

# Energetika i okolina–ozonske rupe

# Energetika i okolina– ozonske rupe

## OZON (O<sub>3</sub>)

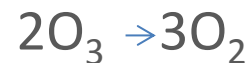
Elementarni kiseonik se pojavljuje u prirodi u dva oblika, kao O<sub>2</sub> (kiseonik) i kao O<sub>3</sub> (ozon)

- Ozon je troatomski molekul – sastoji se od tri atoma kiseonika
- Predstavlja alotropsku modifikaciju kiseonika koja je mnogo nestabilnija od uobičajenog dvoatomskog kiseonika O<sub>2</sub>
- Otkrio ga je 1839. godine njemački kemičar Kristijan Fridrih Šenbajn
- Nazvao ga je po grčkoj riječi *ozein* – mirisati, zbog karakterističnog mirisa

# Energetika i okolina– ozonske rupe

## OZON (O<sub>3</sub>)

- Pri standardnim uslovima ozon je gas plavičaste boje i sa karakterističnim oštrim mirisom
- Ozon je snažan oksidacioni agens, što je u vezi sa njegovom nestabilnošću, pa često prelazi u obični dvoatomni kiseonik:



- Nalazi se u Zemljinoj atmosferi, i zavisno od toga u kojem sloju se nalazi može imati negativnu (troposfera) ili pozitivnu ulogu (stratosfera).

# Energetika i okolina– ozonske rupe

## TROPOSFERSKI OZON

- Troposfera je najniži sloj atmosfere, a njena visina zavisi od perioda godine i oblasti koja se posmatra
- U tropskim predjelima iznosi oko 18 km, u srednjim geografskim širinama 10-12 km a u subpolarnim i polarnim oblastima je oko 8 km
- Ozon koji nastaje u nižim slojevima atmosfere ili troposferski ozon sastavni je dio gradskog smoga i kako je toksičan za žive organizme naziva se loš ozon
- Ozon može nastati u troposferi i pod dejstvom UV zračenja

# Energetika i okolina– ozonske rupe

## TROPOSFERSKI OZON

- Troposferski ozon je u neposrednom dodiru sa živim organizmima
- Štetno djeluje na ljudsko zdravlje
- U manjim količinama iritira sluzokožu očiju, grlo, nos i disajne puteve
- U velikim koncentracijama može biti smrtonosan
- Lako reaguje s drugim molekulima, oštećuje površinsko tkivo biljaka i životinja, pa štetno djeluje na biljne usjeve i šume

Zbog sve gušćeg saobraćaja, količina ozona u troposferi u stalnom je porastu.

## STRATOSFERSKI OZON

- Stratosfera predstavlja sloj atmosfere koji se nalazi iznad troposferskog sloja
- Stratosfera se karakteriše malom koncentracijom vodene pare i visokom koncentracijom ozona u poredjenju sa troposferskoim slojem
- Visina stratosfere iznosi do 50 km

## STRATOSFERSKI OZON

- Ozon u prirodi nastaje u stratosferi (11-48 km iznad površine Zemlje) pod dejstvom Sunčevog UV zračenja
- Ovaj ozon se naziva “dobri ozon” jer ima zaštitna svojstva u odnosu na život na Zemlji
- Bez stratosferskog ozona život na Zemlji ne bi bio moguć

## OZONSKI OMOTAČ

- **Ozonski omotač** ili **ozonski sloj** je dio **Zemljine atmosfere (stratosfera)** koji sadrži relativno visoku koncentraciju ozona i nalazi se između 10 do 50 km iznad Zemljine površine.
- Ozonski sloj se nalazi 10 do 50 km iznad Zemljine površine, s tim da se 90 % ozona nalazi u stratosferi
- Najveća koncentracija ozona je između 20 do 40 km, gdje se koncentracije kreću od 0,0002 % do 0,0008 %.
- Mada je količina ozona u atmosferi relativno mala (maksimalne koncentracije ne prelaze 0,001 %), njegova važnost za život na Zemlji je ogromna.



