

2025

- I** Hemija-osnovni pojmovi
- II** Vazduh kao medijum životne sredine
- III** Voda kao medijum životne sredine
- IV** Upravljanje otpadom
- V** Buka
- VI** Međunarodni pravni okvir

# SKRIPTA

za pripremu testa sklonosti ka zaštiti  
životne sredine

KATEDRA ZA INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

## SADRŽAJ

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| I VAZDUH KAO MEDIJUM ŽIVOTNE SREDINE .....                           | 2  |
| Sastav i struktura atmosfere .....                                   | 2  |
| Zagađujuće materije u vazduhu .....                                  | 2  |
| Izvori zagađenja ambijentalnog vazduha .....                         | 4  |
| Monitoring (praćenje) kvaliteta vazduha .....                        | 5  |
| Posledice zagađenja vazduha .....                                    | 5  |
| Efekat staklene bašte .....                                          | 5  |
| Uništavanje ozonskog omotača.....                                    | 11 |
| Kisele kiše .....                                                    | 19 |
| Smog .....                                                           | 21 |
| II VODA KAO MEDIJUM ŽIVOTNE SREDINE .....                            | 22 |
| Izvori zagađenja vode .....                                          | 23 |
| Otpadne vode .....                                                   | 24 |
| Kvalitet vode.....                                                   | 24 |
| Eutrofikacija.....                                                   | 25 |
| Monitoring (praćenje) kvaliteta voda .....                           | 26 |
| III OTPAD .....                                                      | 27 |
| Podela otpada.....                                                   | 27 |
| Hijerarhija upravljanja otpadom .....                                | 27 |
| IV BUKA .....                                                        | 29 |
| Fizički koncept buke – karakteristične veličine zvučnog talasa ..... | 30 |
| Brzina zvuka.....                                                    | 30 |
| Fiziološki koncept buke .....                                        | 32 |
| Čulo sluha .....                                                     | 32 |
| V MEDJUNARODNI PRAVNI OKVIR ZA ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE.....          | 35 |
| Okvirna konvencija o promeni klime .....                             | 35 |
| Kjoto protokol .....                                                 | 35 |
| Pariski sporazum .....                                               | 36 |
| VI HEMIJA- OSNOVNI POJMOVI .....                                     | 38 |

# I VAZDUH KAO MEDIJUM ŽIVOTNE SREDINE

## Sastav i struktura atmosfere

### Sastav atmosfere

- Atmosfera je smeša gasova i čestičnih materija koji se nalaze u kontinualnom kretanju oko Zemljine površine. (Tabela 1)
- Smeša gasovitih i čestičnih materija nastala je tokom dugog perioda formiranja atmosfere kroz različite biološke, geološke i atmosferske procese.

Na početku razvoja civilizacije antropogeni uticaj na atmosferu je bio neznatan. Sa porastom broja ljudske populacije, povećanom upotrebom prirodnih resursa i sve većim tehnološkim razvojem, uticaj ljudi na atmosferu postaje značajan i kontinualan.

*Tabela 1. Zastupljenost pojedinih gasova u atmosferi*

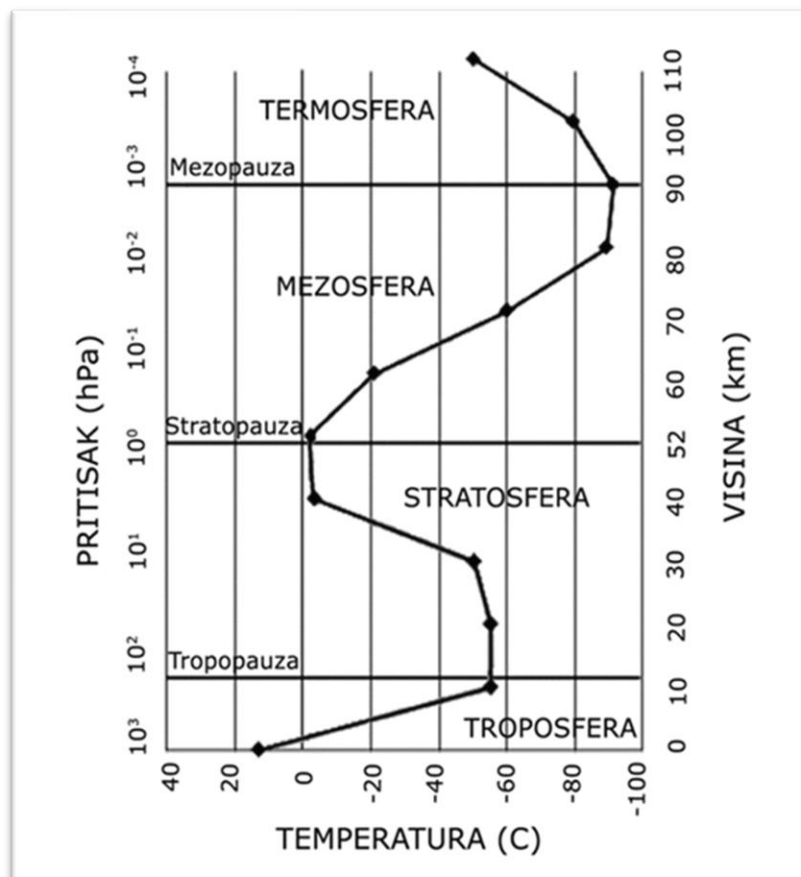
| Naziv gasa      | Hemijska formula | Zastupljenost |
|-----------------|------------------|---------------|
| Azot            | N <sub>2</sub>   | 78 %          |
| Kiseonik        | O <sub>2</sub>   | 21 %          |
| Argon           | Ar               | do 1 %        |
| Neon            | Ne               |               |
| Helijum         | He               |               |
| Kripton         | Kr               |               |
| Vodonik         | H <sub>2</sub>   |               |
| Ksenon          | Xe               |               |
| Vodena para     | H <sub>2</sub> O |               |
| Ugljen-dioksid  | CO <sub>2</sub>  |               |
| Ugljen-monoksid | CO               |               |
| Metan           | CH <sub>4</sub>  |               |

## Struktura atmosfere

Pored toga što atmosferu karakteriše sadržaj gasnih i čestičnih materija, veoma značajnu ulogu u razjašnjavanju fenomena atmosfere igraju fizičke sile, kao i ostali procesi koji se odigravaju iznad i u samoj atmosferi (solarna radijacija, termalna energija, gravitacija, gustina i pritisak vazduha i kretanje molekula vazduha, kao i kretanje same atmosfere).

Atmosfera se sastoji od (Slika 1):

- Troposfere
- Stratosfere
- Mezosfere
- Termosfere
- Egzofere



Slika 1. Struktura atmosfere

U troposferi odigrava se većina procesa i pojava koji utiču na vremenske prilike (nastajanje uragana, oluja, oblaka, padavina).

Najveći deo toplotne energije u troposferi potiče od zračenja sa površine Zemlje, zbog čega temperatura opada s visinom, u proseku oko  $0.65^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ .

Prosečna temperatura na vrhu troposfere je približno  $-60^{\circ}\text{C}$ . **Hladan sloj koji se nalazi iznad toplog sloja vazduha prouzrokuje neprestano strujanje i mešanja vazduha unutar troposfere**, što ujedno predstavlja težnju sistema da postigne ravnotežno stanje koje je, u principu, malo verovatno budući da radijacija Sunca podržava postojanje vertikalnih temperaturnih gradijenata.

Sloj iznad troposfere naziva se **STRATOSFERA**. Ozon prisutan u stratosferi apsorbuje UV zračenje što prouzrokuje porast temperature sa visinom. U stratosferi se topliji sloj nalazi iznad hladnijeg sloja vazduha, što ima za posledicu manje intenzivna vertikalna strujanja, a samim tim smanjenu mogućnost mešanja vazduha.

Sloj koji se nalazi na oko 50-80 km iznad površine zemlje sadrži svega oko 0.1 % mase atmosfere naziva se **MEZOSFERA**. U mezosferi temperatura opada sa visinom jer je koncentracija ozona, kiseonika i azota, jedinjenja koja bi u znatnijoj količini mogla apsorbovati Sunčevo zračenje, niska. Supstance koje se nalaze u gornjem delu mezosfere u velikoj meri su jonizovane. Na vrhu mezosfere, koji nazivamo mezopauza, temperatura opada i do  $-90^{\circ}\text{C}$ . Duž mezopauze, koja se nalazi na visinama od oko 85 do 90 km, temperatura je konstantna s visinom.

U **TERMOSFERI** se nalazi mnogo jonizovanih atoma i molekula, pa taj deo atmosfere zajedno s gornjim delom mezosfere čini jonosferu. Vrh termosfere, termopauza, nije dobro definisan. Procenjuje se da se nalazi na visinama između 500 i 1000 km, a da visina zavisi od Sunčevog zračenja. Temperatura u termopauzi takođe nije dovoljno istražena i pretpostavlja se da može da dostigne temperaturu veću i od  $2000^{\circ}\text{C}$ .

## Zagađujuće materije u vazduhu

Koje **zagađujuće materije (polutanti)** su prisutne u vazduhu?

Zagađenje vazduha predstavlja prisustvo **različitih gasovitih jedinjenja i čvrstih čestica u vazduhu (ZAGAĐUJUĆE MATERIJE)**, koje predstavljaju rizik za zdravlje ljudi i životnu sredinu.

Polutanti vazduha su:

- **Gasoviti polutanti** : osnovni – azotni oksidi ( $\text{NO}_2/\text{NO}/\text{N}_2\text{O}$  ili  $\text{NO}_x$ , sumpor-dioksid ( $\text{SO}_2$ ), ugljen-monoksid ( $\text{CO}$ ), ugljen-dioksid ( $\text{CO}_2$ ) ili specifični -lako isparljiva organske supstance (VOC-benzen, toluen, ksilen...), amonijak ( $\text{NH}_3$ ), vodonik-sulfid ( $\text{H}_2\text{S}$ )...
- **Čestične materije/Suspendovane čestice** (Ukupne čestične materije,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_1$ ): predstavljaju kompleksnu smešu organskih i neorganskih jedinjenja suspendovanih u vazduhu koje negativno deluju na ljudski organizam.

Suspendovane čestice variraju u **veličini, sastavu i poreklu**.

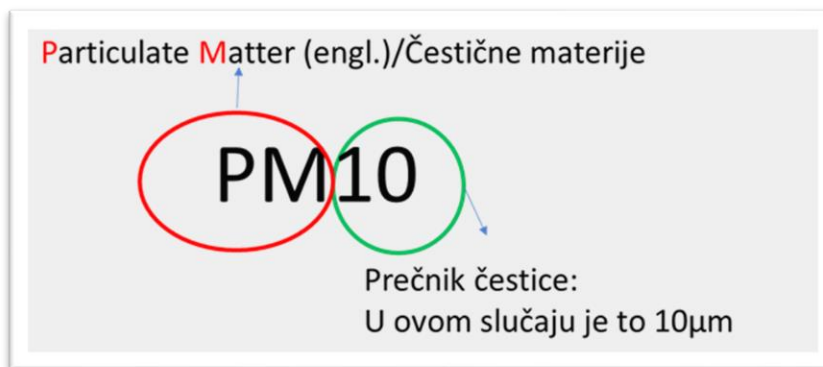
$\text{PM}$  sa sobom nose različite hemijske komponente (organska jedinjenja, teške metale i druga jedinjenja) koje doprinose povećanju negativnog uticaja čestičnih materija na životnu sredinu i zdravlje ljudi.

**Podela suspendovanih čestica prema veličini**

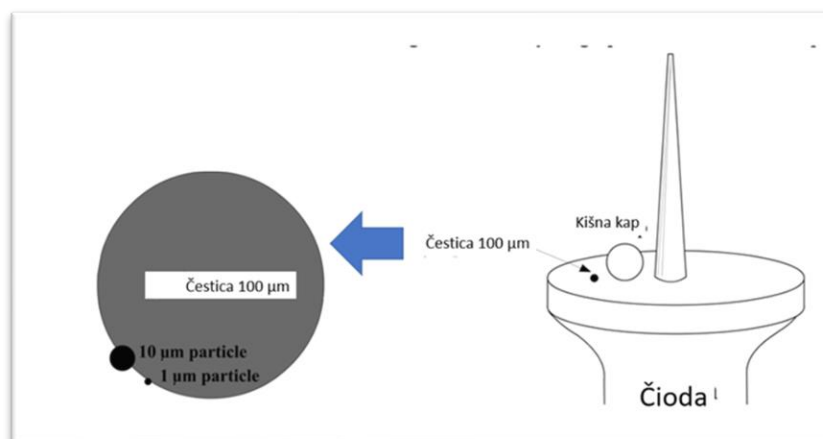
Čestice koje se javljaju u atmosferi mogu da variraju u veličini od nekoliko nanometara do nekoliko desetina mikrometara. Prema veličini mogu se podeliti u dve osnovne grupe:

- **Krupne (grube) suspendovane čestice** imaju aerodinamični dijametar manji od **10  $\mu\text{m}$  (PM10)**. U ovu grupu čestica spada prašina razneto vetrom sa puteva i poljoprivrednih i drugih neobrađenih površina (eolska erozija), zrna polena i dr.
- **Fine čestice** imaju aerodinamični dijametar manji od **2.5  $\mu\text{m}$  (PM2.5)**, formiraju se kondenzacijom i koagulacijom pare nastale u procesima sagorevanja i isparavanja. Fine čestice se dele u dve podgrupe:
  - **ultra fine (1  $\mu\text{m}$ )**
  - **nano čestice (0.01  $\mu\text{m}$ )**

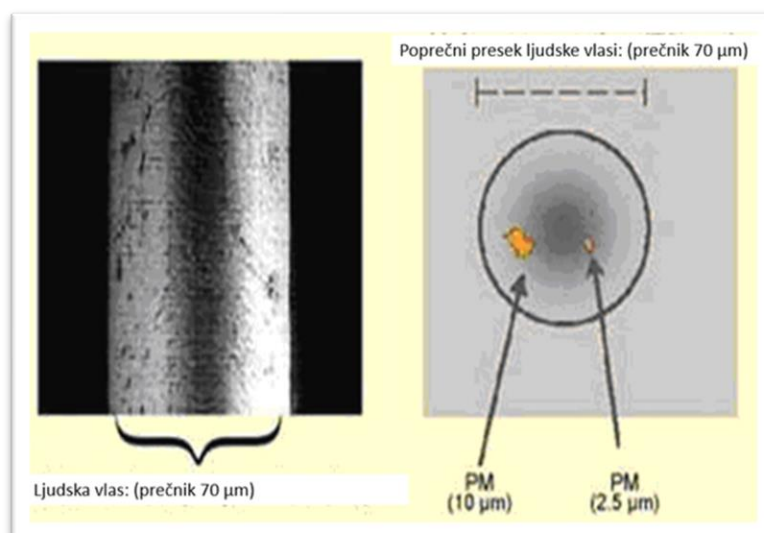
Na slikama 2,3 i 4 prikazano je tumačenje naziva PM, i slikovit prikaz veličina suspendovanih čestica.



