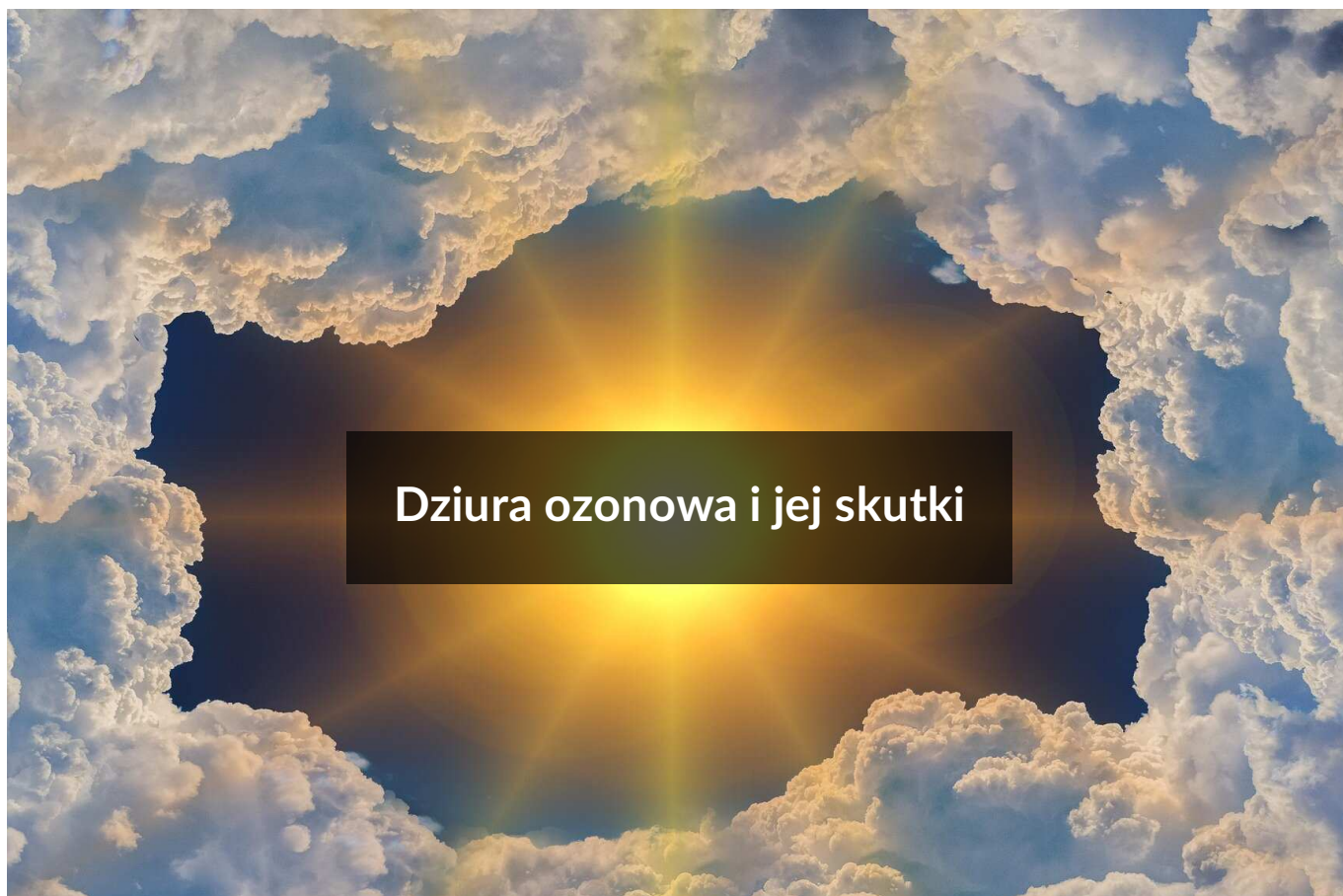




Dziura ozonowa i jej skutki

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja 3D](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Dziura ozonowa i jej skutki

Źródło: By Gerd Altmann, Pixabay License, <https://pixabay.com/pl/service/terms/#license>, dostępny w internecie: www.pixabay.com.

Życie na naszej planecie pojawiło się około 3,9 miliarda lat temu. Nadal nie potrafimy zidentyfikować wszystkich procesów, które temu sprzyjały, ale wiemy z pewnością, że życie nie byłoby możliwe bez warstwy rozproszonych gazów na wysokości 14-35 km. Znajduje się tam delikatna warstwa ozonu, która chroni przed szkodliwym ultrafioletowym promieniowaniem Słońca. Badania wykazują, że zanieczyszczenia atmosfery niszczą tę warstwę ochronną. Najbardziej szkodliwe okazały się związki chlorofluorowęglanowe. W latach 70. XX wieku odkryto nad Antarktydą ubytek warstwy ozonowej o rozmiarach powierzchni Stanów Zjednoczonych, który pojawiał się sezonowo. Od lat 90. stwierdzono podobne zjawisko na półkuli północnej. W tym zjawisku dostrzeżono zagrożenie dla życia na Ziemi, a ubytek ozonu nazwano „dziurą ozonową”.

