

A decorative graphic at the top of the slide features a grid of light green squares on a darker green background, which is curved and fades into the white background below.

# **EFEKTI ZAGAĐENJA VAZDUHA**

**Vežbe**



# **UNIŠTAVANJE OZONSKOG OMOTAČA**

# Šta je ozon?

**Ozon** je gas koji se u prirodi nalazi u našoj atmosferi. Po hemijskom sastavu to je alotropska modifikacija kiseonika, jedan molekul ozona sastoji se od tri atoma kiseonika ( $O_3$ ). Ozon nastaje u gornjim slojevima atmosfere uz pomoć snažnog ultraljubičastog zračenja sa Sunca.

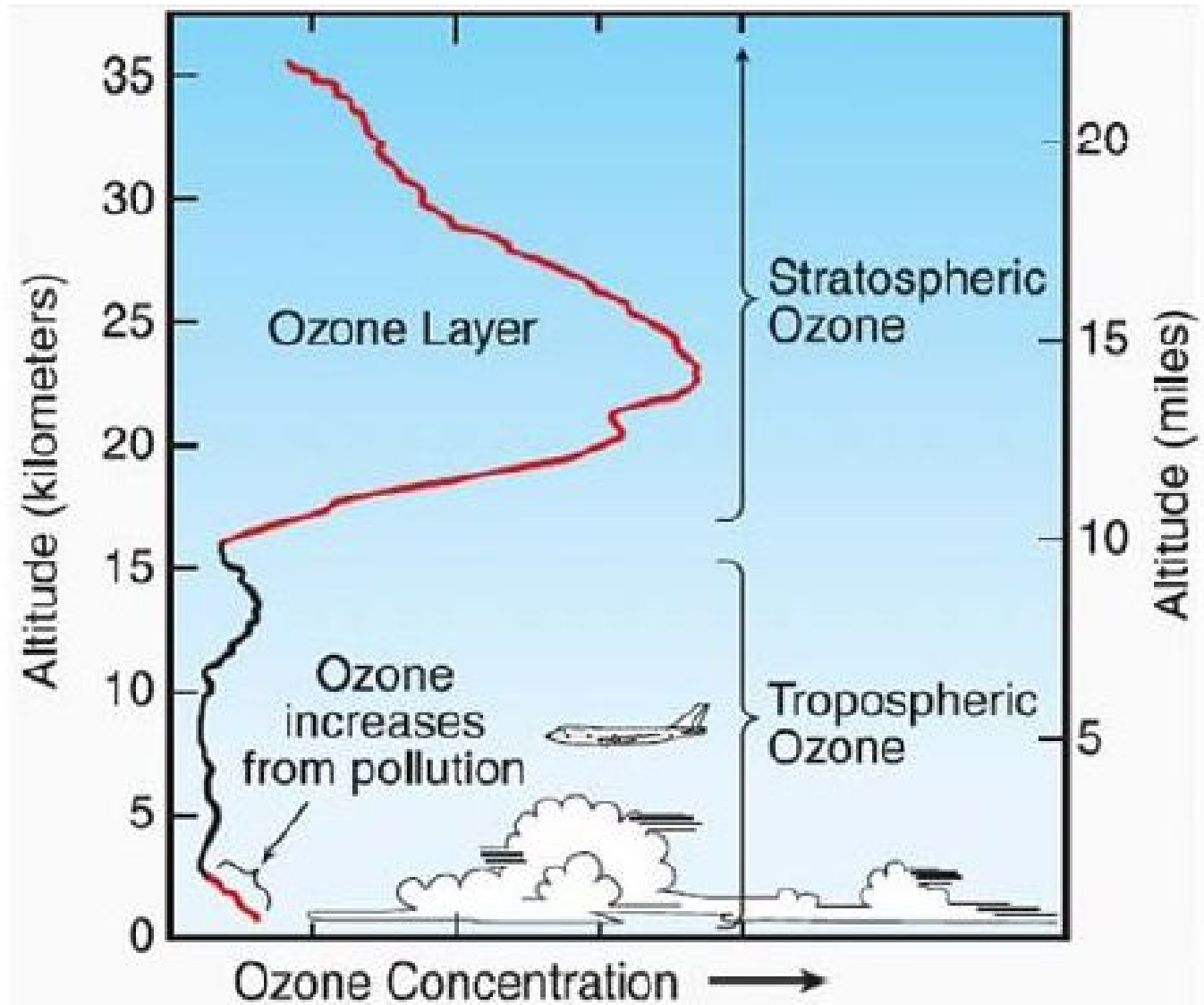
Ozon je gas bledoplave boje, ima oštar miris, koji omogućava da se može osetiti i kod jako male koncentracije. U većim količinama, ozon je otrovan gas veoma neprijatnog mirisa i prilično reaktivne prirode.

# Gde se ozon nalazi?

Najveća koncentracija ozona (oko 90%) u prirodi nalazi se u stratosferi na 10 - 50 km iznad površine zemlje, većina ozona se nalazi u nižem sloju stratosfere, i predstavlja stratosferski ozon, a taj sloj se zove **ozonski omotač**.