Slika 2. Tumačenje naziva PM



Slika 3. Odnos veličina suspendovanih čestica u odnosu na kišnu kap ili čiodu



Slika 4. Poređenje veličine suspendovanih čestica sa poprečnim presekom ljudske vlasi.

## Izvori zagađenja ambijentalnog vazduha

### Odakle potiču zagađujuće materije?

Dominantni izvori zagađenja ambijentalnog vazduha su:

- **PRIRODNI IZVORI** - vulkani, šumski požari, temelni izvori, okeani, kosmička prašina, raznošenje površinskog sloja zemljišta pod dejtvom vetra
- **ANTROPOGENI IZVORI** - Izvori zagađenja ambijentalnog vazduha najvećim delom su antropogenog porekla i mogu se svrstati u dve grupe:
  - **STACIONARNE:**
    - **Tačkasti:** Izvori zagađenja vezani:
      - za industriju i industrijska područja, hemijsku industriju, proizvodnju nemetala i metalnu industriju, proizvodnju električne energije; Izvori zagađenja u
      - u urbanim sredinama kao što su zagrevanje, spaljivanje otpada i individualna ložišta, hemijske čistione i sl.
    - **Difuzni:** izvori zagađenja u ruralnim područjima vezanim za poljoprivredne aktivnosti, rudarstvo i kamenolome;
  - **POKRETNE:** izvori zagađenja obuhvataju bilo koji oblik motornih vozila sa unutrašnjim sagorevanjem (vozila koja koriste benzin, dizel, motocikli i avioni).

U tabeli 2, prikazani su primeri izvora pojedinih zagađujućih materija u vazduh:

Tabela 2. Primeri izvora pojedinih zagađujućih materija u vazduh

| Zagađujuća materija                    | Glavni izvori zagađenja                                |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Sumpordioksid ( $\text{SO}_2$ )        | Sagorevanje uglja, nafte, crna i obojena metalurgija   |
| Vodoniksulfid ( $\text{H}_2\text{S}$ ) | Hemijski procesi, kafilerije, rafinerije               |
| Ugljenmonoksid ( $\text{CO}$ )         | Sagorevanje, motori SUS                                |
| Oksidi azota ( $\text{NO}_x$ )         | Sagorevanje, motori SUS                                |
| Čađ                                    | Sagorevanje                                            |
| Suspendovane čestice                   | Sagorevanje, Tehnološki procesi, kamenolomi, cementare |
| Isparljiva organska jedinjenja (VOC)   | Hemijski procesi, prerada nafte, distribucija benzena  |

## Monitoring (praćenje) kvaliteta vazduha

**Monitoring** predstavlja praćenje kvaliteta životne sredine u prostoru i vremenu. **Cilj** je prikupljanje podataka kvantitativne i kvalitativne prirode o prisustvu i distribuciji zagađivača, praćenje emisija, izvora zagađenja, transporta polutanata i određivanje njihovih koncentracija na određenim mernim tačkama.

Postoje tri aspekta kontrole kvaliteta vazduha:

- **Otpadni gasovi/Emisija** - podrazumeva uzorkovanje na mestu ispuštanja polutanta, kao dimnjaka (npr TETO, insineratori čvrstog otpada ili drugih postrojenja koje imaju dimnjake za ispust otpadnih gasova), ventilacionih sistema ili auspuha automobila.
- **Ambijentalni vazduh** – se odnosi na merenja koncentracionih nivoa polutanata nakon njihovog emitovanja iz različitih izvora i potpunog mešanja i disperzije pod uticajem meteoroloških uslova koji vladaju u atmosferi.
- **Vazduh zatvorenih prostorija** - se odnosi na merenje koncentracionih nivoa polutanata u zatvorenim prostorima (fabričke hale, stanovi, kuće, kancelarijski prostor).

## Posledice zagađenja vazduha

### Efekat staklene bašte

#### Šta je globalno zagrevanje?

Globalno zagrevanje je narušavanje prirodne ravnoteže, usled promena sastava atmosfere i zadržavanja veće količine toplote u Atmosferi. Na slici 5 prikazano je povećanje prosečne temperature zemljine atmosfere i okeana.



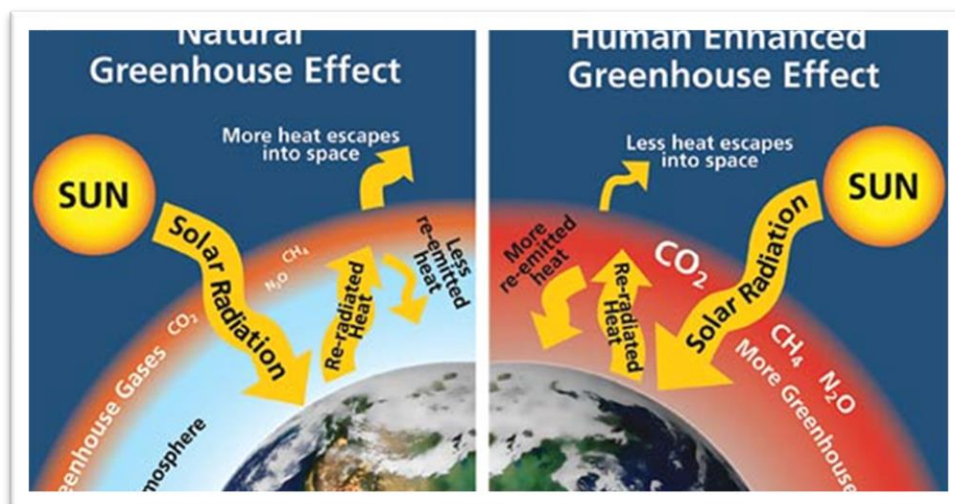
Slika 5. Povećanje prosečne temperature zemljine atmosfere i okeana

### Šta izaziva globalno zagrevanje?

1. Ugljen dioksid ( $\text{CO}_2$ )
2. Metan ( $\text{CH}_4$ )
3. Azotni oksidi ( $\text{NO}_x$ )
4. Gasovi koji sadrže fluor

**Gasovi sa efektom staklene bašte:  
GHG gasovi**

GHG imaju sposobnost propuštanja zračenja talasnih dužina koje od Sunca dolaze na Zemlju, ali apsorbiraju zračenje (IC) koje se emituje sa Zemlje, što je prikazano na slici 6.



Slika 6. Efekat staklene bašte

**Efekat staklene bašte** je prirodan proces veoma važan za život na zemlji jer bi bez njega prosečna temperatura na zemlji bila  $18^\circ\text{C}$ , prema stvarnoj od  $+15^\circ\text{C}$ , što predstavlja povećanje od  $33^\circ\text{C}$ . Prema slici 6, globalno zračenje koje pristiže od Sunca na Zemlju i ono koje napušta Atmosferu su u ravnoteži.

Efekat staklene bašte je posledica činjenice da pojedini gasovi u atmosferi, mogu da promene energetske bilans planete s obzirom na to da su sposobni da apsorbiraju dugotalasno zračenje koje stiže sa zemljine površine. Prilikom prolaska energije Sunca (emituje u području UV, Vis i bliskog IC spektra zračenja, a maksimalna solarna radijacija je u Vis delu spektra) kroz atmosferu, dolazi do niza pojava. U proseku, Zemlja mora da reemituje u vasionu istu količinu energije koja stiže od Sunca. Pošto je hladnija, zemljina površina zagrejana sunčevom svetlošću potaje emiter energije u oblasti većih talasnih dužina. Zemlja zrači u IC oblasti. Talasne dužine koje emituju Sunce i Zemlja su u energetskom smislu skoro potpuno različite. Sunčevo (zračenje se naziva kratkotalasno, dok Zemljino, dugotalasno- IC zračenje)

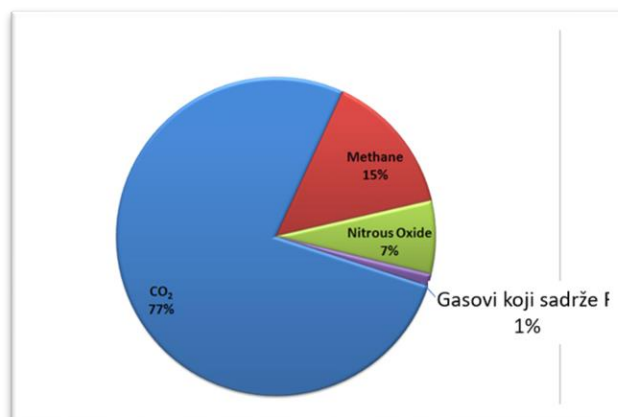
Emisija energije sa Zemlje je usmerena ka vasioni, ali se zapravo samo jedan mali deo vraća u vasionu. Veći deo odlazećeg zračenja se apsorbira pomoću nekolicine prirodnih atmosferskih gasova poznatih kao gasovi sa efektom staklene bašte (GHG). Zbog te apsorpcije IC zračenja sa zemlje dolazi do zadržavanja toplotne energije u atmosferi. Zagrejani molekuli GHG gasova zrače dugotalasno zračenje u svim pravcima, a čak 90% je usmereno (nazad) ka površini Zemlje.

Efekat prekomernog ispuštanja GHG iz antropogenih izvora prouzrokovao je njihovo prisustvo u povišenim koncentracijama što je dodatno povećava efekat apsorpcije zračenja, dakle zagrevanje atmosfere Zemlje.

U tabeli 3 prikazani su izvori GHG gasova sa prosečnim vekom zadržavanja u atmosferi kao i potencijalom globalnog zagrevanja tokom perioda od 100god. Na slici 7 prikazan je procentualna zastupljenost GHG u globalnim emisijama.

Tabela 3. Izvori GHG gasova

| Gas staklene bašte | Izvori emisije                                                                                                                                                                             | Prosečan vek u atmosferi                                                | Potencijal globalnog zagrevanja tokom perioda od 100god |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Ugljendioksid      | Sagorevanje fosilnih goriva, čvrstog otpada, drveća i proizvoda od drveta.<br>Seče šuma i degradacija zemljišta.                                                                           | Ne može se izraziti konkretnom vrednošću (ne uništava se tokom vremena) | 1                                                       |
| Metan              | Proizvodnja i transport nafte, prirodnog gasa i uglja. Poljoprivredne aktivnosti, stoka, razgradnja organskog otpada na deponijama.                                                        | 12.4 godine                                                             | 28 - 36                                                 |
| Azotni oksidi      | Poljoprivredne i industrijske aktivnosti, sagorevanje fosilnih goriva i čvrstog otpada.                                                                                                    | 121 godina                                                              | 265 - 298                                               |
| Fluorovani gasovi  | Grupa gasova koji sadrže fluor (CFC, PFC, sumpor heksafluorid) i emituju se iz raznih industrijskih procesa kao i iz komercijalne upotrebe i upotrebe u domaćinstvu (ne nastaju prirodno). | Od nekoliko nedelja do više hiljada godina                              | Varira (najviši je za Sumpor heksafluorid 23.500)       |



Slika 7. Procentualna zastupljenost GHG u globalnim emisijama

### Ugljen-dioksid (CO<sub>2</sub>)

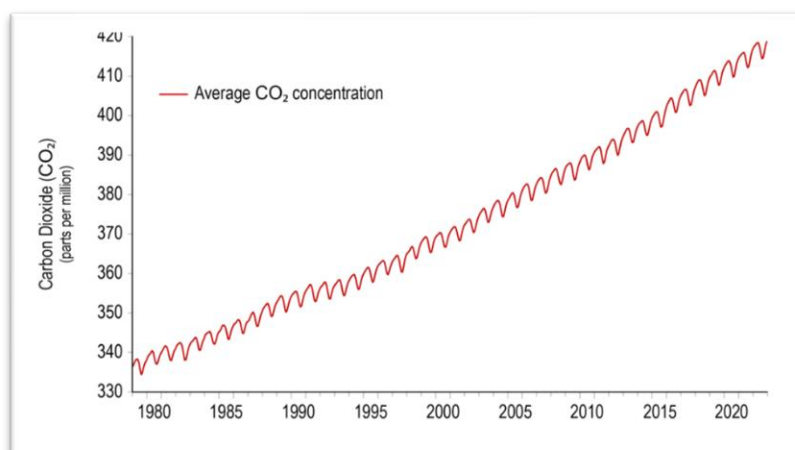
Od svih GHG gasova, emisija CO<sub>2</sub> zauzima **najveći udeo** i izazvan je uglavnom ljudskom aktivnošću. Već više od jednog stoleća poznato je **dejstvo CO<sub>2</sub> kao gasa koji doprinosi efektu staklene bašte**.