## OZONSKI OMOTAČ

- To je filter za ultraljubičasto zračenje sa Sunca, koje ima talasnu dužinu manju od 320 nm (UVB i UVC)
- Osim ozona ni jedan od preostalih sastojaka atmosfere ne apsorbuje UV zračenje u rasponu od 240 do 290 nm
- Kad bi to zračenje došlo do Zemljine površine, oštetilo bi genetički materijal (DNK), a fotosinteza, koja je neophodna za biljni svijet, bila bi onemogućena

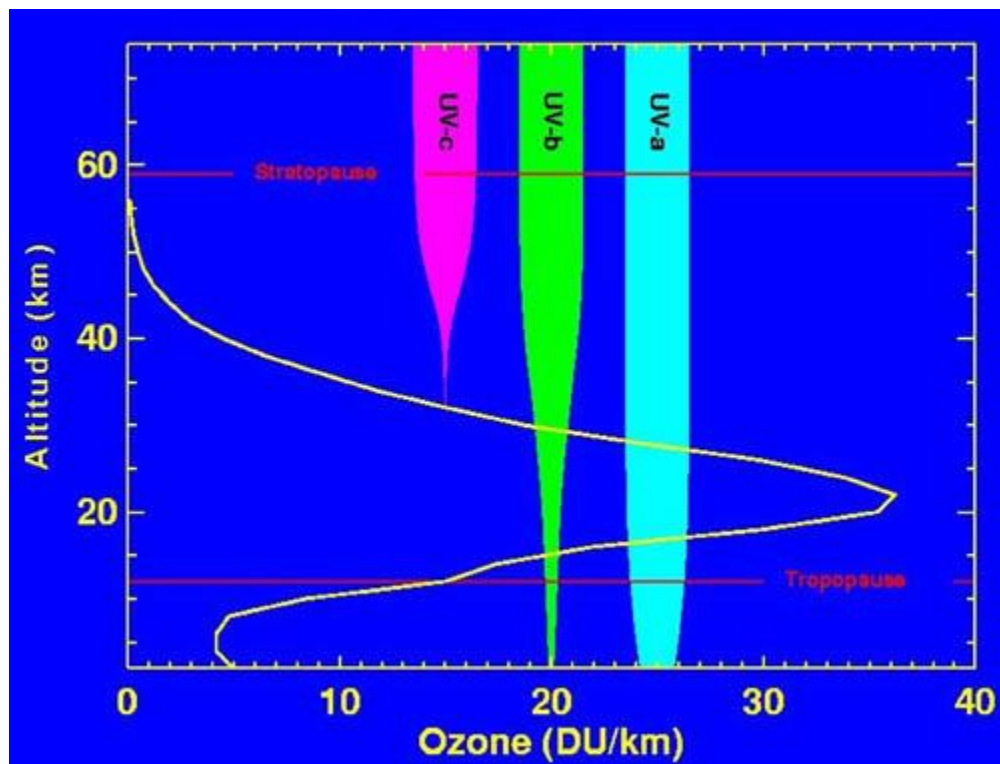
## OZONSKI OMOTAČ

- Francuski fizičari Čarls Fabri i Henri Bison prvi su otkrili ozonski omotač
- Uspjeli su 1913. god. UV spektroskopskim mjerenjima po prvi put dokazati da postoji u gornjoj atmosferi ozonski omotač
- Svojstva ozonskog omotača još detaljnije istražio je britanski meteorolog Dobson, koji je razvio Dobsonov metar, za mjerenje stratosferskog ozona sa tla