Preostali ozon (oko 10%) se nalazi u troposferi i to je troposferski ozon.

# Ozon u atmosferi

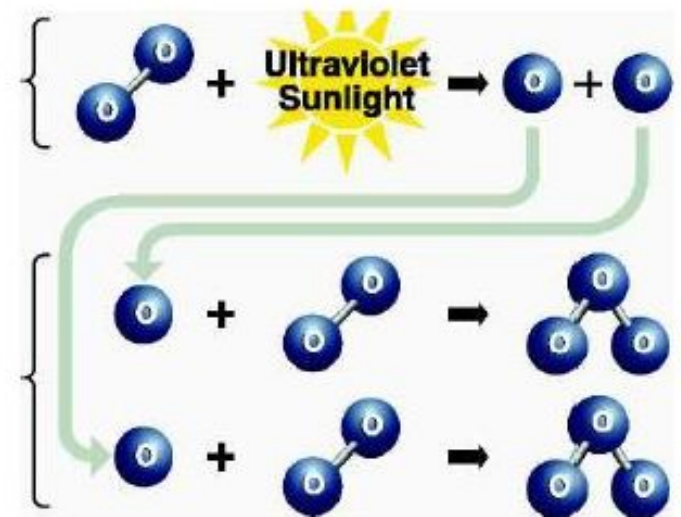


# Nastajanje ozona

Ozon nastaje tokom hemijske reakcije pod uticajem sunčevih ultraljubičastih zraka.

Ultraljubičasto sunčevo zračenje razlaže molekul kiseonika ( $O_2$ ) na dva atoma kiseonika ( $2O$ ). Svaki atom kiseonika spaja se sa jednim molekulom kiseonika i nastaje molekul ozona ( $O_3$ ).

Ovaj hemijski proces se neprekidno nastavlja sve dok ima sunčevog zračenja.



# Štetan i koristan ozon

U zavisnosti od mesta zadržavanja ozon može **štititi ili štetiti** životu na zemlji:

Kada je blizu površine Zemlje u vazduhu koji dišemo ozon je štetan zagađivač koji uzrokuje oštećenja pluća, tkiva i zasada i to je **loš ozon**.

Ozon je snažan fotohemijski oksidant koji oštećuje gumu, plastiku i sav biljni i životinjski svet.

# Štetan i koristan ozon

Većina ozona je koncentrisana u stratosferi na visini od 25 km i tu se smatra **dobrim ozonom**.

Odnos dobrog i lošeg ozona u atmosferi zavisi od ravnoteže između procesa stvaranja i uništavanja ozona.

Koncentracija ozona u ozonskom omotaču (u stratosferi) se smanjuje, a nivo u ozona koji udišemo se povećava.