Arrheniusu (1896.) se pripisuje prvo izračunavanje globalne temperature u zavisnosti od koncentracije CO<sub>2</sub> u atmosferi, a njegovi rezultati ne razlikuju se mnogo od savremenih proračuna.

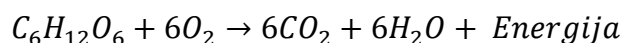
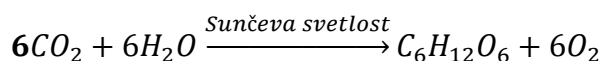
Prva kontinuirana, precizna i direktna merenja atmosferskog ugljen-dioksida započeta su 1957. godine na Južnom polu i 1958. godine na Mauna Loi, na Havajima. Tada je koncentracija CO<sub>2</sub> iznosila oko 315 ppm i rasla je sporije od 1 ppm godišnje. Do 1994. godine, koncentracija je porasla na 358 ppm, uz prosečnu stopu rasta od 1,6 ppm godišnje.

Tokom fotosinteze, ugljenik prelazi iz vazduha u biljni materijal. Tokom proleća i leta kada biljke najbrže rastu, nivo CO<sub>2</sub> u atmosferi opada i dostiže najniži nivo u severnoj hemisferi negde u oktobru.

Na slici 8 prikazan je grafikon globalne mesečne prosečne koncentracije ugljen-dioksida u atmosferi, izražene u ppm, tokom vremena od 1980. do 2020. godine.



Slika 8. Porast globalne koncentracije CO<sub>2</sub> (1980–2020)



Fotosinteza i ćelijsko disanje predstavljaju ključne procese u kruženju ugljenika u prirodi. Tokom fotosinteze, biljke koriste sunčevu svetlost da iz ugljen-dioksida ( $\text{CO}_2$ ) i vode ( $\text{H}_2\text{O}$ ) stvaraju glukozu ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) i oslobađaju kiseonik ( $\text{O}_2$ ), čime smanjuju koncentraciju  $\text{CO}_2$  u atmosferi, posebno tokom proleća i leta kada je fotosintetska aktivnost najintenzivnija. S druge strane, tokom ćelijskog disanja, organizmi razgrađuju glukozu u prisustvu kiseonika, pri čemu nastaju  $\text{CO}_2$ , voda i energija. Ovaj proces doprinosi povećanju koncentracije  $\text{CO}_2$  u atmosferi, naročito tokom jeseni i zime kada je fotosinteza smanjena.

### Koliki je trenutni trend porasta temperature?

temperatura atmosfere će se povisiti za:

- više od  $2^\circ\text{C}$  do 2050. godine,
- više od  $4^\circ\text{C}$  do 2100. godine.

Da bi se smanjila trenutna stopa porasta temperature na ispod  $2^\circ\text{C}$  potrebno je uspostaviti ciljeve i spovesti akcije. Jedan od načina je upotreba **alternativnih izvora energije-obnovljive izvore (resurse)**.

*Pojam „Resurs“ potiče od francuske reči ressource što znači znači izvor iz koga se dobavljaju sirovine i energija.*

### U resurse ubrajamo:

1. mineralne sirovine (rude, nafta i gas),
2. obnovljive izvore energije,
3. sve vrste voda i zemljište kao podloga za razvoj poljoprivrede.

**Resursi** čine osnovu svakog društvenog i ekonomskog razvoja, ali je važno naglasiti da njihovo korišćenje mora biti odgovorno i održivo kako bi se obezbedila dugoročna ravnoteža između potreba ljudskog društva i očuvanja životne sredine. Obnovljivi resursi, kao što su sunčeva, vetro i hidroenergija, predstavljaju ključnu alternativu fosilnim gorivima i mogu pomoći u smanjenju negativnog uticaja na klimu. Takođe, voda i zemljište su od esencijalne važnosti za poljoprivredu i proizvodnju hrane, te njihovo efikasno i odgovorno korišćenje predstavlja ključ za očuvanje resursa za buduće generacije. Upravljanje resursima na održiv način omogućava stabilan ekonomski rast, smanjuje rizike od ekoloških katastrofa i doprinosi globalnim naporima za očuvanje planete.

U tabeli 4 prikazana je klasifikacija prirodnih resursa koji mogu biti neiscrpni i iscrpni.

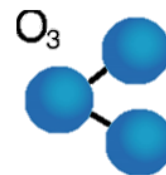
Tabela 4. Klasifikacija prirodnih resursa

| Kategorija           | Neiscrpnji resursi                                                                                    | Iscrpnji resursi                                                                     |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Obnovljivi resursi   | Tokovi: solar, vetar, talasi, kišnica<br>Rezervoari: vazduh (kiseonik, ugljen dioksid), okeani (voda) | Biološki resursi: šume, ribe, biomasa<br>Rezervoari: baseni sveže vode               |
| Neobnovljivi resursi | Reciklabilni resursi: metali<br>Rekovertibilni resursi: ostale mineralne sirovine, zemljište          | Neobnovljivi i nekorvetibilni resursi: fosilna goriva, kao što su nafta, gas i ugalj |

**Obnovljivi resursi** imaju moć regeneracije, ali ukoliko intenzitet obnavljanja ne prevazilazi tempo korišćenja. Upotreba ovih resursa može biti vremenski ograničena. **Neobnovljivi resursi** formirani su u davnoj geološkoj prošlosti i za njihovo stvaranje bili su potrebni milioni godina. Iz tog razloga korišćenje neobnovljivih resursa privlači najveću pažnju i ima najveći značaj za dalji razvoj gotovo svih aspekata društva. Kada govorimo o neobnovljivim resursima pre se može govoriti o najracionalnijem eksploatisanju nego o održivom korišćenju.

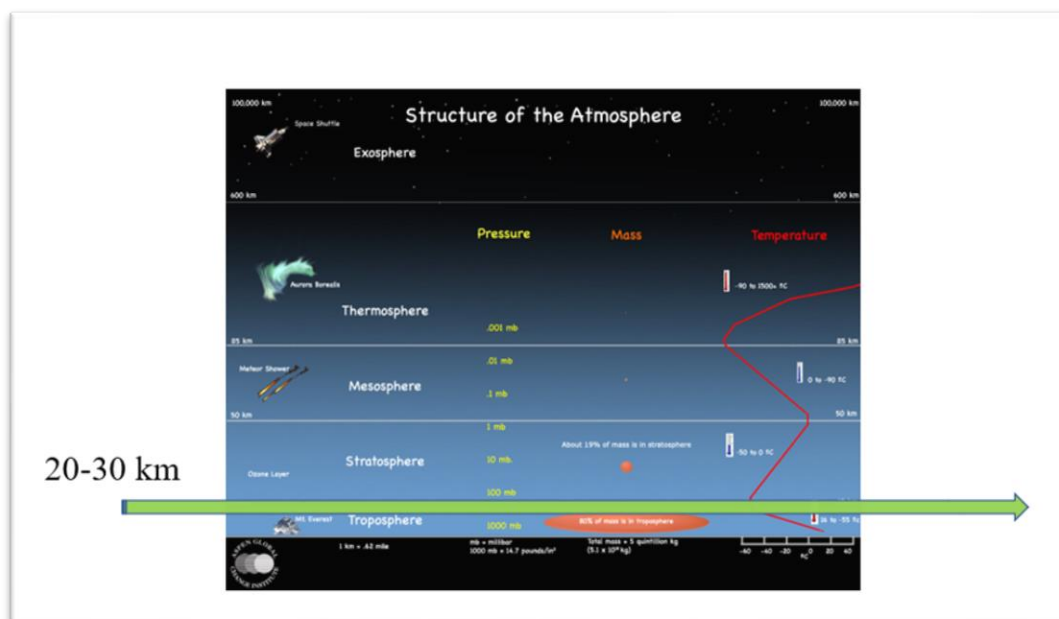
### Uništavanje ozonskog omotača

Ozon  $O_3$  je alotropska modifikacija kiseonika koji sadrži tri atoma kiseonika



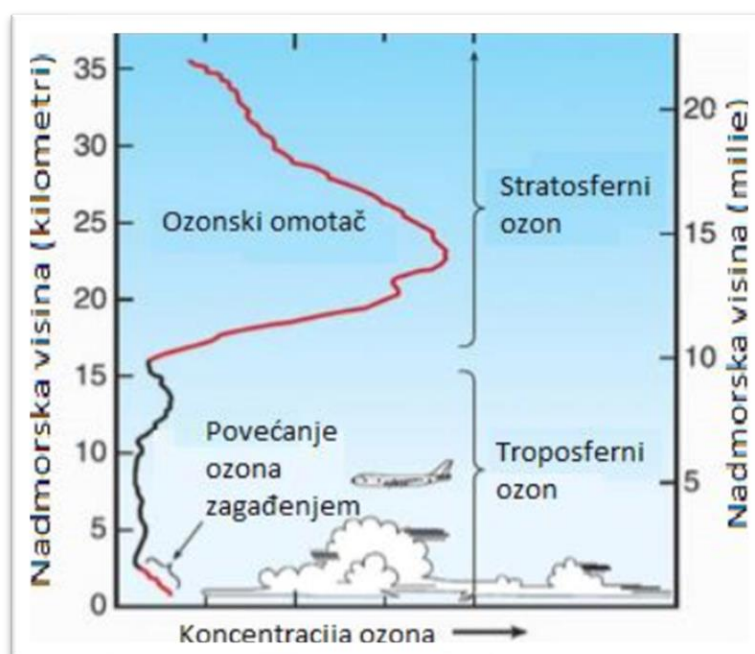
### Ozon prema položaju u atmosferi nazivamo:

- **Stratosferski**- "Dobar" štiti nas od negativnog UV zračenja, Stratosferski ozon se nalazi na 20-30 km od površine zemlje i nazivamo ga ozonski omotač (Slika 9).
- **Troposferski**- Negativan (loš) nastaje usled zagađenja u urbanim sredinama odnosno reakcije azotnih oksida, lako isparljivih organskih jedinjenja pod dejstvom svetlosti u nizm delovima troposfete. Na slici 10 prikazani su štetni efekti ozona po zdravlje čoveka.



Slika 9. Položaj ozona u stratosferi

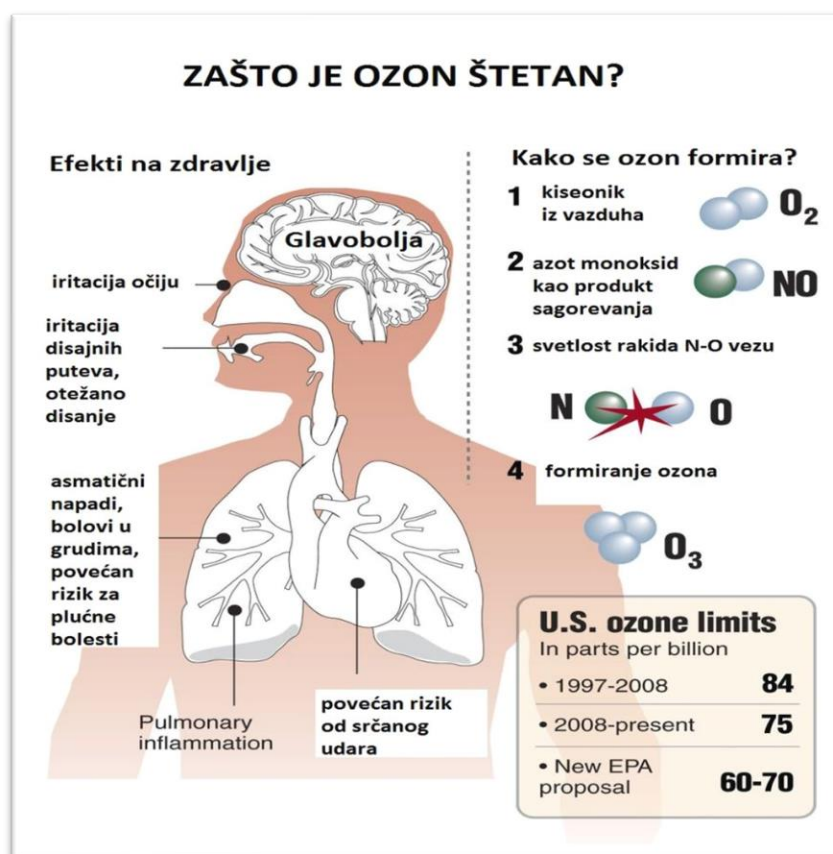
U višim slojevima atmosfere, u **stratosferi**, nalazi se **ozonski sloj koji štiti Zemlju od štetnog ultraljubičastog (UV) zračenja**. Koncentracija ozona u ovom sloju je visoka i prikazana je crvenom krivom. Međutim, u nižim slojevima atmosfere, u **troposferi**, postoji zona u kojoj se koncentracija ozona povećava usled ljudskih aktivnosti i zagađenja. Ovo povećanje troposferskog ozona je štetno za zdravlje ljudi i životnu sredinu. Slika 10 pokazuje koncentracione nivoe i položaj troposferskog i stratosferskog ozona u atmosferi.



Slika 10. Koncentracioni nivoui položaj troposferskog i stratosferskog ozona u atmosferi

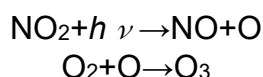
## Troposferski ozon

Izloženost ozonu nastalom u troposferi može izazvati iritaciju očiju i disajnih puteva, otežavajući disanje, kao i glavobolje. Ozon takođe može pogoršati simptome astme i prouzrokovati bolove u grudima. Dugotrajna izloženost može povećati rizik od razvoja različitih plućnih oboljenja, pa čak i uticati na kardiovaskularno zdravlje, povećavajući rizik od srčanog udara. Ovi štetni efekti ozona na zdravlje ljudi posledica su njegove sposobnosti da izazove inflamaciju pluća i iritaciju disajnih puteva, što ga čini opasnim zagađivačem vazduha sa ozbiljnim implikacijama po zdravlje stanovništva (Slika 11).