## OZONSKI OMOTAČ

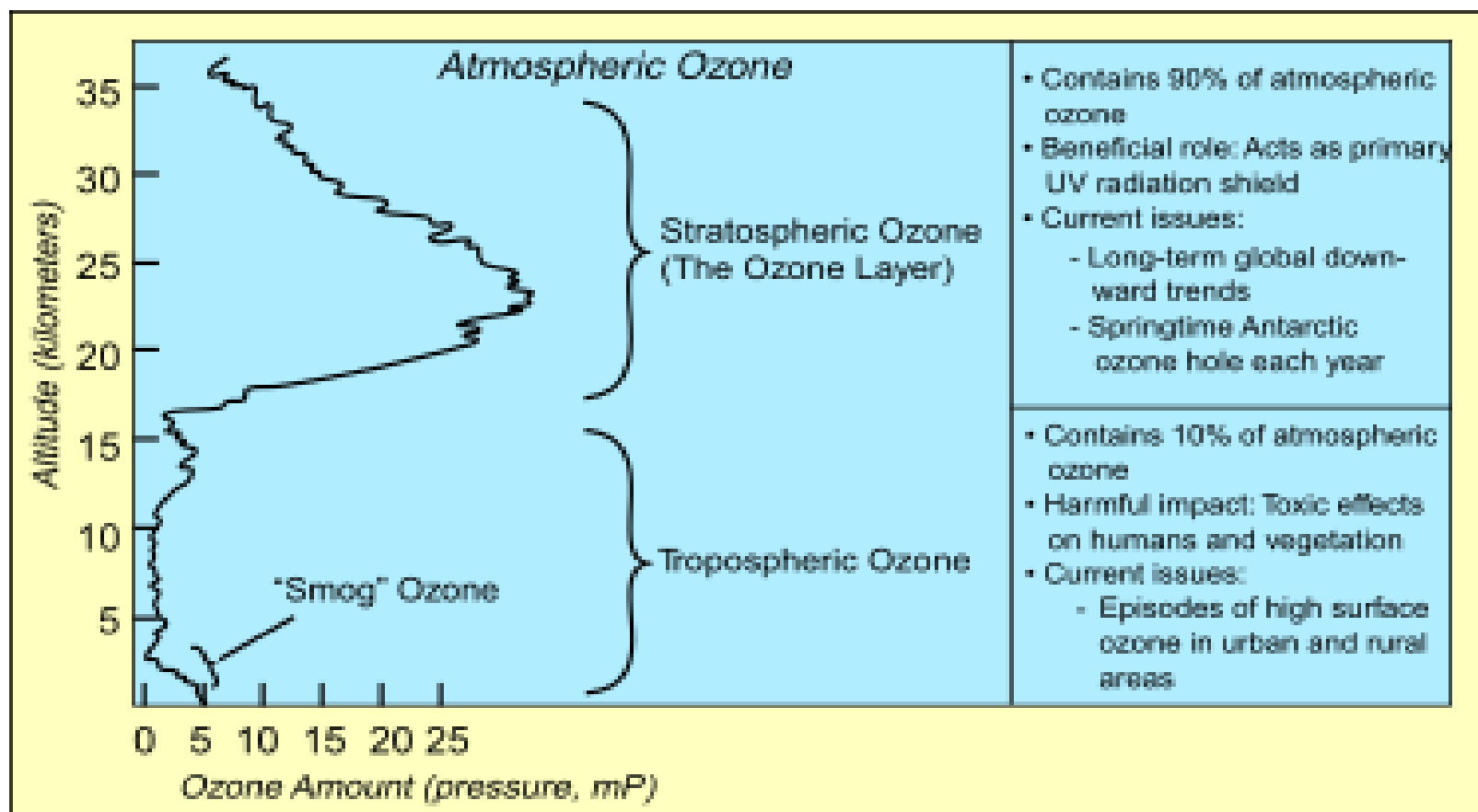
- Dobsonova jedinica DU je jedinica u kojoj se najčešće izražava količina ozona u atmosferi
- Količina ozona u atmosferi izražena u **DU** jednaka je ukupnoj količini  $O_3$  koja se nalazi u vertikalnom stupcu vazduha koji se proteže od tla do vrha atmosfere
- Dobson je uspostavio svjetsku mrežu stanica za praćenje ozona, koje rade i danas

# Energetika i okolina– ozonske rupe



- Apsorpcija UV zračenja u ozonskom sloju

# Energetika i okolina– ozonske rupe



➤ Nivo ozona na različitim visinama

## Energetika i okolina– ozonske rupe

- Debljina ozonskog omotača se razlikuje, tako je uglavnom u blizini ekvatora manja i povećava se prema polovima
- Debljina se mijenja zavisno od godišnjeg doba i uglavnom je ozonski omotač najdeblji u proljeće a najtanji u jesen
- Razlog za to su strujanja vazduha kao i intenzitet Sunčevog zračenja

## Energetika i okolina– ozonske rupe

- Sredinom sedamdesetih godina 20. vijeka nad Antarktikom je u ozonskom omotaču uočeno veliko smanjenje koncentracije ozona s obzirom na ranija razdoblja - ozonska rupa
- Pod ozonskom rupom podrazumijeva se oblast ozonskog omotača u kojoj je debljina manja od 200 DU
- Naučnici pripisuju to smanjenje ljudskom djelovanju, odnosno emisiji hloroflorougljenika CFC, koji su poznati i pod nazivom freoni i halona

# Energetika i okolina– ozonske rupe

- U gornjim djelovima stratosfere energija UV zračenja razbija molekul ozona na jedan slobodan atom i jedan molekul kiseonika
- U ovom procesu UV zraci troše svoju energiju, tako da ne prolazr u niže djelove atmosfere
- U prirodnom procesu O i O<sub>2</sub> brzo se kombinuju formirajući nov molekul ozona O<sub>3</sub>
- U normalnim uslovima količina ozona u atmosferi je stabilna, a količina UV zračenja koje prodire u niže slojeve atmosfere minimalna