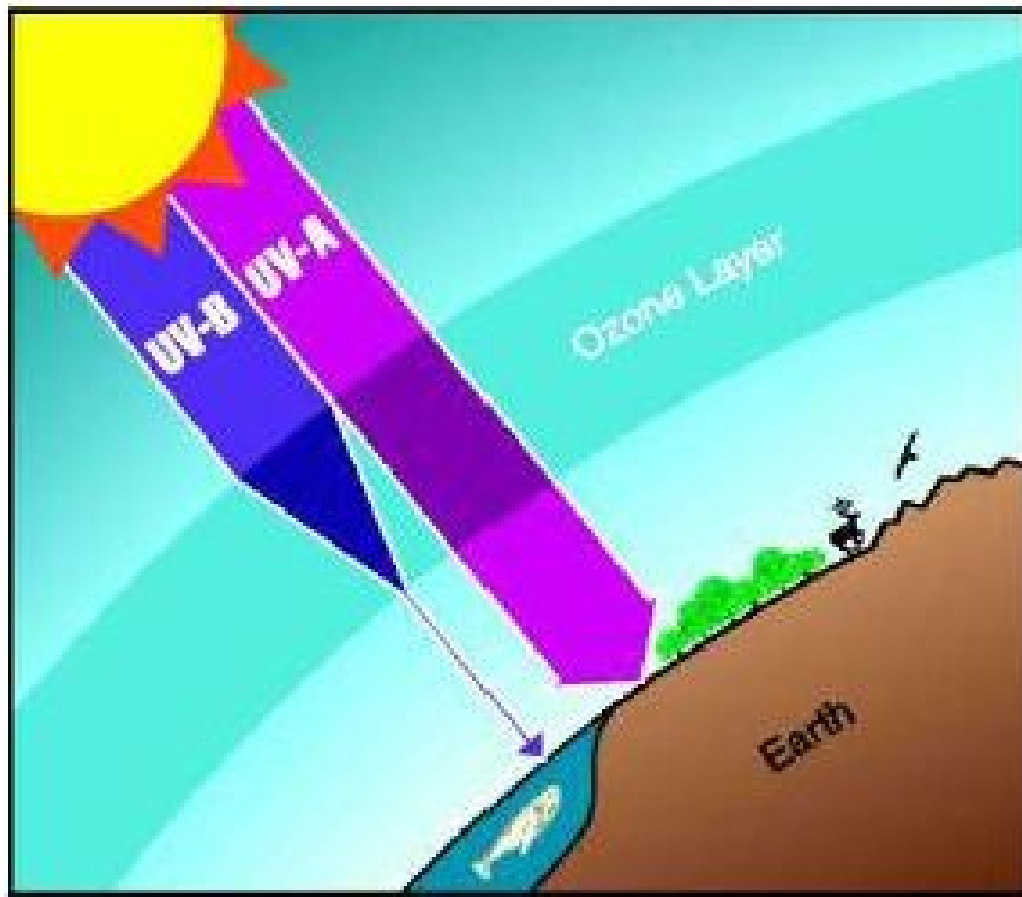
# Važnost ozonskog omotača

Ozonski omotač je koristan za život svih živih bića, zato što upija ultraljubičaste (UV)-B sunčeve zrake.

Ultraljubičasto zračenje je štetno za sva živa bića na zemlji. Povećano delovanje UV zračenja izaziva različite oblike oboljenja kože, kataraktu očiju i slabljenje imunog sistema, oštećuje biljni svet, jednoćelijske organizme i podvodne ekosisteme.

Ozon igra bitnu ulogu u kontroli temperature u zemljinoj atmosferi.

# Ozonski omotač – zaštita od UV zračenja



# UV zračenje i UV indeks

Ultraljubičasti deo Sunčevog spektra ima vrlo važnu ulogu u mnogim procesima u biosferi (UV-A). Ima nekoliko korisnih učinaka, ali može biti i vrlo štetno ukoliko pređe određeni "sigurni" nivo (UV-B).

Ako je iznos UV zračenja dovoljno visok, sposobnost samozaštite pojedinih bioloških jedinki nije dovoljna i ona može biti znatno oštećena. To se odnosi i na ljudski organizam, pogotovo na kožu i oči.

# UV zračenje i UV indeks

Da bi se izbegla štetnost izloženosti UV zračenju, uvedena je veličina UV indeks, koja bi trebala upozoravati ljude o stepenu štetnosti UV zračenja i načinu preduzimanja određenih zaštitnih mera.

Vrednosti **UV indeksa 1 i 2** označavaju nisku opasnost od UV zračenja.

Vrednosti **UV indeksa 8, 9 i 10** označavaju vrlo visoku opasnost od UV zračenja.

Vrednosti **UV indeksa 11 i iznad** označavaju ekstremnu opasnost od UV zračenja.

# Uništavanje ozonskog omotača

Ozonski omotač najčešće uništavaju jedinjenja koje sadrže hlor (iz freona) i brom (iz halona), koji učestvuju u složenim hemijskim reakcijama koje dovode do uništenja ozonskog omotača.

Slobodni atom hlora u početku reaguje sa nestabilnim kiseonikom iz ozona i stvara hlor monoksid  $\text{ClO}$ , koji reaguje sa  $\text{O}$  i ponovno nastaje atom hlora koji ponovno učestvuje u reakciji uništenja ozona.

Freoni ostaju u troposferi više od 40 godina, a nauka još nije pronašla način da neutrališe njihovo delovanje.

# Jedinjenja koja uništavaju ozon

Od brojnih hemikalija koje je stvorio čovek ozon najviše uništavaju:

- **Freoni:** hlorofluorougljenici (CFC i HCFC) – koriste se u aerosolima gde služe kao potisni gas dezodoransa, parfema, lakova za kosu, medicinskih preparata, insekticida i sl, proizvodnji plastičnih masa, frižiderima i zamrzivačima, hladnjačama, klima uređajima;
- **Haloni (BFC):** koriste se u aparatima za gašenje požara,
- **Ugljenik tetrahlorid, metil bromid:** koriste se u rastvaračima.

