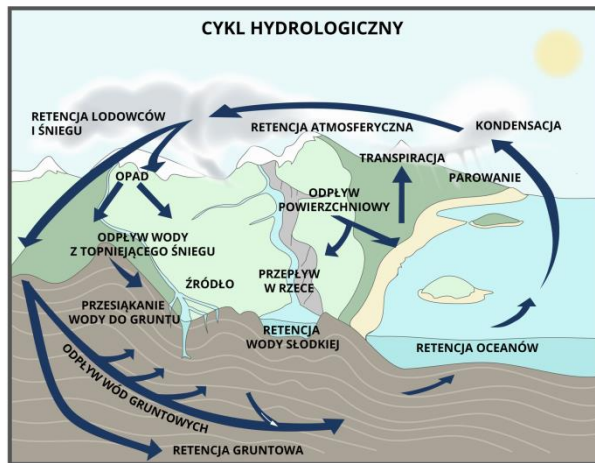
Istnienie magnetosfery, czyli pola magnetycznego Ziemi, ma decydujący wpływ dla powstania życia. Pole magnetyczne jest bowiem barierą ochronną minimalizującą oddziaływanie promieniowania kosmicznego (wiatru słonecznego).

### Hydrosfera

Hydrosfera to wodna powłoka Ziemi przenikająca atmosferę i litosferę, która obejmuje wodę występującą w przyrodzie w postaci gazowej, ciekłej i stałej. W skład hydrosfery zaliczane są więc oceany, morza, rzeki, jeziora, bagna, lodowce kontynentalne (lądolody), lodowce górskie,

pokrywa śnieżna, lód gruntowy, wody podziemne oraz para wodna występująca w atmosferze i skorupie ziemskiej. Wody otwarte pokrywają 70,8%, a woda w postaci lodowców około 2,5% powierzchni Ziemi.

Hydrosfera jest w ciągłym ruchu za sprawą cyklu hydrologicznego, który jest możliwy dzięki dopływającej energii Słońca. Decyduje on o interakcjach z pozostałymi sferami Ziemi. W obrębie cyklu hydrologicznego możemy mówić o tzw. cyklu dużym (globalnym) oraz tzw. cyklu małym, który obejmuje fazy obiegu wody tylko w obrębie lądów lub oceanów. Przebieg cyklu hydrologicznego ilustruje grafika poniżej.



Globalny cykl hydrologiczny i jego fazy

Źródło: licencja: CC BY 1.0, dostępny w internecie: [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org).

### Wpływ hydrosfery na pozostałe sfery Ziemi

Woda jest czynnikiem, który zdecydował o rozwoju życia na Ziemi. Właśnie w hydrosferze najwcześniej rozwinęło się życie i z niej się wywodzą wszystkie organizmy lądowe. Było to możliwe m.in. dlatego, że krążenie wód w oceanach i obieg wody w cyklu hydrologicznym gwarantują zachowanie dynamicznej równowagi przyrodniczego systemu Ziemi poprzez wpływ na klimat, kształtowanie zasobów wód w obrębie kontynentów, skład atmosfery (produkcja tlenu przez plankton, źródło azotu), rozwój procesów wietrzenia i erozji oraz sedimentacji i akumulacji ich produktów, co prowadzi do powstawania dogodnych warunków dla rozwoju życia. Z kolei przyrodniczy system Ziemi współdziała z hydrosferą w następujący sposób:

### Wpływ sfer Ziemi na hydrosferę

Atmosfera	Ruch powietrza atmosferycznego i jego temperatura determinuje atmosferyczną fazę cyklu hydrologicznego; decyduje o wielkości i rodzaju opadów oraz tempie lądowej fazy w cyklu obiegu wody (deszcz, śnieg, lód lodowcowy). Gazy atmosferyczne ulegają rozpuszczeniu w wodzie, co wpływa na jej właściwości chemiczne i fizyczne. Wiatry odpowiadają za powstanie prądów morskich i wywołują zjawisko falowania, co wpływa na wielkość opadów (jądra kondensacji), czy też kształtowanie linii brzegowej oceanów i mórz. Wiatry wpływają na zjawisko El Niño.
Litosfera	Procesy tektoniczne prowadzą do zmiany rozkładu i powierzchni lądów, co prowadzi do zmiany warunków krążenia i obiegu wody (prądy morskie, klimat), które są dodatkowo modyfikowane przez występujące pasma gór (np. wpływ Himalajów na klimat Azji Środkowej). Wysokie góry sprzyjają akumulacji wody w lodowcach i strefach wiecznego śniegu. Ukształtowanie litosfery współdecyduje o rozwoju sieci rzecznej, powstawaniu jezior oraz bagien. Skład chemiczny skał ma wpływ na cechy fizyczne i chemiczne wody.