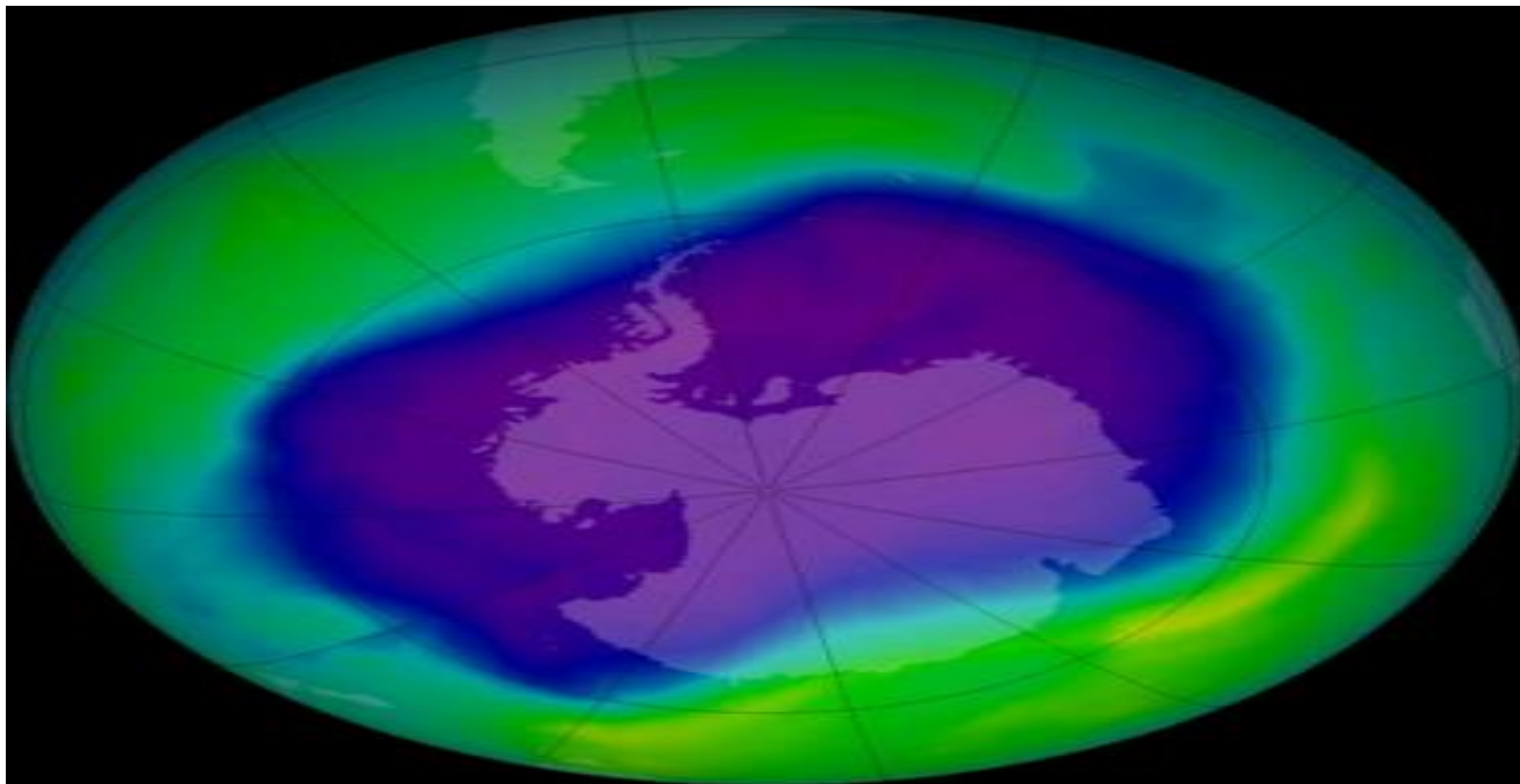
# Energetika i okolina– ozonske rupe

- Najčešći uzroci **oštećenja ozonskog omotača** su emisije supstanci, koje sadrže hemijske elemente **hlor, fluor, brom, ugljenik i vodonik**, poznatije pod nazivom supstance koje oštećuju ozonski omotač
- Usled prevelike upotrebe **freona** (hemikalija koje su se ranije često koristile kao potisni gas, npr. u dezodoransima i lakovima za kosu, ili kao rashladni materijali frižiderima i klima-uređajima), **halona** (upotrebljava se kao sredstvo za gašenje požara u protivpožarnim uređajima) danas dolazi do oslobađanja ovih gasova u atmosferu, uključujući i visoke slojeve
- Freoni su gasovi lakši od vazduha
- Kada dospiju u gornje djelove atmosfereovi gasovi se pod uticajem ultraljubičastog zračenja razlažu i oslobađaju hlor koji izaziva oštećenja ozonskog omotača odnosno razlaganje na obične molekule kiseonika

# Energetika i okolina– ozonske rupe

- Usled slabijeg efekta filtriranja to dovodi do jačeg Sunčevog ultraljubičastog zračenja štetnog za zdravlje ljudi, koje može izazvati različita oštećenja oka, slabljenje imuniteta čovjeka, pa čak i rak kože
- Povećano ultraljubičasto zračenje nepovoljno deluje na kompletan živi svet na Zemlji, i životinje i biljke
- Povećanje intenziteta Sunčevog zračenja dovodi i do globalnog zagrijavanja

# Energetika i okolina– ozonske rupe



Slika najveće ozonske rupe nad Antarktikom ikad snimljena  
(septembar 2006).