Twoje cele

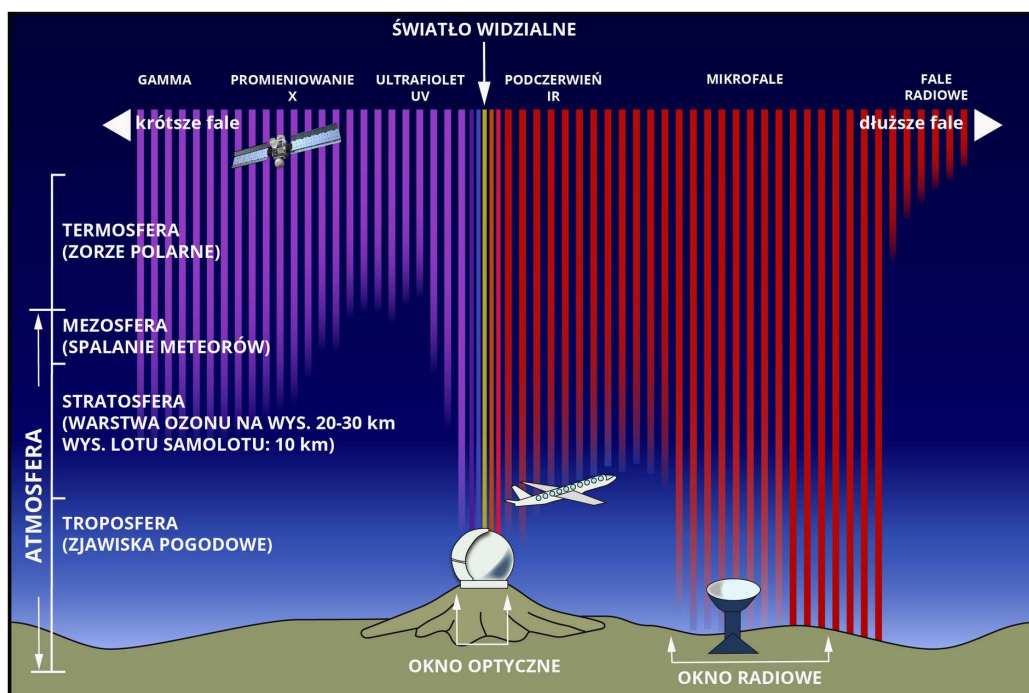
- Dowiesz się, czym jest dziura ozonowa.
- Zapoznasz się ze skutkami jej występowania.
- Przeanalizujesz proces powstawania dziury ozonowej.

Przeczytaj

Promienie słoneczne – wróg czy przyjaciel?

Bez promieni słonecznych nasza planeta byłaby jałowa. Słońce ogrzewa powierzchnię naszej planety, pobudza atmosferę i hydrosferę do ciągłego ruchu, sprzyjając tym samym dystrybucji energii. Promienie słoneczne wykorzystywane są przez rośliny w procesie fotosyntezy. Niektóre długości fal są jednak szkodliwe. Promieniowanie słoneczne (elektromagnetyczne) obejmuje promieniowanie podczerwone, światło widzialne oraz ultrafioletowe (**UV**), które dzieli się ze względu na długość:

- Promieniowanie **UV-A** cechuje się mniejszą szkodliwością w porównaniu z innymi długościami; posiada najdłuższy rodzaj fali cechujący się niskim poziomem energii. Wystawienie na działanie promieniowania może przyczynić się do uszkodzenia znajdującego się w skórze włókna kolagenowego, efektem czego może być przyspieszone starzenie; narażenie na promieniowanie w długim okresie czasu przyczynić może się do powstania zaćmy;
- Promieniowanie **UV-B** charakteryzuje się krótkim rodzajem fal. Wraz ze wzrostem wysokości n.p.m. wzrasta natężenie oraz szkodliwe działanie promieniowania, którego efektem jest starzenie się skóry oraz wystąpienie chorób nowotworowych skóry. UV-B odgrywa rolę w syntezie witaminy D;
- Promieniowanie **UV-C** jest to rodzaj promieniowania charakteryzujący się najkrótszą falą oraz dużym poziomem energii, które jest niemal w całości absorbowane przez warstwę ozonową. Efektem wystawienia na działanie omawianego promieniowania może być uszkodzenie łańcuchu DNA oraz wystąpienia nowotworów skóry.



Promieniowanie UV-B i UV-A mają odpowiednio coraz dłuższą falę i mniejszą energię. Obydwa docierają poniżej warstwy ozonowej i wywołują niekorzystne efekty biologiczne, ale nie dokonują na powierzchni Ziemi spustoszenia. Promieniowanie UV-C, a także UV-B może doprowadzić do uszkodzenia łańcuchów DNA, w wyniku czego dochodzi do mutacji powodujących nowotwory skóry. Promienie ultrafioletowe typu B i A zabijają mikroorganizmy, ale dzięki powyższym właściwościom w środowisku naturalnym odbywa się swoista dezynfekcja (te właściwości promieniowania wykorzystuje się do sterylizacji instrumentów i pomieszczeń medycznych). Co więcej, promieniowanie słoneczne jest niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Do dobroczynnych efektów można zaliczyć korzystny wpływ na samopoczucie i aktywność fizyczną, umożliwienie syntezy witaminy D, pobudzenie wydzielania wielu hormonów.

Słońce może być źródłem korzyści zdrowotnych, ale nasza skóra posiada ograniczoną zdolność do ochrony przed promieniowaniem słonecznym. Warstwa zrogowaciałego naskórka odbija promienie, a barwnik (melanina) pochłania i rozprasza promieniowanie, jednak przy dłuższym oddziaływaniu promieni może dojść do natychmiastowych negatywnych skutków (np. poparzeń słonecznych, fototoksycznych i fotoalergicznym reakcji na leki i kosmetyki) oraz odległych skutków biologicznych (np. przedwczesnego starzenia skóry, stanów przednowotworowych, raka skóry).