# Udeo jedinjenja koja uništavaju ozon

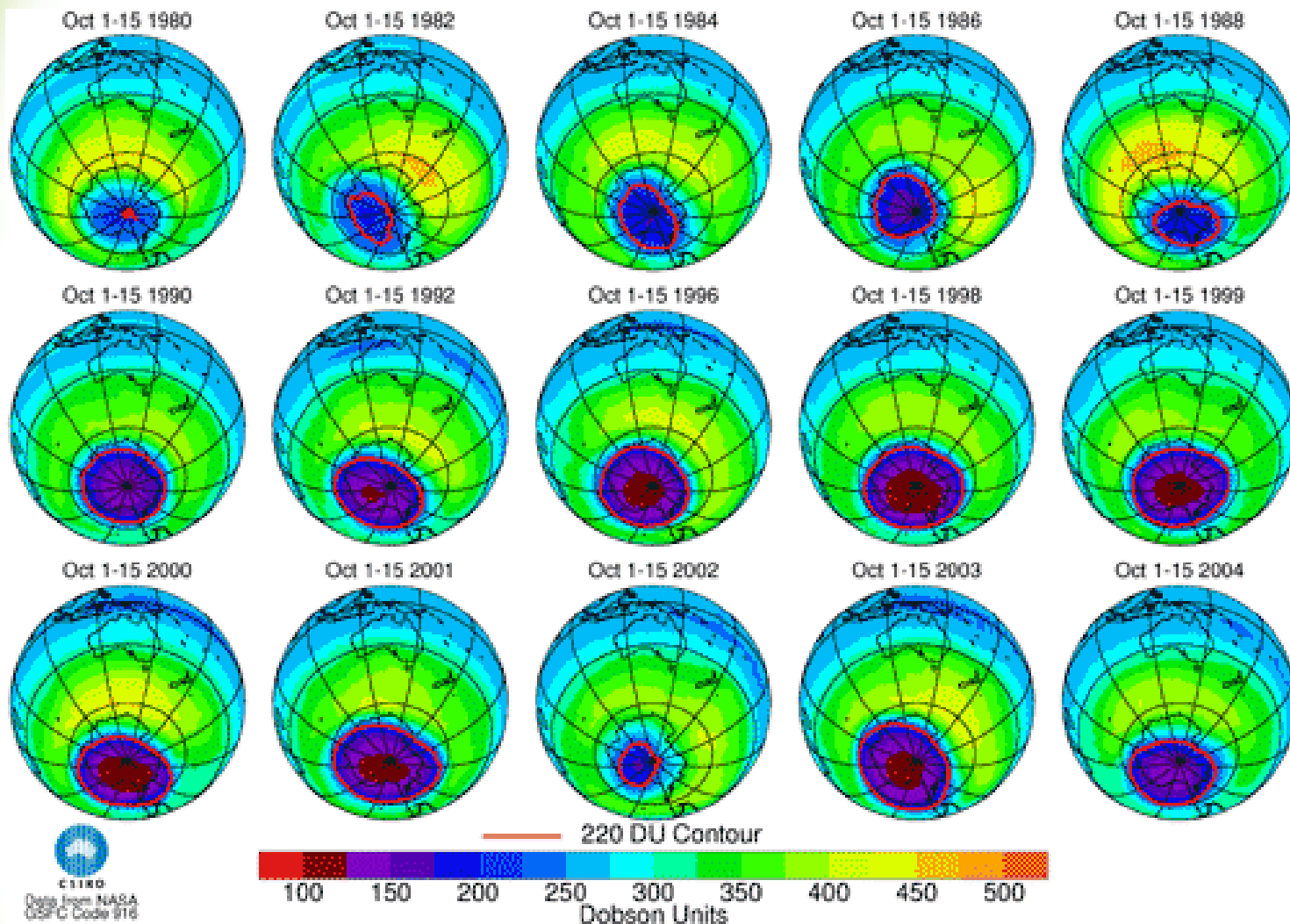
Jedinjenje	Udeo u razgradnji ozona	Godine do razgradnje
Haloni	4%	110
Rastvarači	5-8%	67
CFC 113	12%	90
CFC 11	26%	74
CFC 12	45%	111

# Ozonska rupa

Na stanjivanje ozonskog omotača utiču mnogi faktori (vulkani, nuklearne eksplozije, nadzvučne letelice itd.), ali je ključni faktor nepovoljno delovanje freona (CFC), koji dospevaju u atmosferu nakon što ih čovek koristi u nizu industrijskih proizvoda.

Oni se u atmosferi zadržavaju godinama i postupno uništavaju ozon u ozonskom omotaču. Niske temperature pojačavaju nepovoljno dejstvo CFC, pa ozonski sloj u područjima najnižih temperatura potpuno nestaje, odnosno u njemu nastaje **ozonska rupa**.