Slika 11. Štetni efekti ozona po zdravlje čoveka.

Takođe, na slici 11, prikazan je i proces nastanka prizemnog ozona. Pod uticajem ultraljubičastog (UV) zračenja sunca i u prisustvu isparljivih organskih jedinjenja, dolazi do fotolize azotnog oksida (NO), najčešćeg polutanta iz saobraćaja, pri čemu nastaje vrlo reaktivni atomski kiseonik koji stupa u reakciju sa prisutnim molekulima kiseonika i dolazi do formiranja ozona ( $O_3$ ).

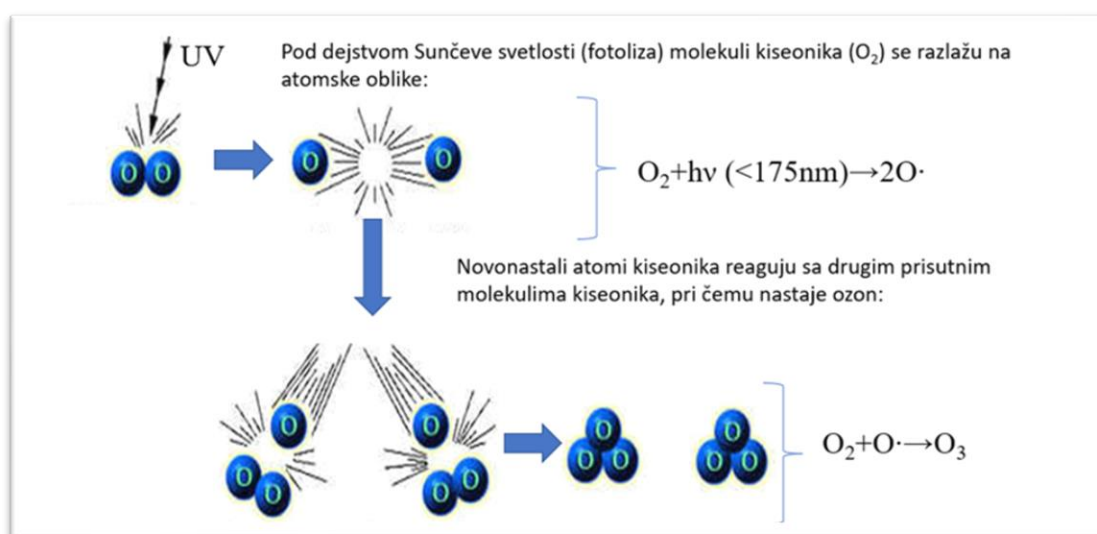


## Stratosferski ozon

Slika 12 prikazuje proces fotolize molekula kiseonika ( $O_2$ ) pod uticajem ultraljubičastog (UV) zračenja sunca, kao i formiranje ozona ( $O_3$ ) kao rezultat ove reakcije.

- **Fotoliza molekula kiseonika ( $O_2$ ):** UV zračenje ( $<175\text{nm}$ ) uzrokuje raskidanje veze između atoma kiseonika u molekuli  $O_2$ , pri čemu nastaju dva atomska oblika kiseonika.
- **Formiranje ozona ( $O_3$ ):** Novonastali atomski kiseonici reaguju sa drugim prisutnim molekulama kiseonika, pri čemu dolazi do formiranja ozona ( $O_3$ ). Ova reakcija je prikazana na dnu slike.

Bez prisustva drugih hemikalija u atmosferi, nastajanja i razgradnje zona dostiže svoje ravnotežno stanje u kome bi dolazilo do malih promena u koncentracionim nivoima  $O_3$ . Ovaj proces je važan za stvaranje ozonskog omotača u Zemljinoj atmosferi, koji štiti život na Zemlji od štetnog UV zračenja.



Slika 12. Fotoliza molekula kiseonika i formiranje ozona u atmosferi

**Dobsonova jedinica** je mera kojom se izražava gustina ozonskog omotača.

**DU** predstavlja sloj ozona koji bi pri standardnim uslovima temperature i pritiska imao širinu od  $10\mu\text{m}$ .

Standardni uslovi ( $101.325\text{ Pa} = 1\text{ atm}$ ,  $T=15\text{ }^\circ\text{C}$ )

## Raspoređenost O<sub>3</sub> u atmosferi izražena u Dobsonovim jedinicama

Ozon je nejednako raspoređen u atmosferi  
Koncentracije O<sub>3</sub> se razlikuju od:

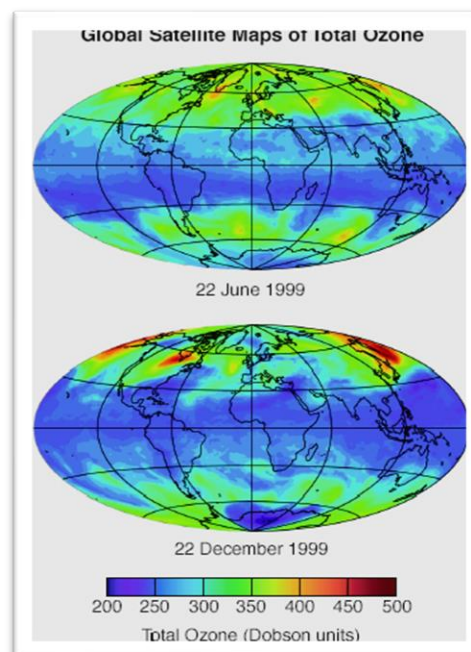
### 1. Lokacije:

- Ozona najmanje ima na ekvatoru (250dj), a najviše u blizini polova (450dj)
- U umerenom klimatskom području sadržaj ozona iznosi oko 350 DJ

### 2. Vremenskog perioda:

- Najviše ozona ima u rano prolece, a najmanje u ranu jesen

Prosečna globalna vrednost koncentracije ozona iznosi oko 300 Dobsona.

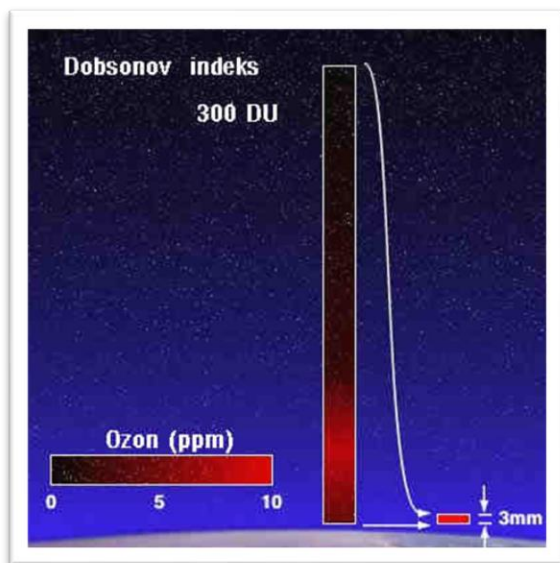


Slika 13. Globalne mape ukupnog ozona

### Dobson Gordon - Univerzitet u Oksfordu

Tokom 1920-tih Dobson je konstruisao prvi instrument za merenje ukupnog ozona sa površine zemlje – Dobsonov spektrofotometar za ozon





lika 14. Grafički prikaz Dobsonovog indeksa i koncentracije ozona

Kada bi se sav ozon iz stratosfere spustio na Zemlju, i doveo na uslove od  $t=0\text{ }^{\circ}\text{C}$   $p=10^5\text{ Pa}$ , njegova debljina bila bi u proseku oko 3 mm.

Ova debljina sloja odgovara 300 DU.

U apsolutnim jedinicama:  
 $1\text{ DU} = 2.7 \cdot 10^{16}\text{ molekula/cm}^2$

## Uništavanje ozona

Koncentracije  $\text{O}_3$  su se počele meriti 1957. na Antartiku (275-325DU), 1987.g. – je izmerenom 125DJ. Još ranih 70-tih su postojale indicije o postepenom smanjivanju ozonskog sloja. Smanjenje ozon u stratosferi se ne može nadoknaditi ozonom iz troposfere

## Da li je uništavanje ozona prirodna ili antropogena promena?

Istraživanja su pokazala da su pojedine antropogene supstance zabeležene u povećanim koncentracijama i da je “rupa” nastala dejstvom **HLORA**. Danas je opšteprihvaćeno da NEstajanje  $\text{O}_3$  na visinama od 35-50 km je posledica reakcija u kojima učestvuju  $\text{NO}_x$  i Cl i Br (koji nastaju razgradnjom HFC)

## Supstance koje uništavaju ozon - (Ozone depletion Substances, ODS)

**ODS su isključivo antropogenog porekla.** ODS su pronadjene 60-tih godina, i pokayali su dobre osobine jer su inerni, nezapaljivi, neotrovni i imali su dobru primenu kap raspršivači, sredstva za gašenje požara, izolatori i slično.

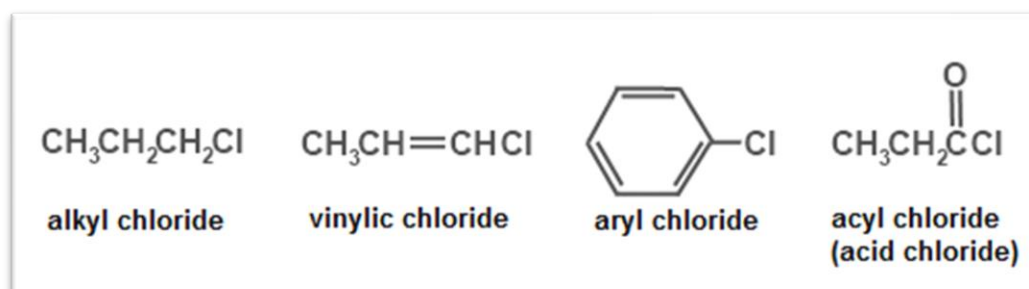
### Halogeni ugljovodonici

Halougljenici su molekuli na bazi ugljenika koji sadrže hlor, fluor ili brom. Oni su važni sa ekološkog stanovišta ne samo zato što doprinose globalnom zagrejavanju, nego i zato što atomi hlora i broma koji dospeju u stratosferu imaju sposobnost da katalitički uništavaju ozon.

Slika 15 prikazuje četiri različita organska jedinjenja koja sadrže halogene atome (hlor):

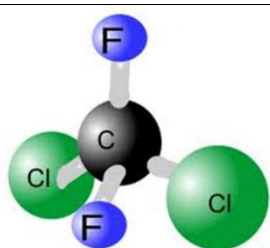
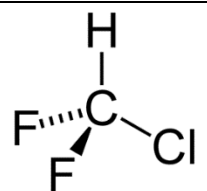
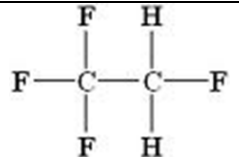
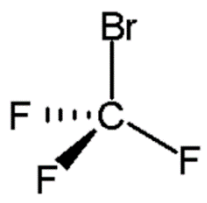
- Alkil halogenid (alkil hlorid)
- Vinilni halogenid (vinilni hlorid)
- Aril halogenid (aril hlorid)
- Acil halogenid (acil hlorid ili kiseli hlorid)

Dok tabela 5 prikazuje podkategorije halougljenika.



Slika 15. Prikaz različitih organskih halogenida

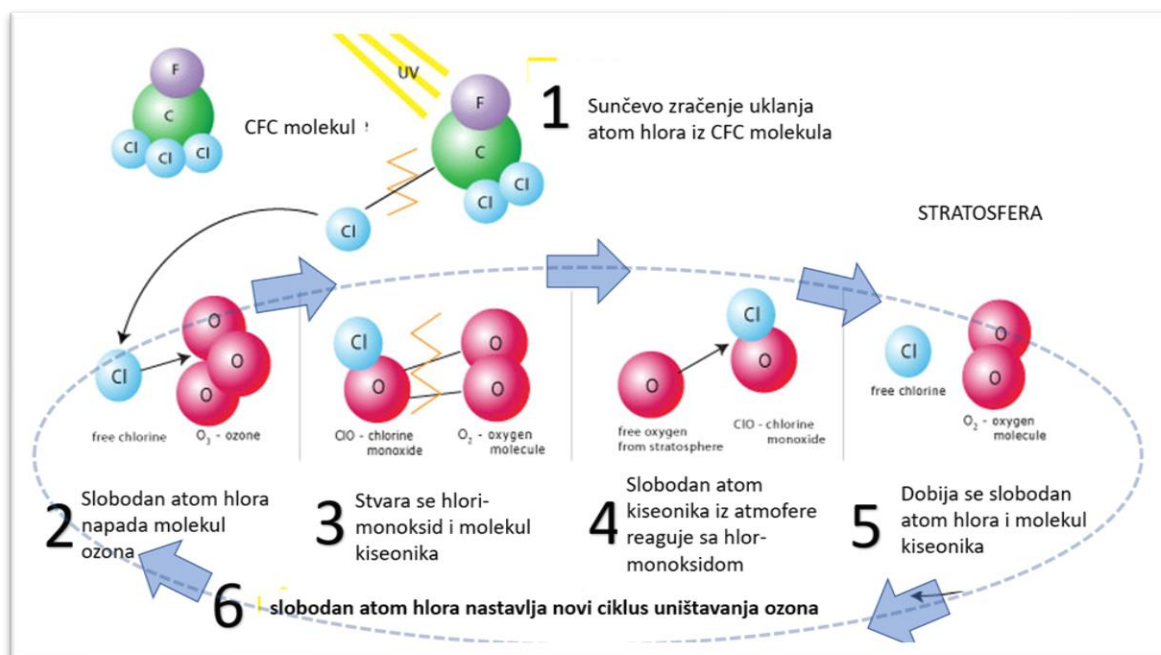
Tabela 5. Podkategorije halougljenika

|                                                                                                   |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| HloroFluoroUgljenici ( <b>CFC</b> )<br>koji imaju samo ugljenik, fluor i hlor, ali nemaju vodonik |   |
| HidroHloroFluoroUgljenici ( <b>HCFC</b> )<br>koji su kao CFC, ali sadrže i vodonik                |  |
| HidroFluorUgljovodonici ( <b>HFC</b> )<br>koji ne sadrže hlor                                     |  |
| <b>Haloni</b><br>koji su molekuli na bazi ugljenika, a sadrže i brom uz fluor i nekada hlor.      |  |