Czym jest ozon i dlaczego jest ważny?

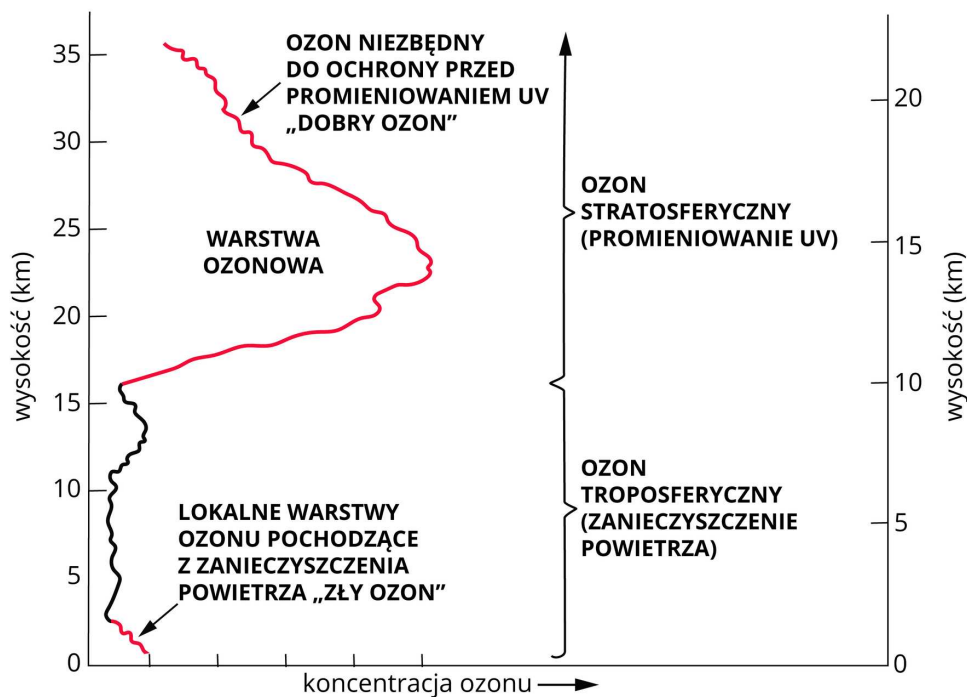
Ozon (O_3) jest gazem naturalnie występującym w atmosferze ziemskiej. Składa się z trzech atomów tlenu i odznacza się znacznie mniejszą stabilnością niż tlen (O_2). Jest przez to znacznie bardziej reaktywny - oznacza to, że ma zdolność do udziału w reakcjach chemicznych. Ze względu na tę niestabilność, ozonu jest w atmosferze stosunkowo mało (najwyższe stężenie występuje na wysokości około 25-32 km nad powierzchnią Ziemi). W celu zobrazowania zawartości ozonu w kolumnie powietrza określa się grubość warstwy, która by powstała w przypadku wyizolowania go z atmosfery i osadzeniu na powierzchni ziemi przy określonych warunkach (ciśnienie powietrza atmosferycznego 1000 hPa i temperatura $0^\circ C$). Osiągnięty wynik w metrach jest mnożony przez 100 000 i oznacza grubość warstwy w jednostkach **Dobsona (DU)**. Przeciętna warstwa wynosi 300 Dobsonów (3 mm); w przypadku występowania dziury ozonowej wskaźnik ten nie przekracza 220 DU.

Ozon jest obecny w całej atmosferze, ale przede wszystkim w dwóch kluczowych strefach:

- **Ozon troposferyczny** - występuje w niższej atmosferze (od 5 km do 15 km w zależności od szerokości geograficznej). W większości troposfery stężenie ozonu jest stosunkowo niskie. Stężenie ozonu bardzo blisko powierzchni może być jednak wyższe lokalnie, szczególnie

w miejscach, gdzie tworzy się w wyniku zanieczyszczenia powietrza. Powstaje w wyniku reakcji chemicznych między zanieczyszczeniami takimi jak tlenki azotu, lotne związki organiczne i światło słoneczne. Te zanieczyszczenia powietrza są emitowane ze spalin samochodowych, procesów przemysłowych, urządzeń elektrycznych i rozpuszczalników chemicznych. Ozon na poziomie gruntu może mieć negatywny wpływ na zdrowie ludzi,

– **Ozon stratosferyczny** – jest obecny w górnej atmosferze (od około 10-15 km do 50 km w zależności od szerokości geograficznej). Stratosfera obejmuje strefę zwaną „warstwą ozonową”. Ozon w stratosferze odgrywa zupełnie inną rolę niż w warstwie troposferycznej. W warstwie ozonowej często określa się ją mianem „dobrego” ozonu, ponieważ odgrywa on kluczową rolę w absorpcji potencjalnie niebezpiecznego promieniowania ultrafioletowego ze Słońca. Warstwa ozonowa zazwyczaj pochłania całkowicie promieniowanie UV-C i 97-99% przychodzącego promieniowania UV-B. Wyższe stężenia ozonu w stratosferze mają zatem kluczowe znaczenie dla zapewnienia życia na powierzchni Ziemi.