# Povećanje ozonske rupe u periodu 1980-2004



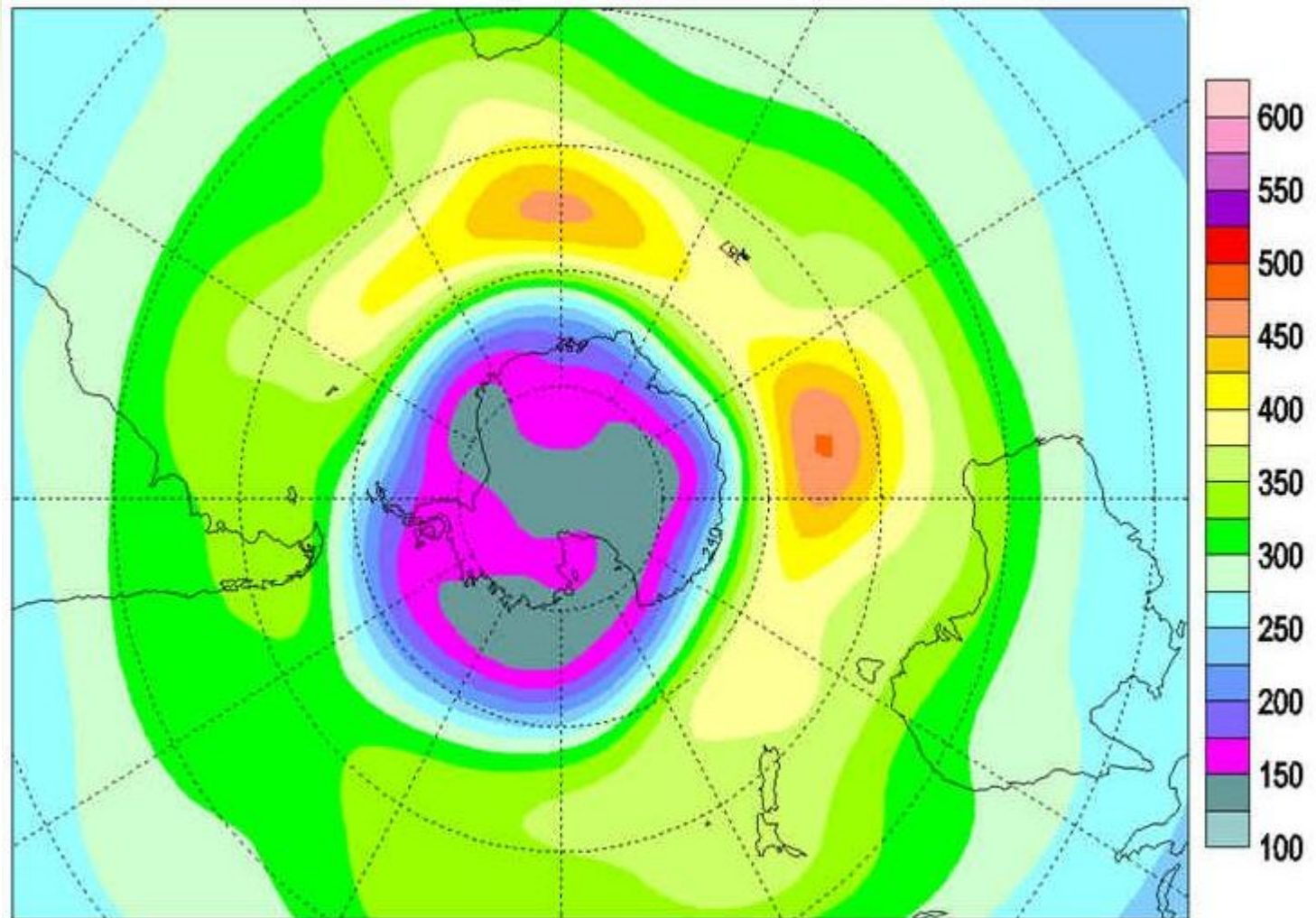
# Gde se javlja ozonska rupa

Gasovi koji uništavaju ozon nalaze se svuda u ozonsom omotaču, jer se prenose atmosferskim kretanjima.

Najveće oštećenje ozonskog omotača javlja se iznad Antarktika zbog posebnih atmosferskih uslova koji tamo vladaju. Vrlo niske temperature stratosfere stvaraju ledene oblake koji doprinose intenzivnijoj reakciji hlora i broma sa kiseonikom.

Zbog toga se najveća ozonska rupa javlja iznad Antarktika.

# Ozonska rupa iznad Antarktika 2009. godine



# Veličina ozonske rupe

Ozon se oštećuje u prosjeku 4-5% po deceniji.

Prve pretpostavke o tome šta sve ljudska delatnost može naneti ozonskom omotaču objavljene su početkom 1970.-ih godina.

Ranih osamdesetih dokazano je oštećenje ozonskog omotača nad Antarktikom pomoću NASA-inog satelita.

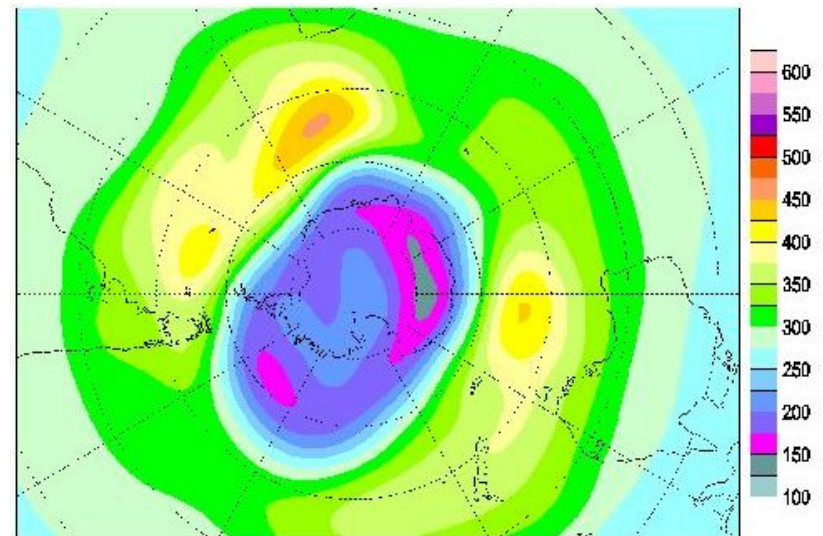
Najjača oštećenja, stanjenja ozonskog omotača, vidljiva su nad Antarktikom svako antarktičko proleće, a nad Arktikom u proleće - leto.

# Veličina ozonske rupe

Godine 1999. izmerena je do tada najveća "rupa", veličine 27 miliona km<sup>2</sup>, ali 2000. godine ona se još povećala na 30 miliona.