# Energetika i okolina– ozonske rupe

- Ozonski omotač se može oporaviti ako se prestanu upotrebljavati hemikalije koje ga oštećuju
- Zbog toga je, poslednjih godina, u većini zemalja ograničena upotreba tih hemikalija, i one su zamijenjene drugim hemikalijama koje su po prirodi manje štetne
- Prema Montrealskom protokolu, 1987. godine, mnoge zemlje su se obavezale na drastično smanjenje proizvodnje CFC-a
- Međunarodna konferencija o zaštiti ozonskog omotača u Londonu (1990.), naložila je zabranu ili djelimično smanjenje proizvodnje i upotreba CFC i HCFC od 2000

# Energetika i okolina– efekat staklene bašte

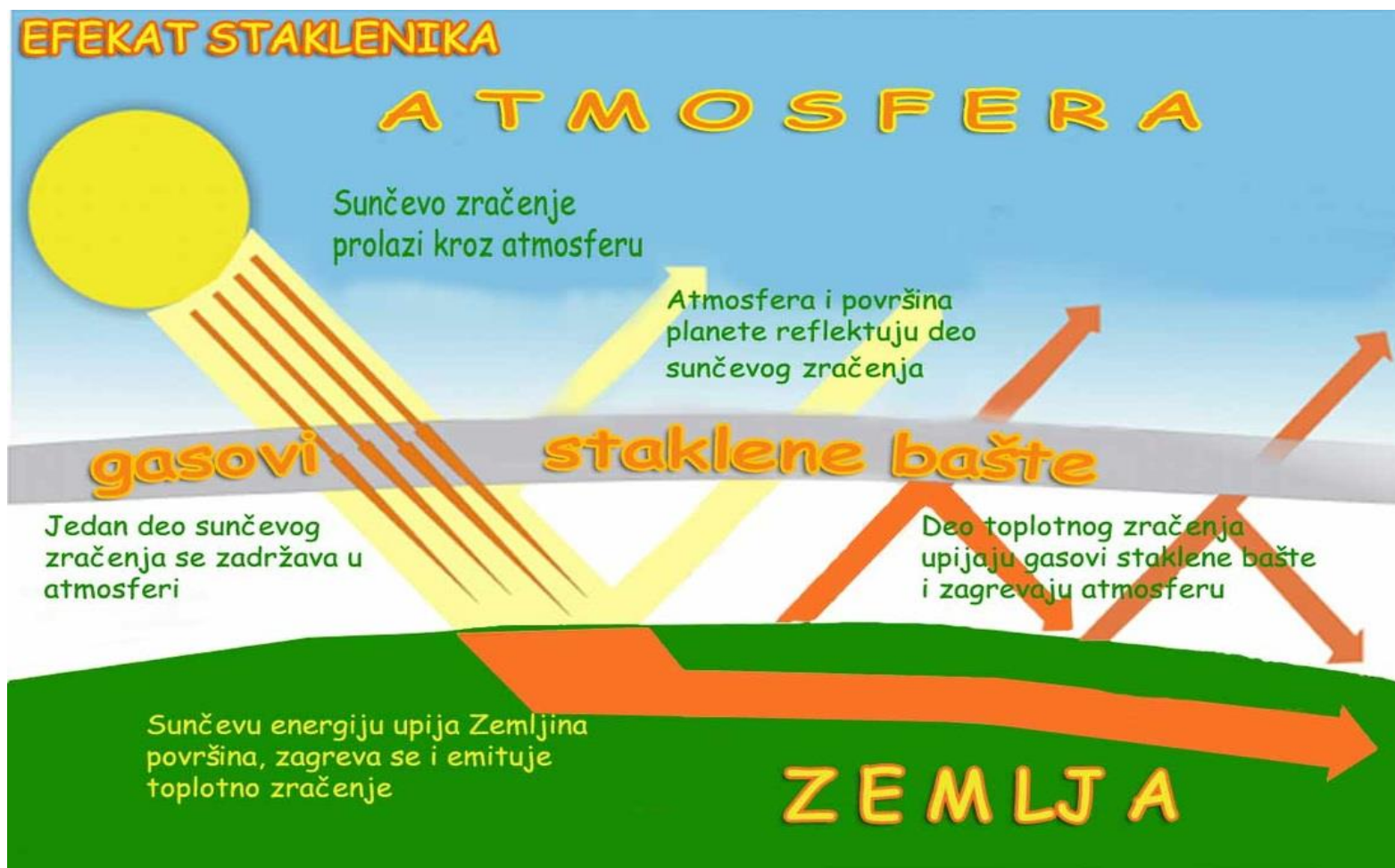
# Energetika i okolina– efekat staklene bašte