Atmosfera	Ruch powietrza atmosferycznego i jego temperatura determinuje atmosferyczną fazę cyklu hydrologicznego; decyduje o wielkości i rodzaju opadów oraz tempie lądowej fazy w cyklu obiegu wody (deszcz, śnieg, lód lodowcowy). Gazy atmosferyczne ulegają rozpuszczeniu w wodzie, co wpływa na jej właściwości chemiczne i fizyczne. Wiatry odpowiadają za powstanie prądów morskich i wywołują zjawisko falowania, co wpływa na wielkość opadów (jądra kondensacji), czy też kształtowanie linii brzegowej oceanów i mórz. Wiatry wpływają na zjawisko El Niño.
	Trzęsienia ziemi wywołują fale tsunami. Wietrzenie i rozpuszczanie skał wpływa na chemizm i cechy fizyczne wody.
Biosfera	Tkanki organizmów żywych gromadzą wodę. Rośliny odpowiadają za jej przemieszczanie z podłoża do atmosfery w wyniku transpiracji. Bakterie i pyłki są jądrami kondensacji więc współdecydują o warunkach kondensacji pary wodnej i jej obiegu w cyklu hydrologicznym. Rozkład substancji organicznej i uwalnianie jej produktów prowadzi do zmiany cech chemicznych i fizycznych wody.

### Ciekawostka

W obrębie hydrosfery wyróżniana jest kriosfera, czyli powłoka lodowa obejmująca zamrożoną wodę występującą w postaci: lodu morskiego, rzecznojeziornego, pokrywy śnieżnej, lodowców, czap lodowych, lądolodów oraz zamrożonego gruntu (w tym wiecznej zmarzliny).

Występowanie wody w takiej postaci fazowej wpływa na globalny system obiegu energii – powierzchnia lodu i śniegu charakteryzuje się dużym współczynnikiem odbicia światła (reflektancja - albedo).

Z historii geologicznej Ziemi wiadomo, że zlodowacenia wpłynęły na ukształtowanie powierzchni kontynentów, cechy ich budowy geologicznej, funkcjonowanie hydrosfery (sieć rzeczna i jeziora) oraz warunki rozwoju biosfery.

## Atmosfera

Atmosfera to niejednorodna powłoka gazowa otaczająca Ziemię, złożona głównie z azotu (78,084% objętości), tlenu (20,946%), argonu (0,934%) oraz dwutlenku węgla (0,0408%). Budują ją sferycznie występujące warstwy, które charakteryzują się zróżnicowanym składem gazowym, temperaturą i panującym ciśnieniem oraz poziomem zjonizowania gazów. Ziemia posiada atmosferę dzięki dostatecznie dużej sile grawitacyjnej, która jest w stanie utrzymać gazy i zapobiegać ich ucieczce w kosmos.

Najniżej położoną warstwą atmosfery jest troposfera, czyli warstwa, w której zachodzi pionowy i poziomy ruch powietrza i pary wodnej, są to procesy kształtujące pogodę. Miąższość tej warstwy atmosfery waha się od kilku kilometrów nad biegunami (ok. 8 km) do kilkunastu kilometrów nad równikiem (prądy konwekcyjne sięgają nawet do wysokości 18 km), przy czym jej średnia grubość osiąga ok. 12 km.

Z punktu widzenia panującego życia na Ziemi nieważne znaczenie odgrywa warstwa położona ponad troposferą, czyli stratosfera wraz z występującą w jej obrębie ozonosferą. Ozon atmosferyczny pochłania zabójcze dla organizmów żywych promieniowanie UV. Najwyższe stężenie ozonu występuje na wysokości około 32 km nad powierzchnią Ziemi. Na tej wysokości stężenie ozonu może wynosić nawet 0,0015%.