2000. godine ozonska rupa nad Antarktikom bila veća nego ikad (u 2002. godini se smanjila) – otprilike kao trostruka površina SAD-a.

*Ozonska rupa iznad  
Antarktika septembra  
2000. godine*



# Kontrola ozonskog omotača

Kada su postali svesni činjenice o štetnosti jedinjenja po ozonski omotač, naučnici su kroz Ujedinjene nacije pokrenuli inicijativu kako bi sprečili dalja oštećenja.

Prvi korak bila je **Bečka konvencija** o zaštiti ozonskog omotača kojoj je 1985. godine pristupila 21 država Europe obavezujući se da će štiti ljudsko zdravlje i okolinu od štetnih uticaja koji mogu nastati usled oštećenja ozonskog omotača.

Nakon toga potpisan je **Montrealški protokol** o supstancama koje oštećuju ozonski omotač. Ovaj protokol je do sada ratifikovalo preko 190 država.



# **EFEKAT STAKLENE BAŠTE**

# Sunčevo zračenje

Zemljina atmosfera prima najveći dio toplotne energije elektromagnetnim zračenjem Sunca.

Prolazom kroz atmosferu sunčevo zračenje slabi, posebno neke talasne dužine zračenja.

Do slabljenja dolazi zbog interakcije fotona sa gasovima u stratosferi i apsorpcije i raspršenja fotona.

Među apsorberima fotona posebno su značajni molekuli azota, azot oksida i kiseonika u području ultraljubičastog dela.

Za apsorpciju ultraljubičastih zraka talasnih dužina 200-300 nm je odgovoran stratosferski ozon.

# Bilans energije sunčevog zračenja

Bilans energije sunčevog zračenja je sledeći:

- oko 30% ulaznog sunčevog zračenja se reflektuje u svemir,
- oko 25% se apsorbuje u atmosferi Zemlje (oko 3% od ozona u stratosferi, 5% od oblaka u troposferi i 17% od vodene pare),
- preostalih 45% se apsorbuje na površini Zemlje.

# Apsorpcija sunčevog zračenja

Od energije infracrvenog zračenja koja se apsorbira u atmosferi preko 90% se reflektuje na površinu zemlje i doprinosi njenom zagrevanju.

Zbog takvog dejstva su gasovi koji apsorbiraju infracrveno zračenje emitovano sa površine Zemlje poznati pod zajedničkim nazivom “gasovi staklene bašte”, jer im je delovanje slično kao delovanje stakla u staklenicima.

Ne apsorbiraju svi gasovi staklene bašte infracrveno zračenje istih talasnih dužina.

# Efekat staklene bašte



# Princip efekta staklene bašte

Efekat staklene bašte prisutan je na svim planetama Sunčevog sistema.

Tek u slučaju Zemlje su ispunjeni temperaturni uslovi za razvoj atmosfere pogodne za očuvanje životnih uslova.

Prirodni efekt staklene bašte održava uravnoteženu temperaturu koja omogućuje život na zemlji. Na Zemlji je delovanje efekta staklene bašte od suštinskog značaja za održanje podnošljivih klimatskih uslova na površini planeta (bez tog efekta bi prosečna površinska temperatura bila čak za 33 °C niža od sadašnje).

Površinska temperatura Zemlje je 15 °C.

# Gasovi staklene bašte

- Prirodni gasovi staklene bašte su:  
ugljen dioksid ( $\text{CO}_2$ ),  
metan ( $\text{CH}_4$ ),  
azot oksid ( $\text{N}_2\text{O}$ ),  
troposferski ozon ( $\text{O}_3$ ) i  
vodena para ( $\text{H}_2\text{O}$ ).
- Antropogeni gasovi staklene bašte su:  
ugljen dioksid ( $\text{CO}_2$ )  
metan ( $\text{CH}_4$ )  
azot oksid ( $\text{N}_2\text{O}$ )  
hidrofluorocarboni (HFCs)  
perfluorocarboni (PFCs)  
sumpor heksafluor ( $\text{SF}_6$ )

# Potencijal gasova staklene bašte

Gas	Potencijal staklene bašte
Ugljen dioksid (CO <sub>2</sub> )	1
Metan (CH <sub>4</sub> )	21
Azot oksid (N <sub>2</sub> O)	310
HCF 32	650
HCF 125	2800
HCF 134a	1300
HCF 143	3800
CF <sub>4</sub>	6500
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	9200
CF <sub>6</sub>	23900

# Relativan potencijal zagrevanja gasova staklene bašte

Gasovi staklene bašte doprinose zagrevanju zemlje sa preko 90%.

Doprinos ugljen dioksida zagrevanju zemlje zbog efekta staklene bašte je oko 60%.

Ugljen dioksid ima relativno mali potencijal zagrevanja, ali mu je koncentracija u masi gasova u atmosferi daleko najveća.

# Ljudske aktivnosti i efekat staklene bašte

Efekat staklene bašte, koji je milionima godina bio blagoslov za Zemlju, tokom poslednjeg veka pretvara se u ozbiljnu pretnju, izazvanu ljudskim aktivnostima.