- **Efekat staklene bašte** je proces zagrijavanja planete Zemlje koji je posledica poremećaja energetske ravnoteže između količine zračenja koje Zemljina površina prima od Sunca i vraća u svemir
- Dio toplotnog zračenja, koje stiže do zemljine kore, odbija se u atmosferu i, umjesto da ode u svemir, apsorbuju ga određeni gasovi u atmosferi i ponovno dozračuju na Zemlju
- Na ovaj način se temperatura Zemljine površine konstantno povećava

# Energetika i okolina– efekat staklene bašte

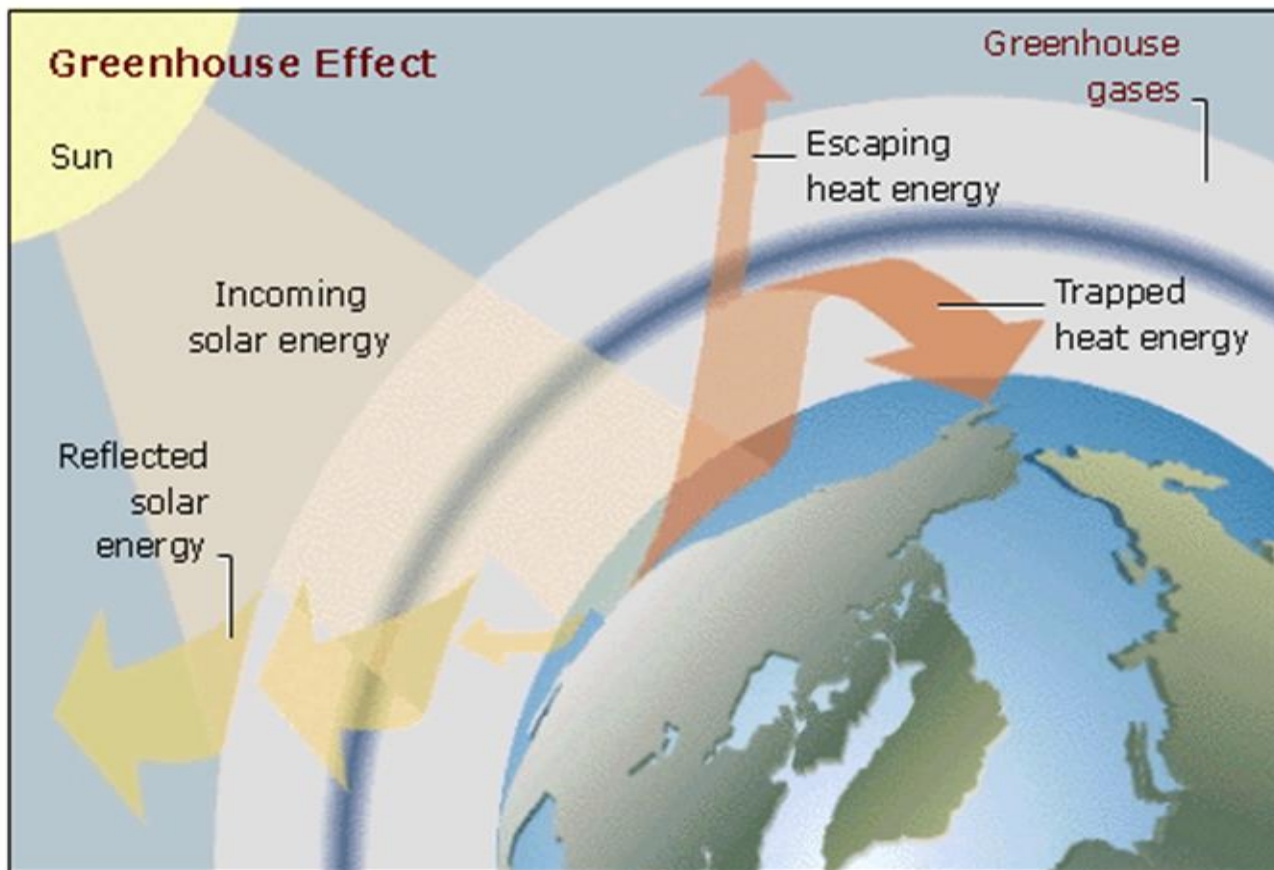
- Atmosfera Zemlje odbija dio (37-39%) energije koju Sunce direktno emituje, dok ostatak (zračenje manjih talasnih dužina) pada na tlo i zagrijeva ga
- Tlo potom emituje infracrvene zrake (duži talasi) koji, u normalnim okolnostima, uglavnom odlaze u svemir
- Ako u atmosferi postoje gasovi (gasovi staklene bašte) koji upijaju ovakvo zračenje, doći će do povećanja temperature atmosfere