Standardowy profil stężenia ozonu w atmosferze ziemskiej, rozciągający się od poziomu gruntu do 40 km

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., CC BY-SA 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

Na podstawie – Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2268970> oraz opracowania na podstawie rysunków 1-2 z Montreal Protocol Scientific Assessment Panel (2014) CC-BY-SA, [online], dostępny w internecie:

<https://ourworldindata.org/ozone-layer>.

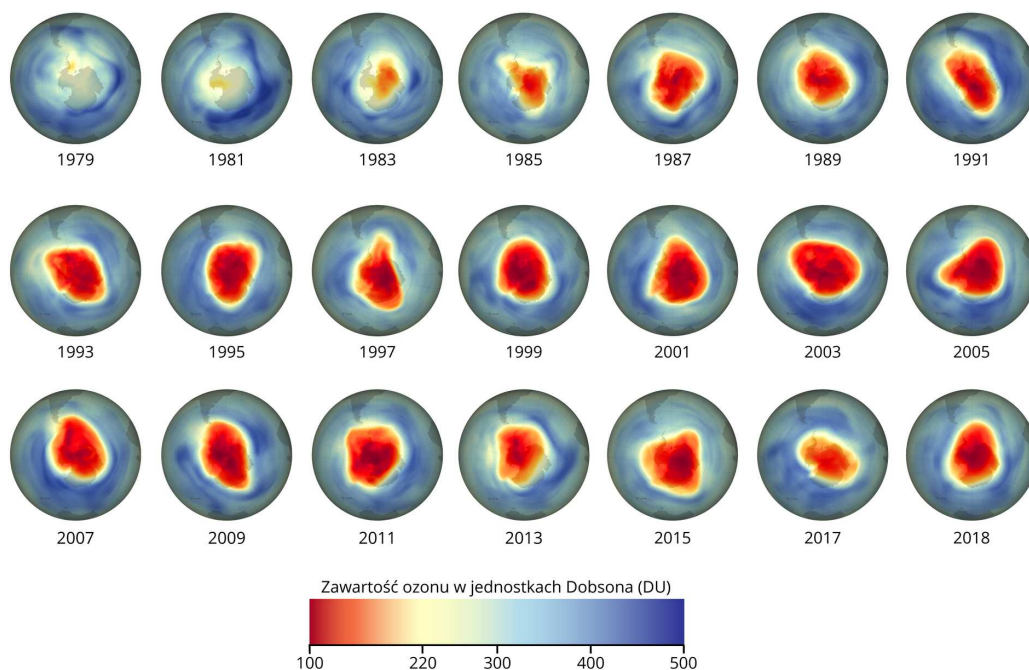
Jakie substancje niszczą warstwę ozonową?

Substancje zubożające warstwę ozonową to gazy halogenowe zawierające chlor i/lub brom, które mogą rozkładać ozon w stratosferze. Istnieje znaczna liczba takich substancji, w tym chlorofluorowęglowodory, wodorochlorofluorowęglowodory, chlorek i bromek metylu oraz halony.

Często nazywa się te substancje freonami. Zostały odkryte stosunkowo niedawno, bo w latach 20. XX wieku, a ich wytwarzanie rozpoczęto w latach 30. XX wieku. Z biegiem lat ich produkcja zwiększała się, podobnie ich zastosowanie. Freony trafiły między innymi do układów chłodniczych lodówek i aerozoli, ale także miały swoje zastosowanie przy produkcji spienionych tworzyw sztucznych, rozpuszczalników, preparatów do mycia urządzeń elektrycznych, substancji odtłuszczających i lakierów.

Gazy te, emitowane na powierzchni Ziemi, stopniowo rozprzeczane były przez dolną atmosferę, skąd trafiały do górnej atmosfery. Ta droga zajmuje nawet od kilku do kilkunastu lat, dlatego w początkowym okresie nie wystąpiły niekorzystne zmiany w stratosferze (nikt też tego zjawiska nie badał do lat 60-70. XX wieku). Ostatecznie utworzyły się w stratosferze wysoce reaktywne chlorowe lub bromowe gazy, które w obecności promieni ultrafioletowych (UV) zaczęły niszczyć ozon stratosferyczny, powodując zubożenie warstwy ozonowej. Proces niszczenia może jeszcze zachodzić nawet przez 65-130 lat od wprowadzenia chloru do środowiska.

Dziura ozonowa, czyli bomba zegarowa



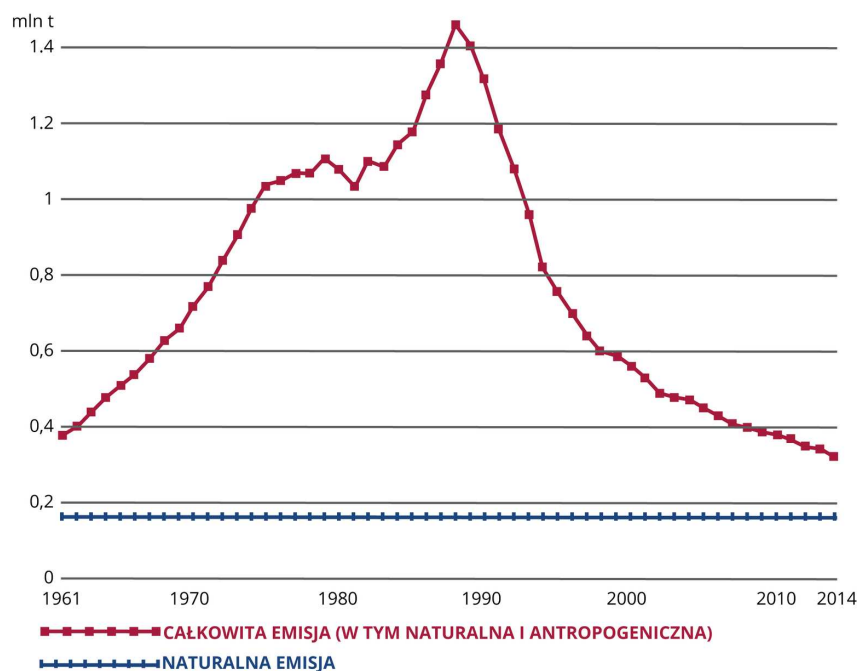
Zmiany zawartości ozonu na biegunie południowym w latach 1979-2018 w jednostkach Dobsona