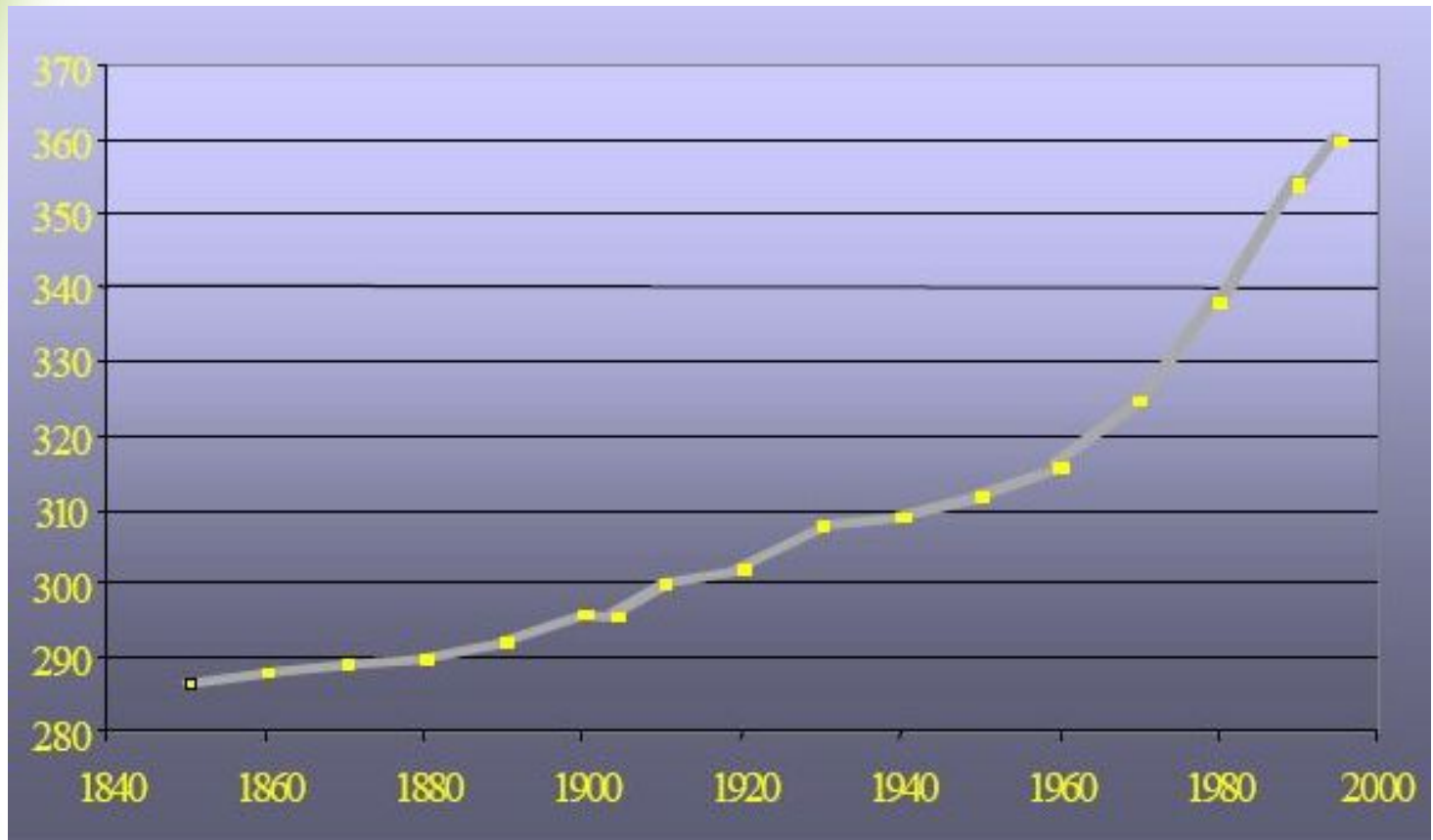
Sa industrijalizacijom i rastom populacije, emisija gasova sa efektom staklene bašte se konstantno povećavala. U poslednjih 100 godina čovečanstvo je emitovalo gasove staklene bašte u atmosferu brže nego što su ih prirodni procesi mogli ukloniti.

# Antropogeni izvori gasova staklene bašte

Glavni antropogeni izvori gasova staklene bašte su:

- sagorevanje fosilnih goriva,
- industrijski procesi,
- odlaganje otpada,
- seča šuma,
- poljoprivredna proizvodnja i
- stočarstvo.