# Energetika i okolina– efekat staklene bašte





# Energetika i okolina– efekat staklene bašte



Povećanje temperature na Zemlji

# Energetika i okolina– efekat staklene bašte

- **Gasovi staklene bašte** su prirodni dio atmosfere
- Od početka industrijske revolucije do danas uočeno je značajno povećanje njihove koncentracije, kao posledica ljudskog djelovanja

# Energetika i okolina– efekat staklene bašte

- **Najznačajniji gasovi sa efektom staklene bašte su:**
  - vodena para
  - ugljen dioksid – glavni uzrok emisije je sagorijevanje fosilnih goriva (odgovoran za oko 62% ukupne dodatno proizvedene toplote )
  - metan (oko 20%)
  - hlorofluorouglenici (oko 10%)
  - azot suboksid (oko 6%)
  - troposferski ozon (oko 2%)

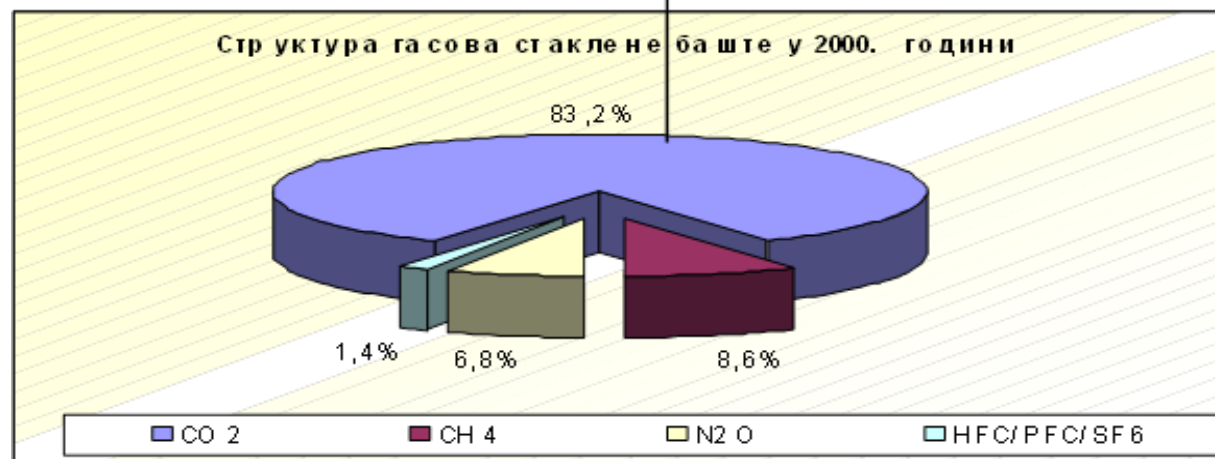
# Energetika i okolina– efekat staklene bašte

➤ **Najznačajniji gasovi sa efektom staklene bašte** nastaju usled:

- CO<sub>2</sub> se emituje u atmosferu raspadom čvrstog otpada i sagorijevanjem fosilnih goriva (ugalj, nafta prirodni gas), drveta i drvenih proizvoda, a sječa šuma, kao prirodnih apsorbenata, takođe značajno doprinosi ovoj emisiji
- Metan se emituje u toku proizvodnje i transporta uglja, prirodnog gasa i nafte. Emisija metana je takođe i rezultat raspada organskog komunalnog otpada.
- Gasovi sa vrlo snažnim efektom staklene bašte, čije je porijeklo isključivo posledica ljudskog djelovanja su hlorfluorugljenici koji nastaju u različitim industrijskim procesima i koriste se u uređajima za hlađenje, sprejevima itd.
- NO<sub>x</sub> se emituju u toku poljoprivrednih i industrijskih aktivnosti, kao i tokom sagorijevanja čvrstog otpada i fosilnih goriva
- Povišenje sadržaja ozona u troposferi je vezano za nastajanje fotohemijskog smoga u regionalnim razmjerama