Źródło: By NASA's Earth Observatory, <https://earthobservatory.nasa.gov/image-use-policy>, dostępny w internecie: <https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/Ozone/show-all>.

Od lat 70. XX wieku zauważono problem zaniku warstwy ozonowej w strefach okołobiegunowych i powiązano ten ubytek z działalnością człowieka, która zanieczyszczała środowisko i naruszyła równowagę w atmosferze. Produkowane gazy, w tym głównie chlor, w wyniku emisji do atmosfery zmniejszały ilość stratosferycznego ozonu (O_3).

Atomy chloru dostające się do atmosfery ze związków zwanych freonami, po kilku latach docierają do stratosfery. Na wysokości około 30 km promieniowanie ultrafioletowe jest na tyle silne, że rozszczepia cząsteczki i uwalnia atomy chloru, które atakują ozon. W reakcji łańcuchowej chlor łączy się z milionami cząsteczek ozonu, który jest eliminowany ze stratosfery. W konsekwencji prowadzi to do zmian w składzie chemicznym górnej warstwy atmosfery.

Emisja freonów w latach 80. XX wieku bardzo się nasiliła, a naukowcy zaczęli poważnie traktować coraz niższe wartości ozonu nad Antarktydą. Zjawisko uznano za groźne i nazwano je **dziurą ozonową**. W 1992 r. problem zidentyfikowano także na półkuli północnej. Od 1997 r. podejmuje się działania na całym świecie zmierzające do opanowania zmian klimatycznych.

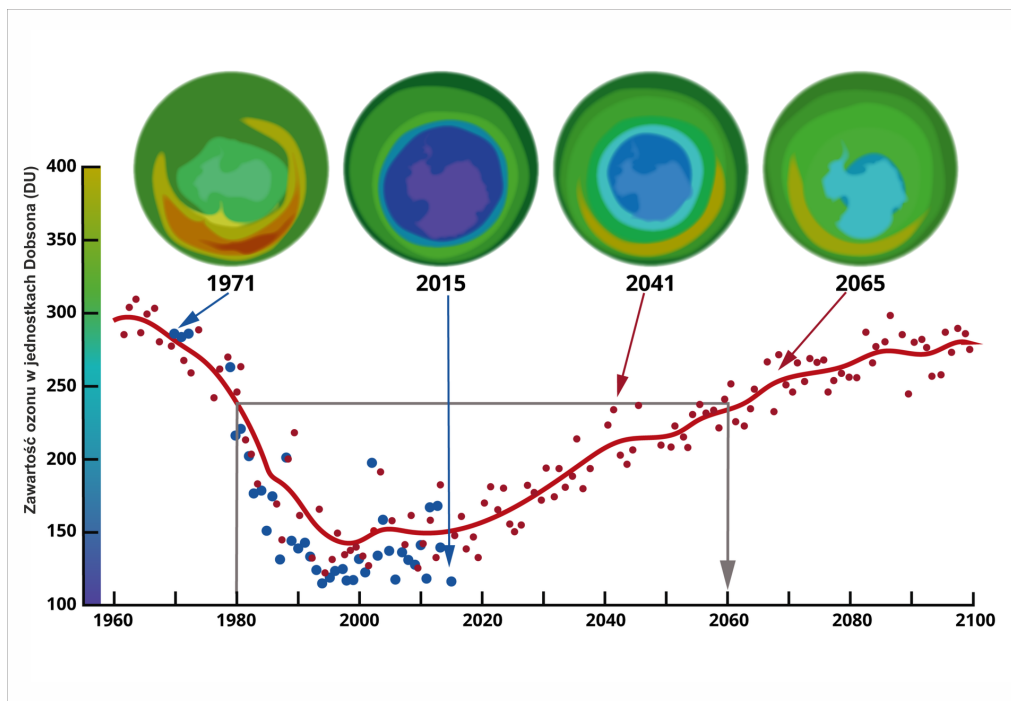


Naturalna emisja oraz całkowita emisja (naturalna i antropogeniczna) w latach 1961-2014

Źródło: By Our World in Data (zmodyfikowane), CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en_US, dostępny w internecie: <https://ourworldindata.org/ozone-layer>.

Dobre i złe wieści

Na skutek negatywnego wpływu freonów na warstwę ozonową w 1985 r. kraje należące do ONZ uchwaliły Konwencję Wiedeńską, a w 1987 r. podpisały Protokół Montrealski. Zarówno konwencja jak i protokół zostały uznane przez państwa świata, które zobowiązały się do wycofania z produkcji freonu i innych substancji szkodzących warstwie ozonowej. Postanowienia protokołu były kilkakrotnie poprawiane, a w efekcie wdrażanych działań w XXI wieku w atmosferze zmniejszyła się koncentracja szkodliwych substancji.