## Wpływ sfer Ziemi na atmosferę

Litosfera	Wraz z erupcją wulkanów do atmosfery uwalniane są ciepło, pyły i gazy. Zależnie od ilości i typu uwalnianych gazów i pyłów może dochodzić do ocieplenia lub ochłodzenia temperatury w skali globalnej. W skali geologicznej uwalniane gazy będące efektem wietrzenia wpływają na skład atmosfery. Ruchy skorupy ziemskiej, towarzysząca im zmiana położenia i powierzchni oceanów i lądów prowadzi do zmiany warunków obiegu ciepła. Ukształtowanie powierzchni wpływa na cyrkulację atmosferyczną, w tym powstawanie wiatrów lokalnych. Powstawanie złóż może prowadzić do zmiany składu atmosfery (np. osady węglanowe gromadzą dwutlenek węgla).
Hydrosfera	Cykl obiegu wody (ewapotranspiracja i kondensacja) wpływają na skład atmosfery; para wodna w atmosferze wpływa na obieg ciepła. Występowanie powierzchni pokrytej lodem i śniegiem wpływa na bilans energetyczny Ziemi (wysokie albedo). Składniki powietrza atmosferycznego rozpuszczają się w wodzie.
Biosfera	Interakcje biosfery z atmosferą wpływają na cykl obiegu węgla i tlenu oraz innych pierwiastków, które wchodzi w skład organizmów żywych i mogą być przez nie pobierane lub uwalniane. Organizmy żywe w efekcie procesów życiowych i rozkładu materii żywej wpływają na skład atmosfery i klimat (np. tlen, metan, azot, związki siarki).

### Ciekawostka

Obserwacje instrumentalne pogody i klimatu prowadzone są od niespełna 150 lat. Cechy klimatu, jaki panował w przeszłości, określane są zatem na podstawie danych pośrednich, jakich dostarczają geologia i geomorfologia oraz paleobiologia. Na panujące wówczas warunki klimatyczne wskazują bowiem cechy osadów na dnach mórz i jezior oraz szczątków roślin i pyłków zachowanych w skałach, jak również cechy lodu lodowcowego. Umożliwia to rekonstrukcję typu procesów geologicznych oraz składu gatunkowego roślin i rozmieszczenia ich stref, które można odnieść do klimatu i panującej w danym okresie temperatury. Tak np. ustalono, że w okresie holocenu, czyli po ustąpieniu ostatniego zlodowacenia kontynentalnego (okres obejmujący ostatnie 11 tys. lat), zmiany klimatu Ziemi wykazywały fluktuacje w cyklu 1000–1500-letnim. Jednocześnie najcieplejszy był okres tzw. atlantyckiego optimum klimatycznego, do którego doszło między 7700 a 5000 lat temu, kiedy średnia temperatura na Ziemi była wyższa nawet o dwa stopnie, porównując z panującą obecnie. Z kolei w ostatnim tysiącleciu zaobserwowano wyraźne ocieplenie w średniowieczu, po którym nastąpiła tzw. mała epoka lodowcowa (w okresie od XVI do XIX wieku). Począwszy od końca XIX wieku obserwowany jest ponowny, stały wzrost temperatury. Ze względu na jego dynamikę, szczególnie obserwowaną u schyłku XX wieku, łączony jest on z wpływem czynników antropogenicznych (takich jak np. emisja gazów cieplarnianych).

### Biosfera

Biosfera to przestrzeń w obrębie przyrodniczego systemu Ziemi skolonizowana przez organizmy żywe i znajdująca się pod ich silnym wpływem, która obejmuje całą hydrosferę oraz część litosfery (do 3 km w głąb) i atmosfery (większość organizmów żywych występuje do wysokości kilkudziesięciu metrów, a ślady życia obserwowane są praktycznie w zasięgu całej troposfery). Dzieli się ją na: fitosferę, czyli sferę życia roślin, zoosferę, czyli sferę życia zwierząt, i antroposferę, czyli sferę życia człowieka. Na gruncie biologii świat organizmów żywych dzielony jest na tzw. królestwa: bakterie, protisty, grzyby, rośliny i zwierzęta, do którego to królestwa zaliczany jest również człowiek.