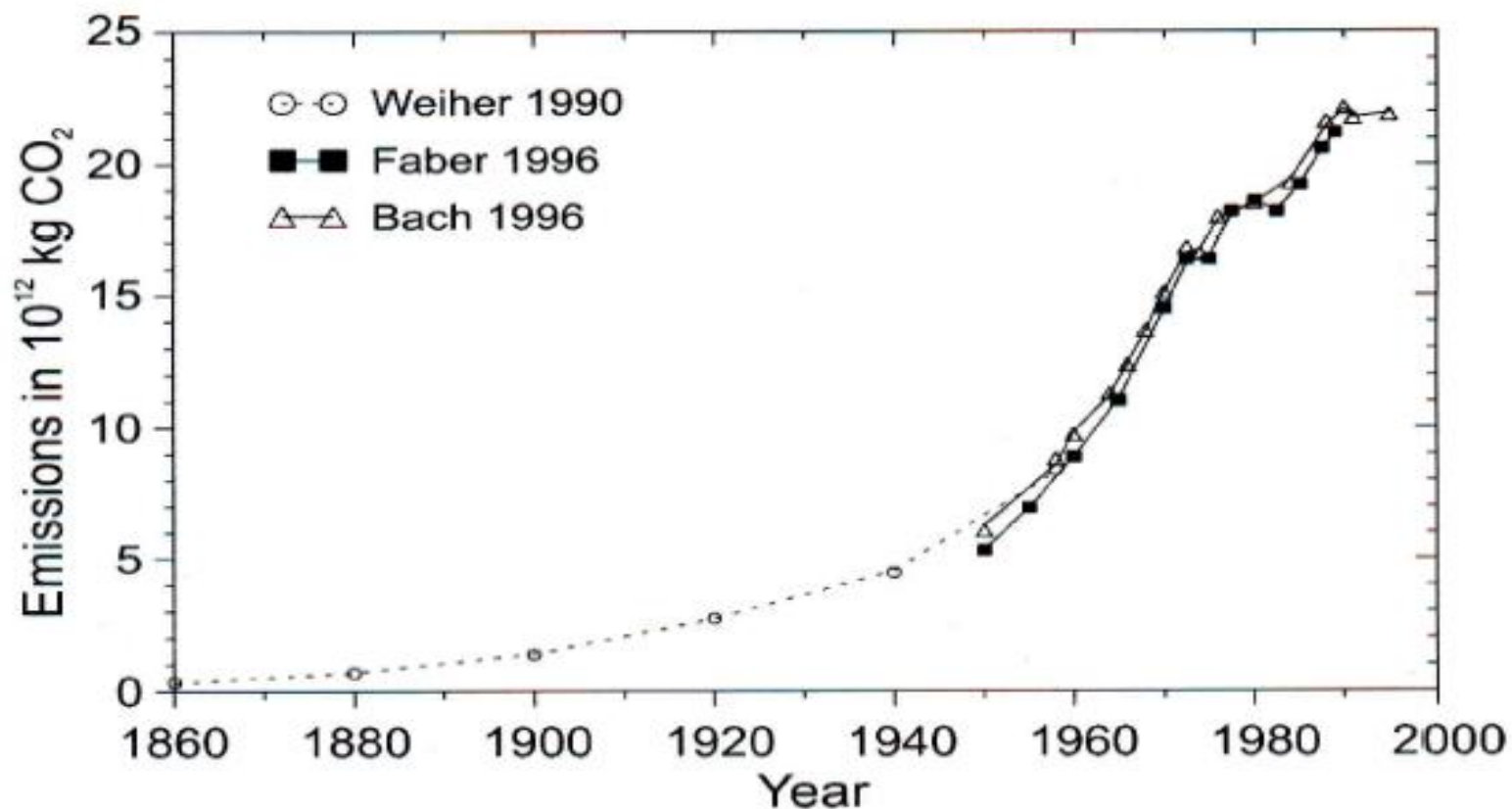
## ➤ Zastupljenost gasova sa efektom staklene bašte

Ugljendioksid najzastupljeniji gas staklene bašte



Struktura gasova staklene bašte

# Energetika i okolina– efekat staklene bašte



Emisija ugljendioksida 1860.- 2000. god

## ➤ **Posledice efekta staklene bašte su:**

- Porast temperature za 1,5 — 4,5 °C na 100 — 150 godina
- Topljenje polarnog leda
- Porast temperature okeana i mora
- Porast nivoa mora
- Povećanje isparavanja mora

# Energetika i okolina– efekat staklene bašte

## ➤ **Posledice efekta staklene bašte su:**

- Povećanje oblačnosti
- Poplave i druge prirodne nepogode
- Širenje pustinja i gubitak poljoprivrednog zemljišta
- Odumiranje velikih šuma
- **Kjoto protokol** usvojen je u Kjotu, Japan, u decembru 1997.
- **Protokol obavezuje industrijalizovane zemlje da stabilizuju emisije gasova sa efektom staklene bašte**