## Uloga halogenih u ciklusu unistavanja ozona

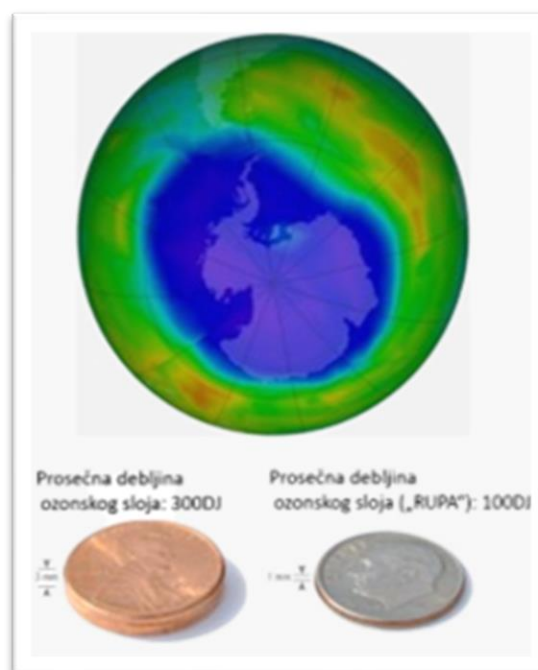
Halogeni, poput hlora iz hlorofluorougjenika (CFC), igraju ključnu ulogu u destrukciji ozonskog omotača u stratosferi. Ovaj proces se odvija kroz sledeće faze (prikazane na slici 16) :

1. Pod dejstvom sunceve svetlosti atom hlora se ocepljuje od CFC molekula
2. slobodan atom hlora napada molekul ozona
3. Nastaje molekule kisonika i hlor-monoksid
4. Slobodni atomi kisonika u atmosferi reaguju sa hlor/monoksidom
5. Oslobođaja se atom hlora koji nastavlja ciklus i reaguje sa novim molekulima ozona



Slika 16. Uloga halogenih u ciklusu uništavanja ozona

Slobodni hlor se ponaša kao katalizator u procesu razgradnje ozona, jer se on ne troši, već konstantno ponavlja ciklus uništavanja. **Jedan molekul hlora ili broma može razoriti 100.000 molekula ozona.**



*Slika 17. Prikaz prosečne debljine ozonskog sloja i "ozonske rupe"*

## Kisele kiše

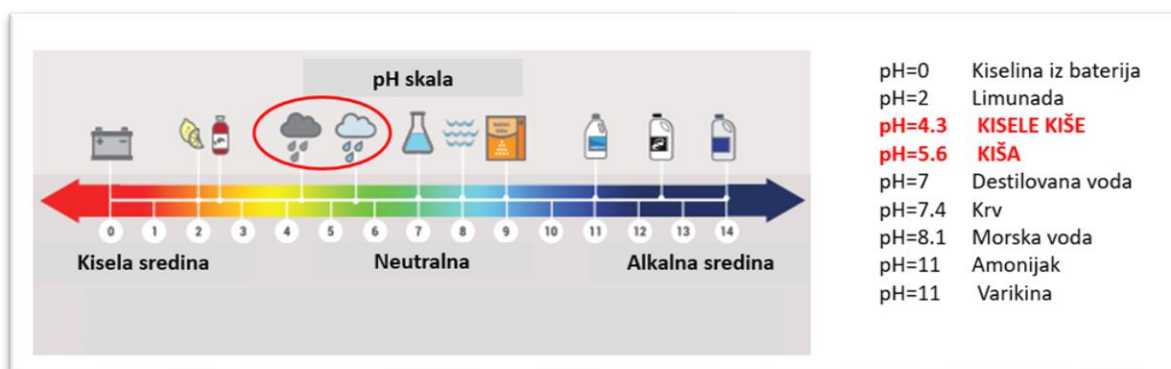
Usled emitovanja i transporta (na velike razdaljine) sumpor-doksida i oksida azota u atmosferu dolazi do reakcije sa ovih gasovitih polutanata sa vodom, usled čega se formiraju sumporna ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) i azotna kiselina ( $\text{HNO}_3$ ) – vlažna depozicija

Kisele zagađujuće materije sa takođe mogu taložiti i putem suve depozicije

Najveći deo emisije  $\text{SO}_2$  i  $\text{NO}_x$  je iz antropogenih izvora:

- Sagorevanje fosilnih goriva
- Emisija iz vozila-saobraćaj
- Industrija

Normalna pH vrednost kiše iznosi oko 5.6 – blago kisela zbog prisustva  $\text{CO}_2$  koji sa vodom stvara slabu ugljenu kiselinu ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). **Kisele kiše obično imaju pH između 4.2 i 4.4** (Prikazano na slici 18).



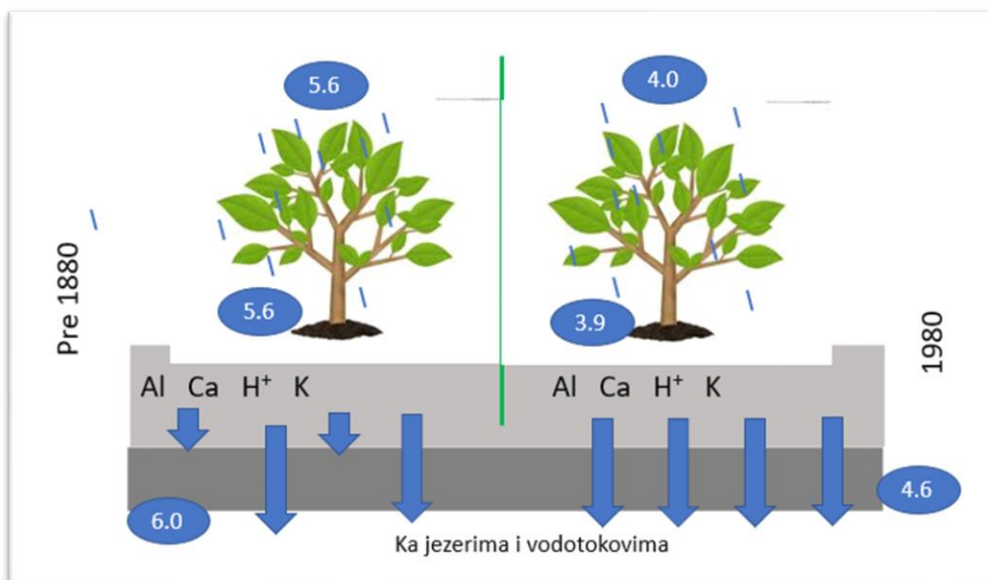
Slika 18. pH skala i pH vrednosti različitih supstanci, uključujući kisele kiše

### Posledice kiselih kiša

- Povećavanje kiselosti vodenih ekosistema
- Povećanje kiselosti tla

Slika 19 prikazuje promene pH vrednosti padavina i zemljišta pre 1880. i 1980. godine. Pre 1880. kiša je imala pH 5.6, a voda u zemljištu 6.0, što je omogućavalo zdrav rast biljaka. Do 1980. usled zagađenja, pH kiše opada na 4.0, a zemljišta na 3.9, što dovodi do:

- Ispranja hranljivih elemenata (Ca, K),
- Povećanja toksičnog aluminijuma (Al),
- Oštećenja biljaka i poremećaja ekosistema.



Slika 19. Promena pH vrednosti u prirodnim vodenim ekosistemima tokom vremena

## Smog

**SMOG (kovanica nastala od eng. reči Smoke+Fog= Smog)**

**Smog** predstavlja zagađenje vazduha usled povišenje koncentracije gasovitih polutanata, fine prašine i prizemnog ozona

Glavni izvori zagađenja su industrija i vozila, koja ispuštaju azotne okside ( $\text{NO}_x$ ) i isparljiva organska jedinjenja (VOCs). Ove supstance reaguju pod dejstvom sunčeve svetlosti, što dovodi do stvaranja ozona ( $\text{O}_3$ ) u prizemnim slojevima atmosfere. Industrija i vozila takođe emituju sumpor-dioksid ( $\text{SO}_2$ ), čestice PM i ugljen-dioksid ( $\text{CO}_2$ ), što doprinosi zagađenju vazduha i formiranju smoga. Posledice smoga su loš kvalitet vazduha i negativan uticaj na zdravlje ljudi, posebno u gradovima.

Slika 20 prikazuje procese koji doprinose zagađenju vazduha i nastanku smoga.



Slika 20. Proces koji doprinose zagađenju vazduha i nastanku smoga

## II VODA KAO MEDIJUM ŽIVOTNE SREDINE

Voda je esencijalni element za održavanje života na zemlji. Značaj čiste vode i zdravstveno bezbedne vode za individualca, društvenu zajednicu, industriju i druge delatnosti je neprocenjiva. Sa razvojem civilizacije, životnog standarda i potreba savremenog društva, raste raznolikost polutanata, te dostizanje odgovarajućeg kvaliteta vode u mnogim zemljama predstavlja mnogo zahtevniji i kompleksniji problem od dostizanja potrebne količine vode.

U svetu oko 1,1 milijardi ljudi nema pristup savremenim izvorima za snabdevanje vodom, a 2,4 miliona nema nikakav pristup savremenim sanitarnim objektima. 2 miliona ljudi svake godine umre od posledica dijareje izazvane neadekvatnom vodom. Od toga najviše ima dece mlađe od 5 godina. Najugroženije je stanovništvo u zemljama u razvoju, gde ljudi žive u ekstremnom siromaštvu.

Količina i kvalitet raspoložive vode treba da bude briga svakog pojedinaca.

Voda pokriva 3/4 Zemljine površine:

- preko 97 % Zemljine vode sadržano je u morskim vodama (okeanima);
- od preostalih količina, najveći deo slatke vode pripada ledu i podzemnim vodama.

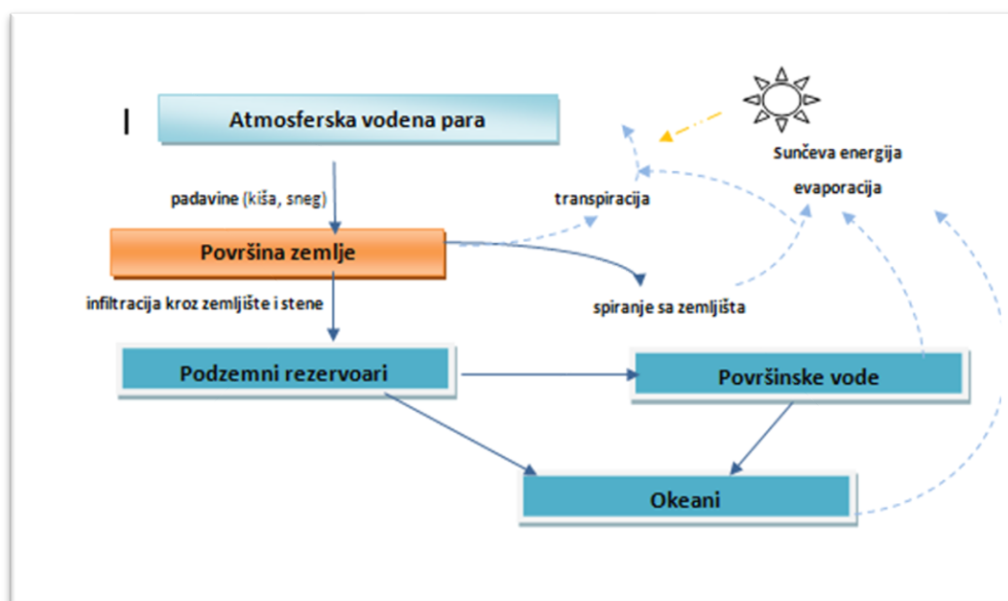
Porast stanovništva i životna standarda, uz rastuće potrebe industrije, uzrokuju sve veću potrošnju vode čiji se kvalitet sve više ugrožava

Voda se, bez obzira na agregatno stanje, nalazi u neprekidnom procesu kretanja koji se naziva hidrološki ciklus. Analizom povezanosti kompleksnih procesa koji kontrolišu formu (agregatno stanje), količinu i distribuciju vode, može se doći do podataka koji su od velikog značaja za sagledavanje nekih budućih događaja, kao što su poplave i suše.

Šematski prikaz hidrološkog ciklusa dat je na slici 21.