Obecnie z pomiarów wynika, że w latach 2000–2015 dziura ozonowa zmniejszyła się o około 4,5 mln kilometrów kwadratowych, a jeżeli tempo tego zmniejszania utrzyma się, do połowy stulecia odbudowana zostanie warstwa ozonu sprzed ery przemysłowej.

Źródło: By NASA - <https://svs.gsfc.nasa.gov/30602>, Public Domain, dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=61499809>.

Chęć zysku często jednak nie idzie w parze z ochroną środowiska. W 2018 r. wykazano, że chociaż po 2012 r. nikt nie przyznawał się do produkcji CFC-11, a jego koncentracja w atmosferze się zmniejszyła, to jednak zaczęła spadać o połowę wolniej niż wcześniej. Na podstawie pomiarów i obliczeń ustalono, że przyczyną jest nielegalna produkcja tego związku. W 2019 r. potwierdzono na podstawie pomiarów atmosferycznych to, co już wcześniej sugerowały wyniki śledztw dziennikarskich i prowadzonych przez organizacje pozarządowe – intensywny rozwój Chin uwalnia do atmosfery niebezpieczne ilości różnych substancji, w tym także CFC-11. W przyszłości możemy spodziewać się podobnych, niewłaściwych postaw ze strony państw rozwijających się.

Pomimo przeszkód i nieprawidłowości podejmowane działania można uznać za sukces ludzkości, gdyż argumenty naukowe zmobilizowały polityków do podjęcia kroków zmierzających do zapobiegnięcia katastrofie.

Negatywne skutki istnienia dziury ozonowej

Skutki zaniku warstwy ozonowej dotyczą całej planety. Możemy je usystematyzować na te, które wpływają na klimat oraz te, które szkodzą florze, faunie oraz samemu człowiekowi.

- wzrost temperatury powietrza na Ziemi - wzmożone parowanie - wzrost powierzchni obszarów suchych - zmiana klimatu - negatywne oddziaływanie na atmosferę - powstawanie smogu fotochemicznego w miastach	
Klimat	
Flora i fauna	<ul style="list-style-type: none"> - niszczenie chlorofilu - zmniejszenie ilości roślin na lądzie - niszczenie planktonu - przerwanie łańcuchów pokarmowych, - zmniejszenie gatunków zwierząt - osłabienie układu odpornościowego zwierząt - wzrost zachorowań i śmiertelności zwierząt dziko żyjących i hodowlanych
Człowiek jako organizm	<ul style="list-style-type: none"> - choroby oczu - osłabienie odporności na zarażenie chorobami wirusowymi - poparzenia słoneczne - reakcje fototoksyczne i fotoalergiczne na leki i kosmetyki - zwiększenie zachorowań na nowotwory, przyspieszenie procesu starzenia się skóry - zakłócenie działania systemu odpornościowego człowieka

Słownik

Dobson

(jednostka Dobsona, DU) – jednostka nienależąca do układu SI; stosowana jest w dziedzinie fizyki atmosfery do określania całkowitej zawartości ozonu w atmosferze; nazwa pochodzi od nazwiska G.M.B. Dobsona, twórcy spektrofotometru służącego do pomiaru zawartości ozonu atmosferycznego