W niektórych opracowaniach za element biosfery uznaje się również martwą materię organiczną, która nie uległa dekompozycji, a nawet pulę pierwiastków, która jest objęta cyklem obiegu związanym z rozwojem organizmów i ich rozkładem.

Współdziałanie biosfery z pozostałymi sferami Ziemi dobrze tłumaczy koncepcja ekosystemu (systemu ekologicznego), w myśl której organizmy żywe (biocenoza) wraz ze środowiskiem przez nie zajmowanym (biotopem) tworzą dynamiczny układ ekologiczny, w którym następuje przepływ energii i obieg materii dzięki relacjom wszystkich składników uczestniczących w procesach metabolicznych, lokalnych cyklach troficznych oraz lokalnych i globalnych cyklach biogeochemicznych.

## Wpływ biosfery na pozostałe sfery Ziemi

Biosfera jest sferą powiązaną ze wszystkimi pozostałymi sferami przyrodniczego systemu Ziemi. Organizmy żywe regulują skład atmosfery (np. obieg azotu, tlenu, dwutlenku węgla, emisję metanu, pary wodnej z transpiracji) i biorą udział w dystrybucji energii słonecznej (np. fotosynteza, niski współczynnik albedo powierzchni z okrywą roślinną = wysoki poziom absorpcji energii słonecznej, złoża kopalin: węgla i ropy naftowej oraz gazu ziemnego). Organizmy żywe oddziałują również na hydrosferę, uczestnicząc w cyklu obiegu wody czy poprzez wpływ na jej cechy fizykochemiczne (np. uwalnianie substancji i pierwiastków, w tym wpływ na zawartość tlenu w wodzie, uwalnianie siarkowodoru i kwasów organicznych). Wpływ biosfery na litosferę wiąże się z udziałem organizmów w cyklu skalnym (np. pierwiastki jako budulec materii organicznej, wpływ na procesy wietrzenia fizycznego i chemicznego, formowanie skał organogenicznych). Z kolei przyrodniczy system Ziemi współdziała z biosferą w następujący sposób:

## Wpływ sfer Ziemi na biosferę

Atmosfera	Dostarcza pierwiastki niezbędne do rozwoju życia, takie jak azot, tlen czy dwutlenek węgla. Współdecyduje o warunkach termicznych i klimacie. Uczestniczy w dystrybucji wody. Pochłania promieniowanie UV zabójcze dla życia, dlatego zanik warstwy ozonowej stanowi zagrożenie (dziura ozonowa). Wiatr przemieszcza zarodniki i umożliwia zapylenie roślin, lecz także może powodować uszkodzenia elementów biosfery (np. wiatrolomy). Jest środowiskiem życia organizmów żywych. Tlen atmosferyczny podtrzymuje ogień – wielkie i destrukcyjne pożary buszu (np. w Australii).
Hydrosfera	Jest środowiskiem życia wielu organizmów. Substancje i gazy rozpuszczone w wodzie umożliwiają rozwój życia. Woda jest podstawowym składnikiem materii żywej i niezbędnym elementem w procesie fotosyntezy.
Litosfera	Tektonika płyt kontynentalnych wpływa na rozmieszczenie biotopów. Litosfera wpływa na klimat. Procesy wulkaniczne prowadzą do uwalniania gazów i pyłów, które mogą stymulować lub zagrażać życiu organicznemu. Ukształtowanie dna oceanicznego decyduje o rozwoju koralowców. Właściwości fizyczne i chemiczne litosfery wpływają na przebieg procesów glebotwórczych, a typ gleby we współdziałaniu z innymi czynnikami współdecyduje o typie zbiorowisk roślinnych.