Formiranje padavina počinje sa procesom hlađenja vodene pare u atmosferi odnosno kada se dostigne tačka kondenzacije. Voda koja u obliku atmosferskih padavina dospe na zemljinu površinu može se da ima tri različite putanje kretanja:

1. **Da se zadrži na površini listova vegetacije**. Jedan deo vode koja se zadrži na vegetaciji jednostavno isparava (evaporacija), dok drugi deo sama biljka apsorbuje, iskoristi, a potom isparavanjem vraća u atmosferu kao vodenu paru (transpiracija). Kombinovani procesi isparavanja vodene pare sa vegetacije se nazivaju evapotranspiracija. Procenjeno je da oko trećine vode koja u obliku padavina dospe na površinu vode se vraća u atmosferu pre nego što završi u okeanima, krajnim odredištima vode.
2. **Da se infiltrira u zemljište**, prolazeći kroz različite slojeve zemljišta formira podzemne rezervoare koji se nazivaju akviferi. Akvifere ne treba vizualizovati kao velika podzemna jezera, već kao praznine i pukotine između čestica zemljišta koje su popunjene vodom. Voda iz akvifera može da dođe do okeana direktno, ili indirektno preko površinskih vodotoka.
3. **Da dospe u postojeće površinske vode spiranjem sa zemljišta**. Kada je količina vode koja padne na zemlju dovoljno velika tako da premašuje stepen evapotranspiracije i infiltracije u zemljište, višak vode jednostavno nalazi svoj put ka vodotocima, akumulacijama ili morima i okeanima.



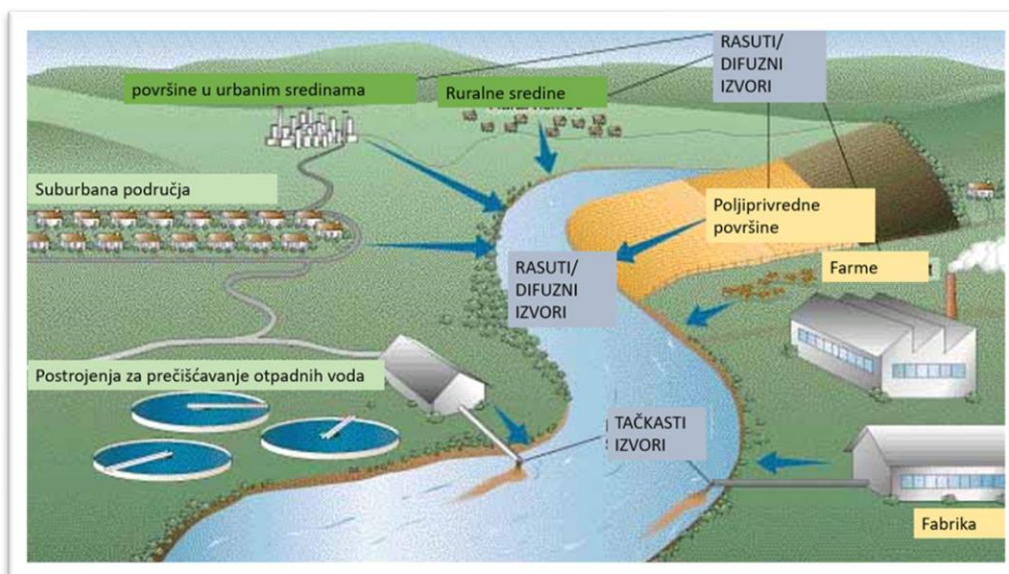
Slika 21 Hidrološki ciklus vode.

## Izvori zagađenja vode

Promene u kvalitetu podzemnih ili površinskih voda, mogu da ukazuju na uticaj prirodnih ili antropogenih faktora. Antropogeni faktori koji mogu da utiču i menjaju kvalitet vodenog tela mogu biti prouzrokovani vanrednim, (akcidentalnim, nenamernim) i redovnim, kontrolisanim ispuštanjem.

Izvori zagađivanja vode mogu se svrstati u dve odnove grupe: rasuti i tačkasti (Prikazano na slici 22) .

- **Tačkasti izvori** - Podrazumevaju sve izlive u recipijente koji potiču iz cevi, drugog vodotoka ili kanala. U ovu grupu se ubraja zagađenje koje potiče iz :
  - industrijskih izvora,
  - komunalnih sistema za odvođenje otpadnih voda,
  - odnosno postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda bilo da se radi o komunalnim ili industrijskim otpadnim vodama.
- **Rasuti izvori** - Podrazumevaju izvore čiji uliv u recipijent nije tačno definisan protokom i količinom. Obično kada govorimo o rasutom zagađenju razmatramo zagađenje koje dolazi sa određenih površina. Ovo zagađenje je uglavnom povezano sa spiranjem zagađenja sa neke površine, tokom i nakon kišnog perioda.



Slika 22. Primeri tačkastih i rasutih izvora zagađenja

## Otpadne vode

Voda, onečišćena na bilo koji način tokom upotrebe predstavlja otpadnu vodu

- Otpadne vode mogu biti:
  - Komunalne
  - Industrijske
  - (Zajedničke)

## Kvalitet vode

Problem kvaliteta vode je veliki civilizacijski problem koji često direktno utiče na količinu raspoložive vode za upotrebu. Naime, bez obzira na količinu raspoložive vode, njena upotreba može biti ograničena ukoliko kvalitet ne odgovara definisanim zahtevima u zavisnosti od njene namene.

### Parametri Kvaliteta vode

Kvalitet akvatičnog ekosistema izražava se preko:

- fizičkih,
- hemijskih ili
- bioloških parametara.

Vrednosti parametra određuju da li je vodeni ekosistem odgovarajući za određenu upotrebu (navodnjavanje, vodosnabdevanje, rekreaciju, industriju i dr). Podela parametara kvaliteta vode prikazana je u tabeli 6.

Tabela 6. Podela parametara kvaliteta vode

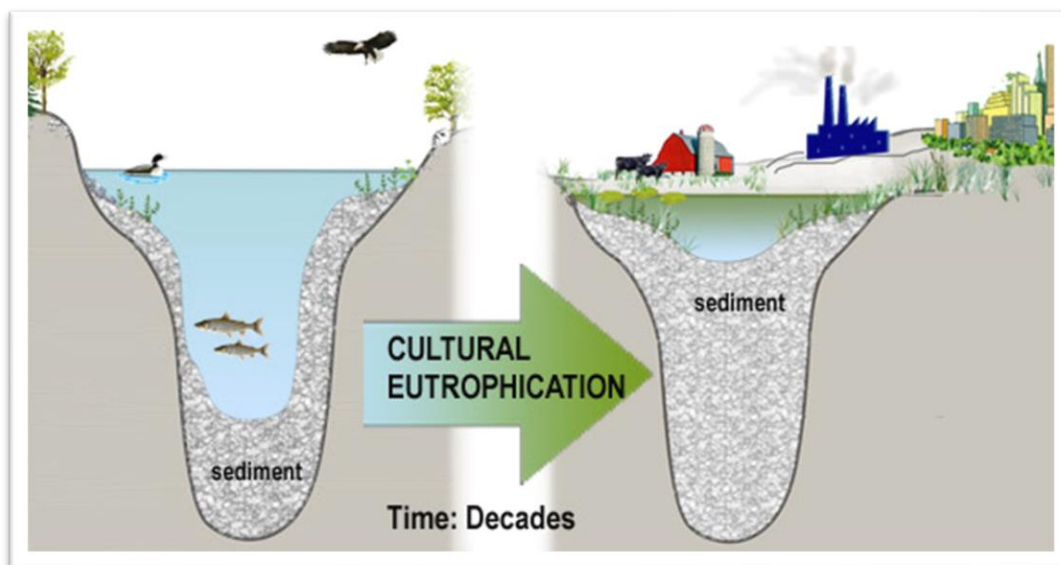
| Hemijski parametri kvaliteta vode | Fizički parametri kvaliteta vode | Biološki parametri kvaliteta vode     |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| pH kiselost                       | Temperatura                      | Beskičmenjaci                         |
| Rasvoreni kiseonik                | Protok i nivo vode               | Bakterije                             |
| Nutrijenti (N i P)                | Suspendovane čestice             | Fitoplankton                          |
| Tvrdoća                           |                                  | Školje                                |
| Sadržaj hloriga                   |                                  | Akvatična ili terestrijska vegetacija |
| Metali                            |                                  | Hlorofil                              |
| BPK5                              |                                  | Ribe                                  |
| HPK                               |                                  | Alge                                  |
| Organska jedinjenja               |                                  | Egzotične/invazivne vrste             |
| Ukupne rastvorene materije        |                                  |                                       |
| Električna provodljivost          |                                  |                                       |

## Eutrofikacija

Nutrijenti su hemijski elementi koji su esencijalni za rast i život biljaka i životinja. Koncentracija nutrijenata se izražava u mg/l, a najčešće određivani nutrijenti su nitrati, nitriti, amonijak, ortofosfati, fosfor i azot. Visoki koncentracioni nivoi nutrijenata mogu da izazovu ubrzan rast algi.

*Veliko prisustvo algi koje proizvode energiju ima za posledicu smanjenje količine rastvorenog kiseonika u vodi kao i pojavu neprijatnog ukusa i mirisa vode. Pojava ubrzanog rasta biljaka pod dejstvom povišene koncentracije nutrijenata naziva se **EUTROFIKACIJA**.*

Proces eutrofikacije prikazan je na slici 23.



Slika 23. Proces eutrofikacije

## Monitoring (praćenje) kvaliteta voda

**Monitoring** predstavlja praćenje kvaliteta životne sredine u prostoru i vremenu. **Cilj** je prikupljanje podataka kvantitativne i kvalitativne prirode o prisustvu i distribuciji zagađivača, praćenje emisija, izvora zagađenja, transporta polutanata i određivanje njihovih koncentracija na određenim mernim tačkama.

Monitoring kvaliteta otpadnih voda i opšti monitoring kvaliteta voda podrazumevaju redovno praćenje različitih parametara koji utiču na zdravstvenu ispravnost i ekološku sigurnost voda. To uključuje merenje nivoa pH vrednosti, temperature, koncentracije kiseonika, hranjivih materija (kao što su nitrati i fosfati), kao i prisustvo teških metala, bakterija i drugih zagađivača. Kvalitet vode se prati kako bi se osigurala zaštita ljudskog zdravlja, očuvala ekosistema i ispunjavali zakonski standardi za vodne resurse.

### III OTPAD

Predstavlja svaku materiju ili predmet koju zbog njenih svojstava vlasnik odbacuje, namerava ili mora da odbaci. Nastaje kao rezultat raznih ljudskih aktivnosti. **Važne karakteristike otpada su:** sastav, količina i srednja gustina

#### Podela otpada

Otpad se uobičajeno deli po:

1. **mestu nastanka** i
2. **karakteristikama**.

Po **MESTU NASTANKA** otpad se deli na:

- **otpad iz domaćinstva** (kućni otpad): nastaje u domaćinstvima, veoma je heterogen, skupljaju ga za to specijalizovane firme, odvoze i deponuju na tehnički uređenu i održavanu komunalnu deponiju. U ovu grupu spada i drugi otpad koji je zbog svoje prirode ili sastava sličan kućnom.
- **komercijalni otpad**: nastaje u preduzećima, ustanovama i drugim institucijama koje se u celini ili delimično bave trgovinom, uslugama, kancelarijskim poslovima, sportom, rekreacijom ili zabavom. Karakteriše ga heterogenost, a na njegovom prikupljanju, transportu i deponovanju angažuju se posebne komunalne službe.
- **industrijski otpad** : jeste otpad iz bilo koje industrije ili sa lokacije na kojoj se nalazi industrija.

Po **KARAKTERISTIKAMA** opšta podela otpada je na:

- **Neopasan otpad** jeste otpad koji nema karakteristike opasnog otpada
- **Inertni otpad** jeste otpad koji nije podložan bilo kojim fizičkim, hemijskim ili biološkim promenama; ne rastvara se, ne sagoreva ili na drugi način fizički ili hemijski reaguje, nije biološki razgradiv ili ne utiče nepovoljno na druge materije sa kojima dolazi u kontakt na način koji može da dovede do zagađenja životne sredine ili ugrozi zdravlje ljudi; ukupno izluživanje i sadržaj zagađujućih materija u otpadu i ekotoksičnost izlučenih materija moraju biti u dozvoljenim granicama, a posebno ne smeju da ugrožavaju kvalitet površinskih i/ili podzemnih voda
- **opasan ili hazardni otpad** jeste otpad koji po svom poreklu, sastavu ili koncentraciji opasnih materija može prouzrokovati opasnost po životnu sredinu i zdravlje ljudi i ima najmanje jednu od opasnih karakteristika utvrđenih posebnim propisima, uključujući i ambalažu u koju je opasan otpad bio ili jeste upakovan

#### Hijerarhija upravljanja otpadom

**Upravljanje otpadom** je složen izazov koji zahteva sveobuhvatnu strategiju i koordinaciju različitih pristupa. Postoji jasno definisana **hijerarhija** koja usmerava prioritete i preporučuje najbolje prakse u ovoj oblasti. Ova hijerarhija ima za cilj da

minimizira negativan uticaj otpada na životnu sredinu i zdravlje ljudi, dok istovremeno maksimizira efikasnost korišćenja resursa.

Ključni elementi hijerarhije uključuju **prevenciju i smanjenje nastanka otpada, pripremu za ponovnu upotrebu, reciklažu, druge oblike oporabe i, kao poslednju opciju, odlaganje otpada**. Na slici 24 prikazana je hijerarhija upravljanja otpadom.



Slika 24. Hijerarhija upravljanja otpadom

Upravljanje otpadom evoluiralo je kroz različite pristupe, od jednostavnog odlaganja do cirkularnih modela koji teže održivosti. Postoje tri osnovna modela upravljanja otpadom: **linearni, polu-cirkularni i cirkularni**. Linearni model, zasnovan na principu 'uzmi – koristi – odbaci', dovodi do prekomernog iscrpljivanja resursa i povećanja količine otpada. Polu-cirkularni model uključuje određeni stepen ponovne upotrebe i reciklaže, ali i dalje generiše značajan otpad. Cirkularni model, kao najnapredniji, ima za cilj da zatvori krug kroz potpunu reciklažu i ponovnu upotrebu materijala, smanjujući negativan uticaj na životnu sredinu. Ovaj vid upravljanja otpadom prikazan je na slici 25.