# Koncentracija CO<sub>2</sub>



# Globalno zagrevanje

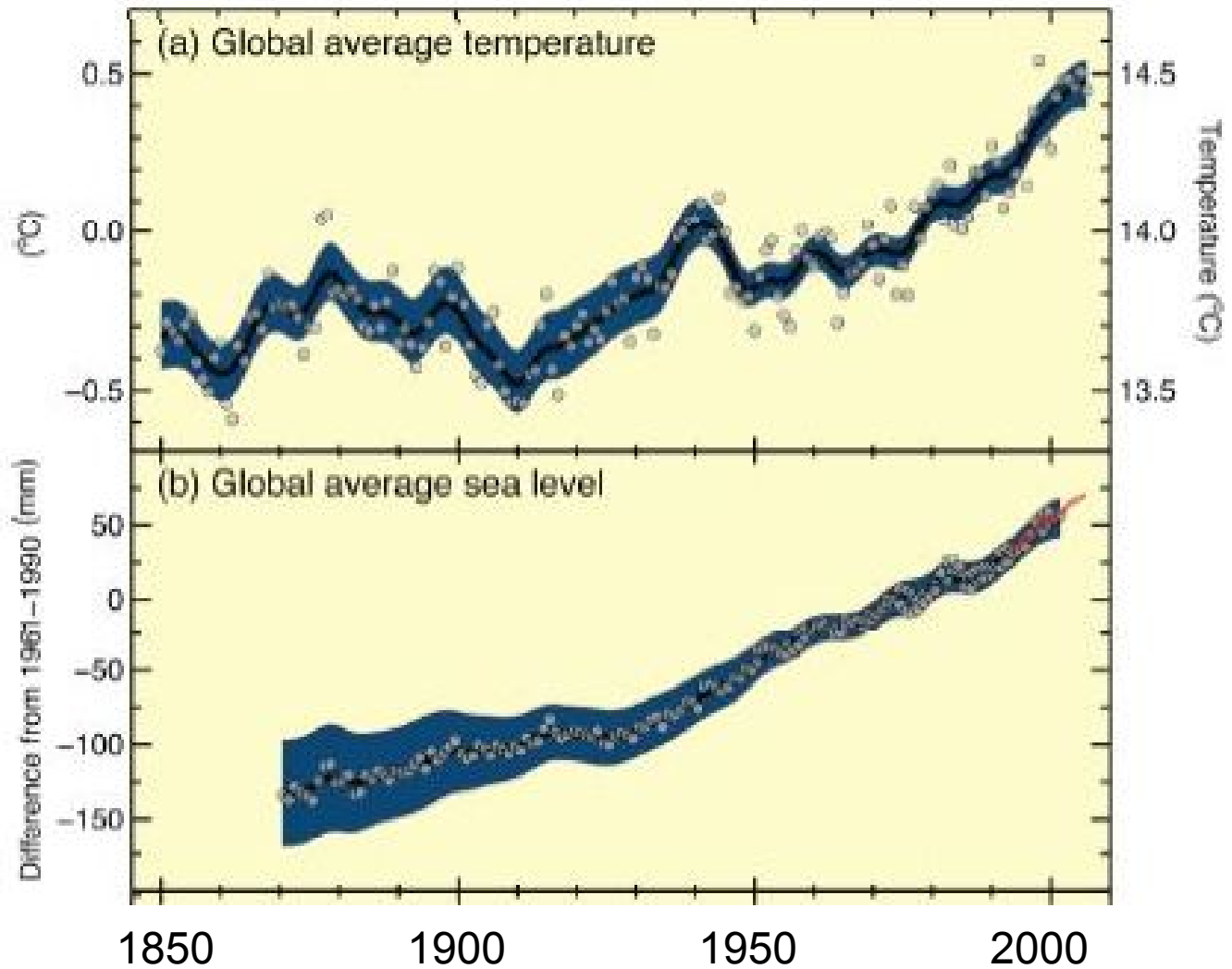
Povećanje koncentracije gasova staklene bašte direktno utiče pojačanje efekta staklene bašte, a samim tim i na povećanje temperature.

Rezultat ovoga je **globalno zagrevanje**.

Stopa rasta promene temperature je veća od bilo koje promene u poslednjih 10 000 godina.

U 1995. godini svetska naučna zajednica izvestila je da su promene već u toku i da se Zemlja zagrejala za  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  u toku prošlog veka.

# Globalno zagrevanje



# Posledice globalnog zagrevanja

Zagrevanje ovih razmera uticaće na mnoge aspekte naših života, kao što su promene temperature i promene raspodele padavina, prouzrokovaće porast nivoa mora i promene u raspodeli snabdevanja vodom za piće.

Uticaji na naše zdravlje, vitalnost šuma i drugih prirodnih oblasti, kao i poljoprivrednu proizvodnju su veoma značajni.

Toplija planeta Zemlja ubrzava globalni ciklus vode: izmena vode između okeana, atmosfere i tla. Viša temperatura prouzrokuje veće isparavanje, te će doći do bržeg isušivanja tla.

# Međunarodne inicijative

Kako rizici globalnog zagrevanja, a samim tim i klimatskih promena postaju sve očigledniji, javlja se istinska potreba da se skoncentrišemo na akcije, koje bi dovele do smanjenja emisije gasova sa efektom staklene bašte i minimizirale negativan uticaj klimatskih promena.

U Rio de Janeiru, 1992. godine je usvojena Konvencija o klimatskim promenama,

1997. godine potpisan je **Kjoto protokol** koji predstavlja veoma važan korak prema ograničenju emisije 6 gasova staklene bašte (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs i SF<sub>6</sub>).