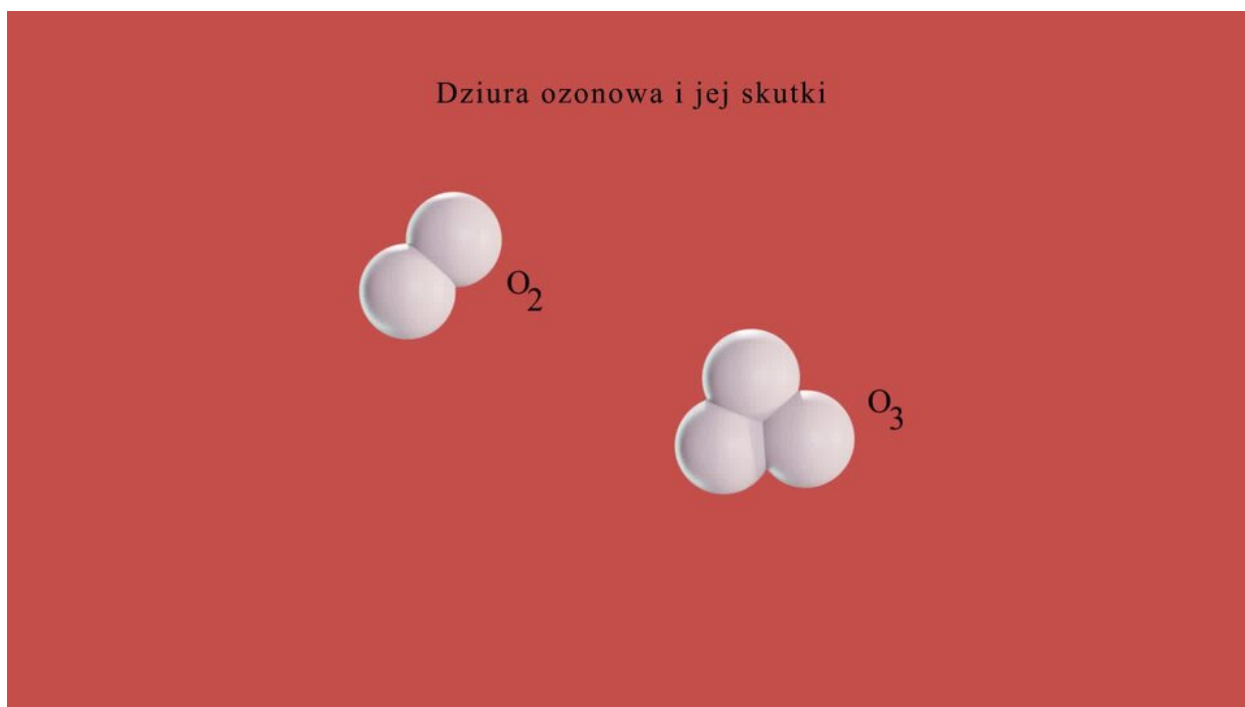
CFC-11

(Trichlorofluorometan, freon-11) – organiczny związek chemiczny, z grupy freonów, złożony z atomu węgla połączonego z trzema atomami chloru i jednym atomem fluoru; pierwszy szeroko stosowany czynnik chłodzący

Animacja 3D

Polecenie 1

Przeanalizuj procesy naturalne i antropogeniczne zachodzące w stratosferze. Zastanów się, czy są to procesy odwracalne czy nieodwracalne?




Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DuiNOnA0N>

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o, licencja: CC BY-SA 3.0.

Film nawiązujący do treści materiału - dotyczy dziury ozonowej i jej skutków.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Oceń, czy poniższe twierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Twierdzenie	Prawda	Fałsz
Promieniowanie słoneczne (elektromagnetyczne) obejmuje promieniowanie podczerwone, światło widzialne oraz ultrafioletowe (UV), które dzieli się ze względu na długość na UV-A, UV-B i UV-C.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Substancje zubożające warstwę ozonową to gazy halogenowe zawierające chlor i / lub brom, które mogą rozkładać ozon w stratosferze.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Obecnie z pomiarów wynika, że w latach 2000–2015 dziura ozonowa zwiększyła się i brak jest szans na odbudowanie warstwy ozonu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 3



Uzupełnij tekst podanymi możliwościami.

Dziura ozonowa jest to znaczny [] koncentracji ozonu w [] ziemskiej (do 90% średniej koncentracji); jest obserwowana w okolicach bieguna [], nad [], gdzie pojawia się rokrocznie w okresie wiosennym (od września do listopada); jej główną przyczyną są prawdopodobnie przedostające się do atmosfery związki [], zwłaszcza freony i halony. Promieniowanie słoneczne (elektromagnetyczne) obejmuje promieniowanie podczerwone, światło widzialne oraz ultrafioletowe [], które dzieli się ze względu na długość na []. (Źródło: encyklopedia PWN)

atmosferze

Antarktydą

wzrost

UV-C, UV-B i UV-A

spadek

dwutlenku węgla

stratosferze

UV-B i UV-C

chloru

metanu

halony

(UV)

Arktyką

południowego

północnego

Ćwiczenie 4



Przyporządkuj właściwe definicje do ich opisów.

Ozon troposferyczny

Występuje w niższej atmosferze (od 5 km do 15 km w zależności od szerokości geograficznej). Powstaje w wyniku reakcji chemicznych między zanieczyszczeniami takimi jak tlenki azotu, lotne związki organiczne i światło słoneczne.

Ozon stratosferyczny

Jest obecny w górnej atmosferze (od około 10-15 km do 50 km w zależności od szerokości geograficznej). Tę warstwę określa się ją mianem „dobrego” ozonu, ponieważ odgrywa on kluczową rolę w absorpcji potencjalnie niebezpiecznego promieniowania ultrafioletowego ze Słońca.

Ćwiczenie 5



Wskaż prawidłową odpowiedź: gdzie znajduje się warstwa ozonowa?

mezosfera

termosfera

troposfera

stratosfera

Ćwiczenie 6



Wymień procesy i urządzenia, w których znalazły zastosowanie freony.

Ćwiczenie 7

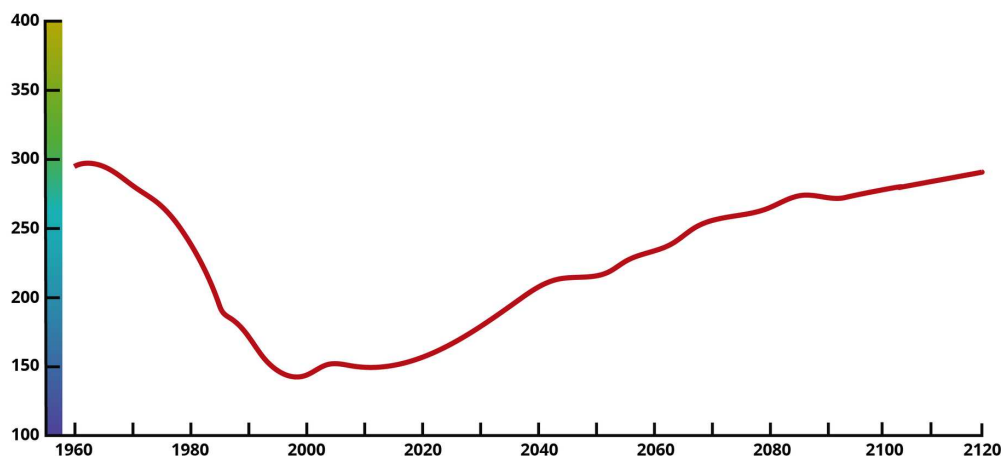


Na podstawie własnej wiedzy oraz dostępnych źródeł wyjaśnij, dlaczego zmniejszenie grubości warstwy ozonowej jest zagrożeniem dla organizmu człowieka.