Slika 25. Modeli upravljanja otpadom

## IV BUKA

*Pod bukom se podrazumeva svaki **neprijatan i nepoželjan zvuk**, koji se svojom jačinom izdvaja od ostalih i koja nekim svojim kvalitetima može da utiče na psihičko i fizičko osećanje čoveka.*

Izvori buke prema poreklu mogu biti:

- prirodni (npr. udar groma, vodopad...) (Slika 26 i 27)
- veštački (npr. avion, radna mašina...) (Slika 28 i 29)



Slika 26. Prirodni izvor buke - udar groma



Slika 27. Prirodni izvor buke - vodopad



Slika 28. Veštački izvor buke - let aviona



Slika 29. Veštački izvor buke - radne mašine

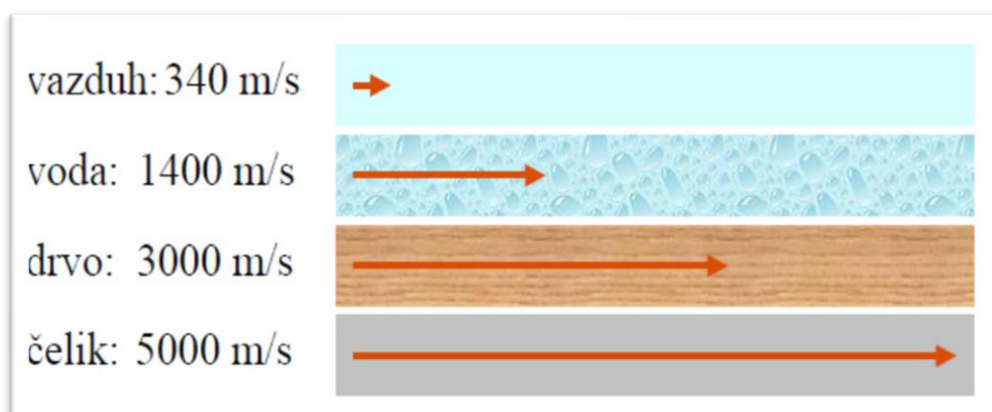
## Fizički koncept buke – karakteristične veličine zvučnog talasa

Osnovne veličine koje karakterišu zvučne talase i njihovo rasprostiranje su:

- talasna dužina,  $\lambda$  [m];
- frekvencija,  $f$  [Hz];
- period oscilovanja,  $T$  [s];
- brzina prostiranja zvuka – brzina zvuka,  $c$  [m/s].

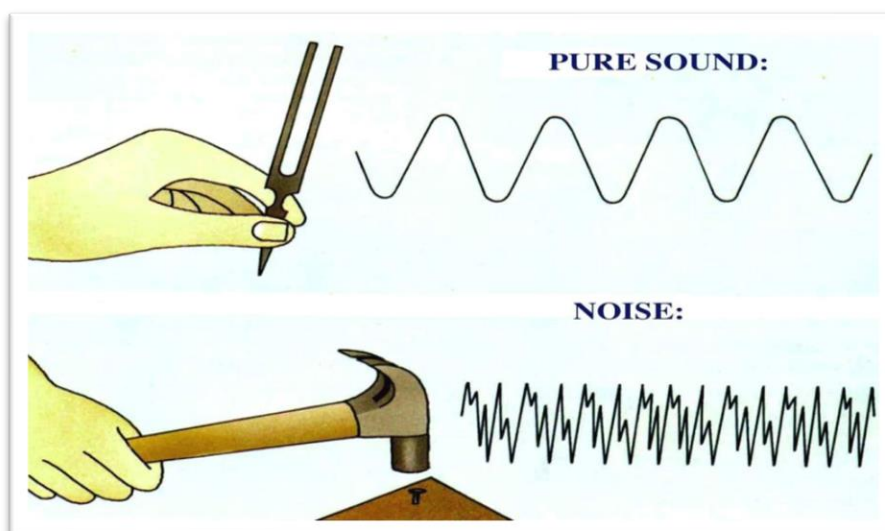
### Brzina zvuka

Slika 30 prikazuje brzinu prostiranja zvuka kroz različite medijume - vazduh, vodu, drvo i čelik. Brzina zvuka je različita za svaki od ovih medijuma, pri čemu je **najbrža u čeliku (5000 m/s)**, a **najsporija u vazduhu (340 m/s)**.



Slika 30. Brzina prostiranja zvuka kroz različite medijume

**Čist zvuk** je harmoničan i prijatan za slušanje. Nastaje kada vibracije imaju pravilnu i stabilnu frekvenciju, stvarajući jasne tonove bez ometanja. Ovakav zvuk je često rezultat preciznih izvora poput muzičkih instrumenata ili zvučne viljuške. **Buka**, s druge strane, predstavlja haotičan skup različitih frekvencija i nepravilnih vibracija. Ona može biti neprijatna i neskladna, jer se sastoji od nasumičnih i neorganizovanih zvučnih talasa koji se preklapaju i sudaraju. Buka može ometati komunikaciju i izazvati osećaj nelagodnosti (Slika 31).

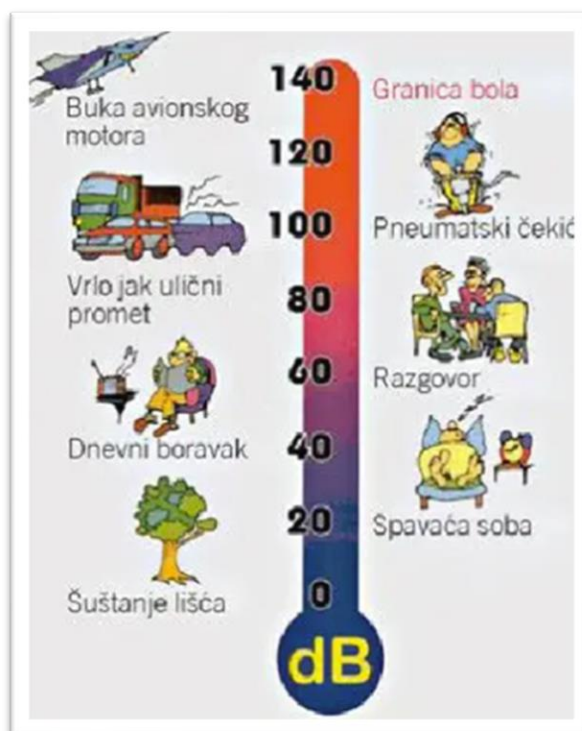


Slika 31. Razlika između čistog zvuka i buke

**JAČINA BUKE** – meri se decibelima (dB)

**Decibel (dB)** je logaritamska jedinica za merenje jačine zvuka i buke, pri čemu povećanje od 10 dB označava desetostruko veći intenzitet zvuka.

Na slici 32 prikazana je skala nivoa buke izražene u decibelima, tokom obavljanja svakodnevnih aktivnosti.



Slika 32. Skala nivoa buke

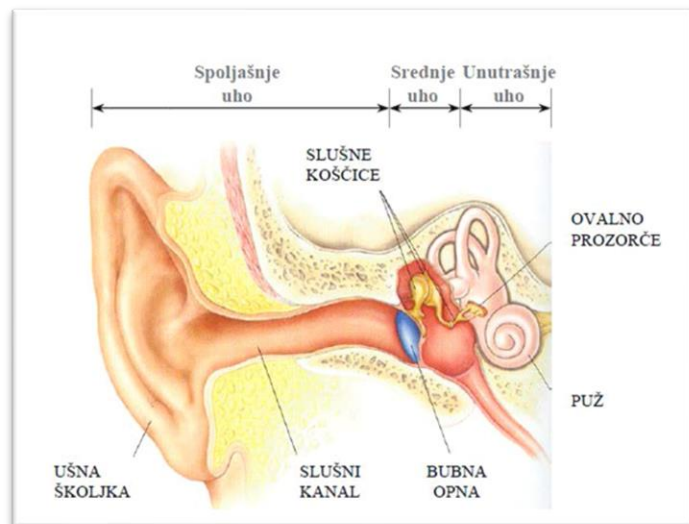
## Fiziološki koncept buke

**Fiziologija** je nauka koja proučava funkcije pojedinih organa. U **fiziološku akustiku** spadaju pojave koje prate percepciju zvuka preko čula sluha i drugih organa. Sve što obrađuje fiziološka akustika je u oblasti subjektivnog.

### Čulo sluha

**Čulo sluha** se sastoji od:

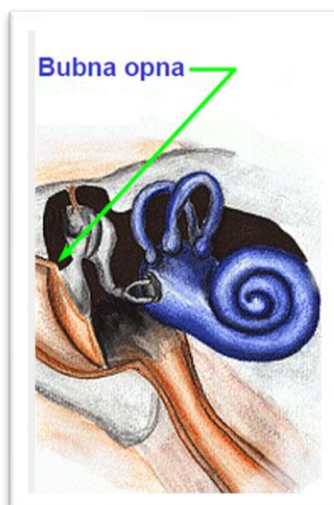
- spoljašnjeg uha;
- srednjeg uha;
- unutrašnjeg uha.



Slika 33. Čulo sluha

**Osnovne funkcije ušne školjke:**

- prikupljanje zvučne energije na ulazu u slušni kanal i usmeravanje ka slušnom kanalu
- bolja orijentacija u prostoru;
- sakupljanje i prenos zvučnih oscilacija koštanim putem do unutrašnjeg uva;
- sprečavanje povratnog dejstva sopstvenog glasa.



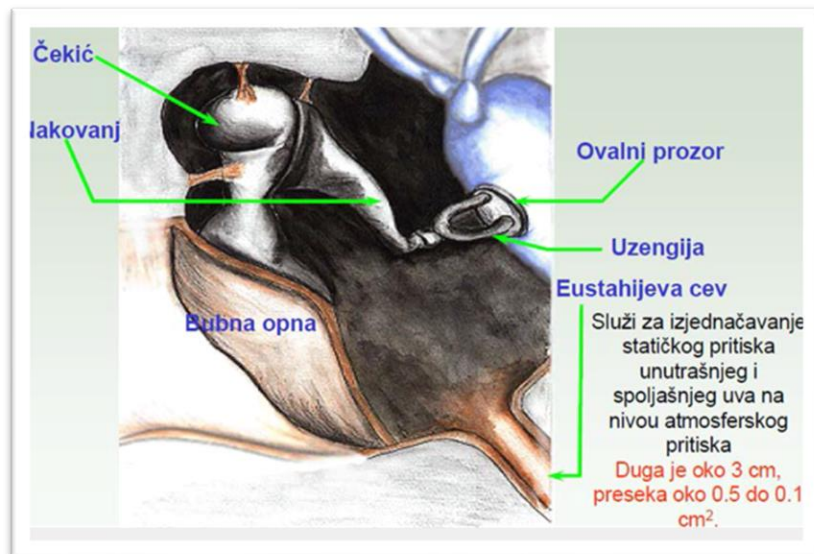
Slika 34. Prikaz bubne opne

**Bubna opna** je membrana (Slika 34) koja vibrira pri dolasku zvučnog talasa, te se pomoću nje akustična energija pretvara u mehaničku. Osnovna namena je prijem, transformacija i prenos zvučne energije iz spoljašnjeg ka srednjem uhu.

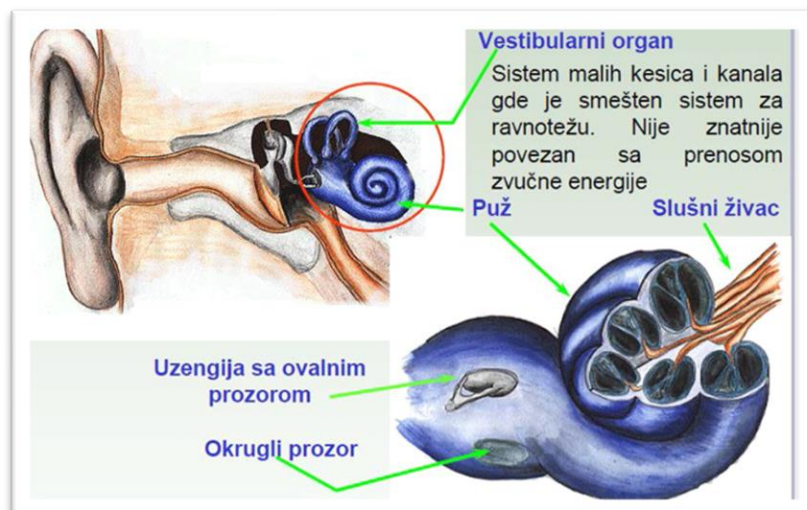
### Osnovne karakteristike bubne opne:

- eliptična membrana debljine oko 0,1mm
- veća osa elipse 1cm, manja osa 0,85cm
- rezonantna frekvencija između 1.2kHz – 1.4kHz

U **srednjem uhu** nalaze se tri koštice koje prema svom obliku nose naziv: čekić, nakovanj i uzengija. Koštice su međusobno povezane elastičnim vezama i prenose mehaničku energiju sa bubne opne na opnu na ovalnom prozoru. Glavni deo unutrašnjeg uha je puž, to je koštani šuplji organ ispunjen limfom. (Slika 35 i 36)