## Ciekawostka

Zasięg biosfery jeszcze w nieodległej przeszłości mógł być utożsamiany z przestrzenią obejmującą antroposferę, czyli sferę, w której żyje, funkcjonuje i gospodaruje człowiek. W wyniku postępu technologicznego antroposfera uległa jednak znacznemu rozszerzeniu. Umownie można przyjąć, że obecnie sięga do 13,5 km w głąb litosfery (najgłębsze wiercenie na Półwyspie Kolskim) i ponad 400 km ponad powierzchnię Ziemi, czyli do wysokości, na jakiej orbituje Międzynarodowa Stacja Kosmiczna.

W kontekście powyżej przytoczonych ustaleń, w nieco innym wymiarze należy rozpatrywać pojęcie epigeosfery, czyli trójwymiarowej przestrzeni na pograniczu atmosfery, hydrosfery, litosfery i biosfery, w której zasięgu zaznacza się gospodarcza działalność człowieka, zwłaszcza że



epigeosferę utożsamia się z przedmiotem badań nauk geograficznych. Jak bowiem wiadomo, w polu zainteresowania geografii znajduje się środowisko geograficzne, które obejmuje środowisko przyrodnicze i człowieka wraz z przejawami jego działalności gospodarczej.

Z powyższego wynika, że antroposfera oddziałuje na wszystkie pozostałe sfery Ziemi, nie tylko poprzez występujące współzależności, lecz także z powodu jej zasięgu przestrzennego.

## Ziemia jako system współdziałających sfer

Sfery Ziemi są wzajemnie powiązane, a ich interakcje i stan każdej z nich decyduje o aktualnym charakterze środowiska geograficznego naszej planety. Oznacza to, że zachodzące zmiany w którejkolwiek z nich wpływają na stan pozostałych, dlatego możliwa jest samoregulacja, a dzięki temu zachowanie przyrodniczego systemu Ziemi w stanie równowagi. Stan przyrodniczego systemu Ziemi jest więc wynikiem procesów, które obejmują zarówno realizowane przez ten system funkcje (np. cykle obiegu), jak i jego historię, czyli mniej odwracalne lub nieodwracalne zmiany, które zmieniają strukturę oraz – w konsekwencji – funkcję systemu (np. wędrówka kontynentów i ekspansja lub zanik den oceanów albo też proces formowania atmosfery i jej składu gazowego). Współdziałanie sfer Ziemi w obrębie przyrodniczego systemu Ziemi ilustruje grafika interaktywna.

### Ciekawostka

[System przyrodniczy Ziemi](#) jest tzw. systemem otwartym. Oznacza to, że przebieg procesów sprawowanych przez taki system jest uzależniony od dopływu energii z zewnątrz. W innym przypadku wszelkie procesy uległyby zahamowaniu.

W przypadku przyrodniczego systemu Ziemi źródłem energii jest przede wszystkim promieniowanie słoneczne. Tylko niewielka część energii zasilającej ten system związana jest z jej dopływem z wnętrza planety. Dlatego równowaga systemu przyrodniczego Ziemi zależy w podstawowym stopniu od niezakłóconego przebiegu procesów wymiany energii docierającej ze Słońca i emitowanej w kosmos, czyli proporcji bilansu energetycznego Ziemi.

## Słownik

### atmosfera

[gr. atmós 'para', sphaíra 'kula'] niejednorodna powłoka gazowa otaczająca Ziemię, złożona głównie z azotu (78,084% objętości), tlenu (20,946%), argonu (0,934%) oraz dwutlenku węgla (0,0408%); budują ją sferycznie występujące warstwy, które charakteryzują się zróżnicowanym składem gazowym, temperaturą i panującym ciśnieniem oraz poziomem zjonizowania; Ziemia posiada atmosferę dzięki dostatecznie dużej sile grawitacyjnej, która jest w stanie utrzymać gazy i zapobiegać ich ucieczce w kosmos

### antroposfera

[gr. antropos 'człowiek', sphaíra 'kula'] przestrzeń, w której żyje, funkcjonuje i gospodaruje człowiek; wraz z rozwojem technologicznym ulegała rozszerzeniu; można przyjąć, że ekstrema antroposfery wyznaczają najgłębsze wiercenia (13,5 km) oraz orbita Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (410 km)