Ćwiczenie 8



Na podstawie wykresu określ prognozowaną datę przywrócenia warstwy ozonowej z lat 80. i naturalnej warstwy ozonowej na poziomie 300 dobsonów oraz wskaż, który związek chemiczny współcześnie przyczynia się do zwiększania dziury ozonowej i do czego jest wykorzystywany.



Źródło: By NASA, Public Domain.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora: Włodzimierz Juśkiewicz

Przedmiot: geografia

Temat zajęć: Dziura ozonowa i jej skutki

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum/technikum, zakres rozszerzony, klasa I

Podstawa programowa:

III. Dynamika procesów atmosferycznych: pionowa budowa atmosfery, zjawiska i procesy w atmosferze, przestrzenne zróżnicowanie elementów klimatu, strefy klimatyczne i typy klimatów. Uczeń: 1) wykazuje związek między budową atmosfery a zjawiskami i procesami meteorologicznymi

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- charakteryzuje proces powstawania dziury ozonowej;
- opisuje skutki powstania dziury ozonowej.

Strategie nauczania: asocjacyjna, operacyjna.

Metody i techniki nauczania: metoda tekstu przewodniego, dyskusja, debata, burza mózgów.

Formy zajęć: praca indywidualna, praca w grupach, praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne: zasoby multimedialne zwarte w e-materiałach, atlasy geograficzne.

Materiały pomocnicze:

Christian-Dietrich Schönwiese, *Klimat i człowiek*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1997.

Tony Hare, *Ratujmy naszą planetę - t. 2*, Alma-Press, Warszawa 1999.

Przebieg lekcji

Nauczyciel z odpowiednim wyprzedzeniem prosi uczniów o zapoznanie się z podstawowymi pojęciami dotyczącymi omawianego tematu (promienie UV, ozon, freony itp.), znajdującymi się w części „Przeczytaj” niniejszego e-materiału.

Faza wprowadzająca

- Zapoznanie uczniów z tematem i celami zajęć.
- Dialog z uczniami mający na celu usystematyzowanie i przypomnienie podstawowych wiadomości na temat dziury ozonowej i procesu jej powstawania.

Faza realizacyjna

- Nauczyciel dzieli uczniów na dwie grupy, z których każda otrzymuje odrębne zadanie. Pierwsza z nich ma za zadanie wskazać czynniki wpływające na powstawanie dziury ozonowej i ocenić, czy rozwój techniki i cywilizacji jest wart powstawania skutków środowiskowych w takiej postaci. Zadaniem drugiej grupy jest natomiast wskazanie czynników i procesów chroniących przed powstaniem dziury ozonowej i dokonanie oceny, czy wycofywanie się z postępu technicznego i szybkiego rozwoju cywilizacji byłoby uzasadnione w kontekście walki ze skutkami powstawania dziury ozonowej. W trakcie realizacji zadania uczniowie mogą wykorzystać informacje zawarte w części „Przeczytaj” oraz Animacji 3D, a także w innych źródłach informacji (np. pozycje z materiałów pomocniczych).
- Po opracowaniu zadania następuje zestawienie prac obydwu grup. Jeżeli grupy są mało liczne, nauczyciel może poprosić o to, aby każdy członek grupy zabrał głos przynajmniej raz. Natomiast w przypadku licznych grup zaleca się, aby do prezentacji została wyznaczona jedna osoba. Pozostali członkowie mają za zadanie udzielać odpowiedzi na ewentualne pytania. Po wystąpieniu obydwu grup następuje krótka dyskusja – nauczyciel wraz z uczniami wymieniają się swoimi spostrzeżeniami i wyjaśniają ewentualne nieścisłości.
- Uczniowie samodzielnie rozwiązują zadania z bloku ćwiczeniowego. W przypadku trudności z wykonaniem któregoś z nich mogą poprosić nauczyciela o zainicjowanie dyskusji na temat jego wykonania na forum klasy.

Faza podsumowująca

- Następuje krótka dyskusja podsumowująca treści poruszone podczas lekcji. W razie potrzeby prowadzący wyjaśnia kwestie sporne i problematyczne oraz odpowiada na dodatkowe pytania uczniów. W ramach utrwalenia wiedzy nauczyciel może zadać uczniom kilka pytań powiązanych z treścią omawianego materiału.
- Ocena aktywności uczniów i przypomnienie celów zajęć.

Praca domowa

- Uczniowie, na podstawie obecnego rozporządzenia UE w sprawie ozonu – (WE) 1005/2009 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1005&from=EN>), przygotowują wypracowanie pisemne dotyczące działań podejmowanych przez Unię Europejskiej, które mają na celu zmniejszenie stężenia freonów w atmosferze.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimediu: animacja ukazuje proces powstawania dziury ozonowej i może być zastosowana m.in. na lekcjach chemii i biologii, dotyczących podstawowych rodzajów zanieczyszczeń powietrza oraz ich wpływu na środowisko.