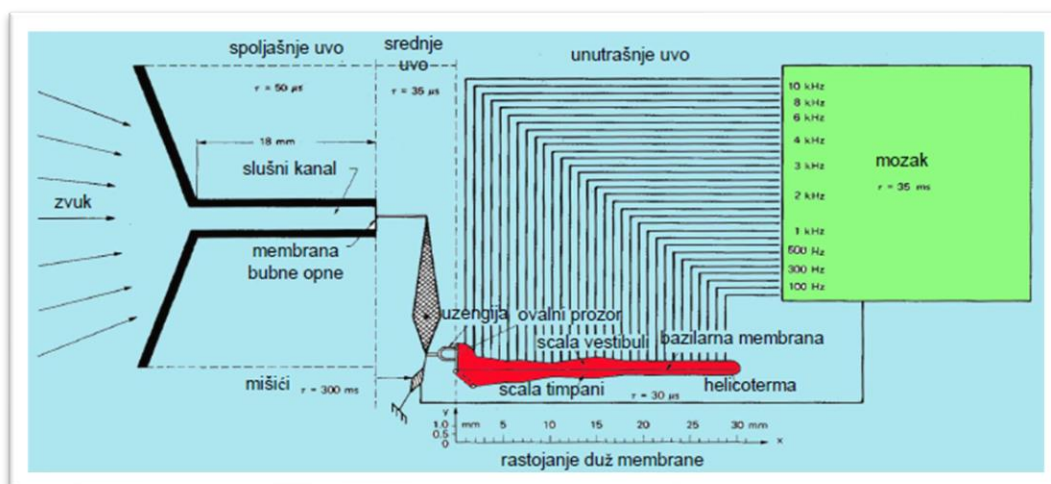


Slika 35. Prikaz srednjeg uha



Slika 36. Prikaz puža

Zvuk počinje kao **talasi koji se šire kroz vazduh** i dolaze do ljudskog uva (slika 37). Kroz spoljašnji ušni kanal, zvučni talasi udaraju u bubnjić, koji vibrira. Te vibracije se zatim prenose na tri male kosti u srednjem uvu – čekić, nakovanj i stapes, koje pojačavaju vibracije i prenose ih u unutrašnje uvo. U unutrašnjem uvu, vibracije dolaze do pužne spirale (kohleje), koja sadrži cilijarne ćelije koje pretvaraju ove vibracije u električne impulse. Ti impulsi putuju putem slušnog nerva do mozga, gde specifične oblasti, poput auditivnog korteksa, interpretiraju zvučne informacije, omogućavajući nam da prepoznamo i razumemo zvukove, govor ili muziku.



Slika 37. Šematski prikaz prenosa i obrade zvučnih informacija

# V MEDJUNARODNI PRAVNI OKVIR ZA ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE

## Okvirna konvencija o promeni klime

**Ujedinjene Nacije (UN)** na globalnom nivou predvode aktivnosti u oblasti klimatskih promena. Okvirna konvencija Ujedinjenih nacija o promeni klime (UNFCCC) (UN **Climate Change Newsroom**, zvaničan sajt: <http://newsroom.unfccc.int/>) usvojena je i potpisana na Svetskom samitu u Rio de Žaneiru, u Brazilu, 1992. godine. Konvencija je stupila na snagu 1994. godine. Ratifikovalo je 195 država koje predstavljaju strane Konvencije. Republika Srbija (RS) je ratifikovala Konvenciju 2001. godine. Osnovni cilj UNFCCC je stabilizacija koncentracije gasova sa efektom staklene bašte na nivou koji bi sprečio negativne antropogene uticaje na klimatski sistem. Takav nivo trebalo bi da se postigne u vremenskom periodu koji bi omogućio ekosistemima da se na prirodan način prilagode promeni klime, koji bi obezbedio da ne bude ugrožena proizvodnja hrane i omogućio dalji stabilan ekonomski razvoj (UNFCCC Article 2).

Od industrijalizovanih zemalja se očekuje da učine najviše u pogledu smanjenja emisija. Te zemlje su Aneks I države i obavezne su da, između ostalog, redovno izveštavaju o svojim politikama i merama u oblasti klimatskih promena i da podnose svoje godišnje inventare o emisijama GHG. The Greenhouse Gas (GHG), <http://www.ghgprotocol.org/>)

Industrijski razvijene zemlje su pored toga postigle dogovor da podrže napore i aktivnosti u oblasti klimatskih promena u državama u razvoju pružanjem finansijske podrške (grantovi, krediti, itd.), a njime upravlja Globalni fond za životnu sredinu (GEF).

## Kjoto protokol

Uz UNFCCC, u decembru 1997. godine u Kjotu (Japan) usvojen je **Kjoto protokol**, sa ciljem da se postigne bolje sprovođenje ove Konvencije. Osnovni cilj Kjoto protokola je smanjenje globalnih antropogenih emisija GHG za najmanje 5% u odnosu na nivoe iz 1990. godine, i to u prvom obavezujućem periodu, 2008. – 2012. godine. ([http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php)) Drugi obavezujući period po Kjoto protokolu pokrenut je kada je u decembru 2012. godine u Dohi, Katar, potpisan Amandman iz Dohe. Tokom drugog obavezujućeg perioda, strane su se obavezale da će smanjiti emisije gasova sa efektom staklene bašte za najmanje 18 % ispod nivoa iz 1990. godine, tokom perioda 2013 - 2020. godine. Izmene iz Dohe još uvek nisu stupile na snagu.

Osnovna razlika između Protokola i Konvencije je što Konvencija podstiče industrijski razvijene zemlje da smanje emisije GHG, dok ih Protokol na to obavezuje. Kjoto protokol je stupio na snagu u RS 17. januara 2008. godine. Posle Kjoto protokola usledili su: Akcioni plan sa Balijsa (2007), Samit u Kopenhagenu (2009), Samit u Kankunu (2010), Samit u Durbanu (2011), Samit u Kataru (2012), Varšavski samit (2013) i Pariski Protokol (2015).

## Pariski sporazum

**Pariski sporazum** je nov globalni pravno obavezujući sporazum o klimatskim promenama i to za period posle 2020. godine. Pariskom sporazumu prethodio je jednoglasan dogovor naučnika da temperatura na Zemlji raste zbog emisije gasova nastalih ljudskom aktivnošću. Konferencija o klimi u Parizu održana je od 30. novembra do 12. decembra 2015. godine. Glavni cilj sporazuma je da se porast temperature u budućnosti svede na ispod 2°C. Sporazum u Parizu traži od svih zemalja da razmotre svoje doprinose emisiji GHGa na svakih pet godina. Delegacije iz oko 150 zemalja učestvovala su u pregovorima o ovom globalnom pravno obavezujućem sporazumu o klimi. (<http://www.consilium.europa.eu/hr/policies/climate-change/>). EU zauzima važno mesto upregovorima o klimi. Ona aktivno promoviše usvajanje pravno obavezujućeg sporazuma kojim bi se svim zemljama potpisnicama dodelile jednake i ambiciozne obaveze koje bi dovele do globalnog smanjenja emisija štetnih gasova za najmanje 60% do 2050. godine (u odnosu na 2010.). EU se sa svoje strane obavezuje da će smanjiti emisije GHGa za najmanje 40% do 2030. (u odnosu na 1990.), kao i za najmanje 80% do 2050. (<http://www.consilium.europa.eu/hr/policies/climate-change/>)



*Slika 38. Pariski sporazum*

Pariski sporazum je stupio na snagu 4. novembra 2016, trideset dana nakon što su 4. oktobra ispunjeni uslovi, odnosno nakon što su ga ratifikovale najmanje 55 država članica Konvencije koje čine najmanje 55 % globalnih emisija gasova sa efektom staklene bašte. EU je ratifikovala Pariski sporazum o klimatskom promenama 5. oktobra 2016. godine.

**Bečka konvencija o zaštiti ozonskog omotača** odnosi se na „zaštitu zdravlja čoveka i životne okoline od štetnih efekata koji su posledica promena ozonskog omotača“. (Zakon o ratifikaciji Bečke konvencije o zaštiti ozonskog omotača, „Službeni list SFRJ - Međunarodni ugovori“, br. 1/90.) Osnovni predmet zaštite je ozonski omotač koji je prema odredbi člana 1. Konvencije definisan kao „omotač ozona u atmosferi iznad planetarnog graničnog sloja“. (Čl.1 Bečke konvencije o zaštiti ozonskog omotača.)

**Montrealski protokol o supstancama koje oštećuju ozonski omotač** ukazuje na glavne supstance koje oštećuju ozonski omotač donosi specifična ograničenja u vezi nivoa njihove proizvodnje i potrošnje u budućnosti. (Zakon o ratifikaciji Montrealskog protokola o supstancama koje oštećuju ozonski omotač, Službeni list SFRJ - Međunarodni ugovori“, br. 16/90.)



## VI HEMIJA- OSNOVNI POJMOVI

**Kiseline** su jedinjenja koja u vodi disosuju na pozitivne jone vodonika ( $H^+$ ) i negativne jone kiselinskog ostatka.

Kiseline imaju pH nižu od 7 i farbaju plavi lakmus papir u crveno.

Primer:  $HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$

Kiselinski ostatak je onoliko negativan koliko ima  $H$  u molekulu kiseline.

Prema broju  $H$  atoma kiseline se dele na:

- Jednobazne ( $HNO_3$ ,  $HCl$ )
- Dvobazne ( $H_2SO_4$ ,  $H_2CO_3$ )
- Trobazne ( $H_3PO_4$ )

**Baze** su neorganska jedinjenja koja u vodenim rastvorima disosuju na katjone metala i negativne hidroksilne grupe ( $OH^-$ ).

pH vrednost baza je veća od 7 i farbaju crveni lakmus u plavo.

Primer:  $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

Katjon metala je onoliko pozitivan koliko ima  $OH$  grupa u molekulu baze.

Prema broju  $OH$  grupa dele se na:

- Jednokisele ( $NaOH$ )
- Dvokisele ( $Mg(OH)_2$ ,  $Ca(OH)_2$ )
- Trokisele ( $Al(OH)_3$ ,  $Fe(OH)_3$ )

## SPISAK SLIKA

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1. Struktura atmosfere .....                                                                | 3  |
| Slika 2. Tumačenje naziva PM.....                                                                 | 3  |
| Slika 3. Odnos veličina suspendovanih čestica u odnosu na kišnu kap ili čiodu .....               | 3  |
| Slika 4. Poređenje veličine suspendovanih čestica sa poprečnim presekom ljudske<br>vlasi. ....    | 4  |
| Slika 5. Povećanje prosečne temperature zemljine atmosfere i okeana.....                          | 6  |
| Slika 6. Efekat staklene bašte.....                                                               | 6  |
| Slika 7. Procentualna zastupljenost GHG u globalnim emisijama .....                               | 9  |
| Slika 8. Porast globalne koncentracije CO <sub>2</sub> (1980–2020).....                           | 9  |
| Slika 9. Položaj ozona u stratosferi.....                                                         | 12 |
| Slika 10. Koncentracioni nivoi i položaj troposferskog i stratosferskog ozona u<br>atmosferi..... | 12 |
| Slika 11. Štetni efekti ozona po zdravlje čoveka. ....                                            | 13 |
| Slika 12. Fotoliza molekula kiseonika i formiranje ozona u atmosferi .....                        | 14 |
| Slika 13. Globalne mape ukupnog ozona .....                                                       | 15 |
| Slika 14. Grafički prikaz Dobsonovog indeksa i koncentracije ozona .....                          | 16 |
| Slika 15. Prikaz različitih organskih halogenida .....                                            | 17 |
| Slika 16. Uloga halogenih u ciklusu unistavanja ozona .....                                       | 18 |
| Slika 17. Prikaz prosečne debljine ozonskog sloja i "ozonske rupe".....                           | 19 |
| Slika 18. pH skala i pH vrednosti različitih supstanci, uključujući kisele kiše .....             | 20 |
| Slika 19. Promena pH vrednosti u prirodnim vodenim ekosistemima tokom vremena<br>.....            | 20 |
| Slika 20. Procesi koji doprinose zagađenju vazduha i nastanku smoga .....                         | 21 |
| Slika 21 Hidrološki ciklus vode. ....                                                             | 23 |
| Slika 22. Primeri tačkastih i rasutih izvora zagaženja .....                                      | 24 |
| Slika 23. Proces eutrofikacije.....                                                               | 26 |
| Slika 24. Hijerarhija upravljanja otpadom .....                                                   | 28 |
| Slika 25. Modeli upravljanja otpadom .....                                                        | 28 |
| Slika 26. Prirodni izvor buke - udar groma.....                                                   | 29 |
| Slika 27. Prirodni izvor buke - vodopad .....                                                     | 29 |
| Slika 28. Veštački izvor buke - let aviona.....                                                   | 29 |
| Slika 29. Veštački izvor buke - radne mašine .....                                                | 29 |
| Slika 30. Brzina prostiranja zvuka kroz različite medijume .....                                  | 30 |
| Slika 31. Razlika između čistog zvuka i buke .....                                                | 31 |
| Slika 32. Skala nivoa buke.....                                                                   | 31 |
| Slika 33. Čulo sluha .....                                                                        | 32 |
| Slika 34. Prikaz bubne opne .....                                                                 | 32 |
| Slika 35. Prikaz srednjeg uha .....                                                               | 33 |
| Slika 36. Prikaz puža .....                                                                       | 33 |
| Slika 37. Šematski prikaz prenosa i obrade zvučnih informacija .....                              | 34 |
| Slika 38. Pariski sporazum .....                                                                  | 36 |

## SPISAK TABELA

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Zastupljenost pojedinih gasova u atmosferi .....            | 2  |
| Tabela 2. Primeri izvora pojedinih zagađujućih materija u vazduh..... | 5  |
| Tabela 3. Izvori GHG gasova.....                                      | 8  |
| Tabela 4. Klasifikacija prirodnih resursa .....                       | 11 |
| Tabela 5. Podkategorije halougljenika .....                           | 17 |
| Tabela 6. Podela parametara kvaliteta vode.....                       | 25 |