### biosfera

[gr. bíos 'życie', sphaíra 'kula'] przestrzeń w obrębie przyrodniczego systemu Ziemi skolonizowana przez organizmy żywe i znajdująca się pod ich silnym wpływem, która obejmuje całą hydrosferę oraz część litosfery i atmosfery; dzieli się ją na: fitosferę, czyli sferę życia roślin, zoosferę, czyli sferę życia zwierząt, i antroposferę, czyli sferę życia człowieka

### epigeosfera

środowisko przyrodnicze – trójwymiarowa przestrzeń na pograniczu sfer Ziemi (atmosfery, hydrosfery, litosfery), sięgająca do takiej wysokości i głębokości, do jakiej sięga gospodarcza działalność człowieka; epigeosfera jest przedmiotem badań geografii; w geografii fizycznej może być utożsamiana z przyrodniczym systemem Ziemi czy też krajobrazem

### **geosfera**

[gr. gḗ 'ziemia', sphaíra 'kula'] powłoka wyróżniana w budowie wnętrza Ziemi, która charakteryzuje się odmiennym składem mineralnym i cechami fizycznymi oraz położeniem w stosunku do powierzchni planety

### **hydrosfera**

[gr. hydro 'woda', sphaíra 'kula'] to wodna powłoka Ziemi, która obejmuje wodę występującą w przyrodzie w postaci gazowej, ciekłej i stałej

### **kriosfera**

[gr. krýos 'mróz', sphaíra 'kula'] nauka o lodzie naturalnym;

### **litosfera**

[gr. líthos 'kamień', sphaíra 'kula'] zewnętrzna, sztywna i skalista powłoka kuli ziemskiej obejmująca skorupę i górną część płaszczu Ziemi; jej grubość waha się od poniżej 10 km w obrębie skorupy oceanicznej (nawet 6-8 km w najmłodszych częściach dna oceanicznego) do ponad 250 km, a według różnych źródeł nawet 300 km, w miejscach występowania najstarszych fragmentów skorupy kontynentalnej

### **magnetosfera**

[gr. magnetes - 'magnetyczny', sphaíra 'kula'] pole magnetyczne otaczające Ziemię, które jest efektem zjawiska tzw. dynamo magnetohydrodynamicznego, czyli ruchu wirowego mas substancji przewodzącej prąd, jaki zachodzi w jądrze zewnętrznym Ziemi

### **pedosfera (powłoka glebowa)**

[gr. pedos- 'grunt', sphaíra 'kula'] powierzchniowa warstwa skorupy ziemskiej (do 2 m w głąb) wytworzona ze skały macierzystej w wyniku przebiegu procesów glebotwórczych wywołanych oddziaływaniem czynników glebotwórczych takich jak: klimat, woda, rośliny, zwierzęta i drobnoustroje oraz człowiek; glebę budują części mineralne (z wietrzenia i akumulacji skal), substancja organiczna, w tym próchnica (z rozkładu substancji organicznej i akumulacji jej produktów), a także przestwory glebowe (wypełnione powietrzem glebowym) i wilgoć glebowa

### **system**

termin pochodzi z języka greckiego (*systema*) i oznacza całość złożoną z mniejszych części (podsystemów) współzależnych i funkcjonalnie lub strukturalnie ze sobą powiązanych poprzez zachodzące pomiędzy nimi relacje; np. organizm żywy, układ planetarny, czy system przyrodniczy Ziemi

### **sfera Ziemi**

koncentryczna powłoka budująca Ziemię, charakteryzująca się odmiennymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi albo obszar mający charakter powłoki wyróżniany na styku poszczególnych sfer głównych; do głównych sfer Ziemi zaliczane są: litosfera, hydrosfera, biosfera, atmosfera; wyróżniane są również inne sfery Ziemi, takie jak np.: magnetosfera, kriosfera, epigeosfera czy antroposfera

### **system przyrodniczy Ziemi**

system otwarty, zasilany energią Słońca i wnętrza Ziemi, na który składają się sfery Ziemi powiązane relacjami przyczynowo-skutkowymi, obejmującymi interakcje o charakterze cyklicznych procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych, które utrzymują system w równowadze dynamicznej; głównymi sferami Ziemi budującymi ten system są: litosfera, hydrosfera, atmosfera i biosfera, a także według różnych źródeł magnetosfera