


Metode i metodologija istraživanja u FH životne sredine

Maja Milojević



Osnovi fizičke hemije životne sredine
Važnost metoda u razumevanju
procesa životne sredine

Definisanje jasnih ciljeva istraživanja
Formulisanje istraživačkih pitanja
Povezivanje sa pitanjima životne
sredine

Eksperimentalni dizajn
Izbor parametara životne sredine
Uspostavljanje hipoteze

Pregled analitičkih metoda
Spektroskopija, hromatografija i
detekcija

Studije koje se bave životnom sredinom, ispitivanjem i kontrolom stanja ispituju biološke, fizičke i hemijske interakcije unutar našeg okruženja.

FH istraživanja životne sredine se bave proučavanjem porekla, transporta, reakcije, efekata i sudbine hemijskih vrsta u životnoj sredini.



Zagađenje životne sredine

Nepoželjne promene u našem okruženju, koje negativno utiču na biljke, životinje i ljude. Zagađujuće supstance, čvrste, tečne ili gasovite, rezultat su antropogenog dejstva i prirodnih pojava.

Razlikuju u razgradivosti, neki se brzo raspadaju dok drugi ostaju nepromenjeni decenijama, kao što su DDT, plastika, teški metali i nuklearni otpad.

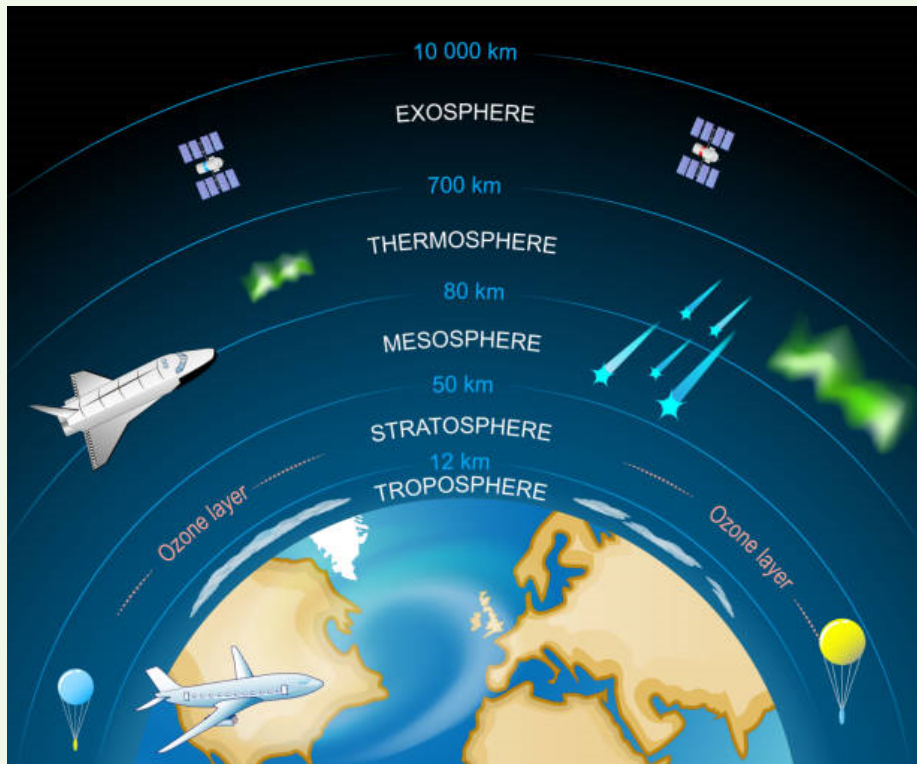
Nerazgradive supstance predstavljaju pretnju za žive organizme, odupiru se prirodnim procesima razgradnje i akumuliraju u životnoj sredini.

Potiču iz različitih izvora i prenose se vazduhom ili vodom ili se deponuju u zemljište usled ljudskih aktivnosti.



The background is a light green color with a pattern of overlapping, semi-transparent green triangles and polygons of various sizes and shades, creating a geometric, low-poly aesthetic.

Atmosfera



Prisustvo ozona u stratosferi deluje kao štit, blokirajući skoro 99,5% štetnog UV zračenja da stigne do površine Zemlje.

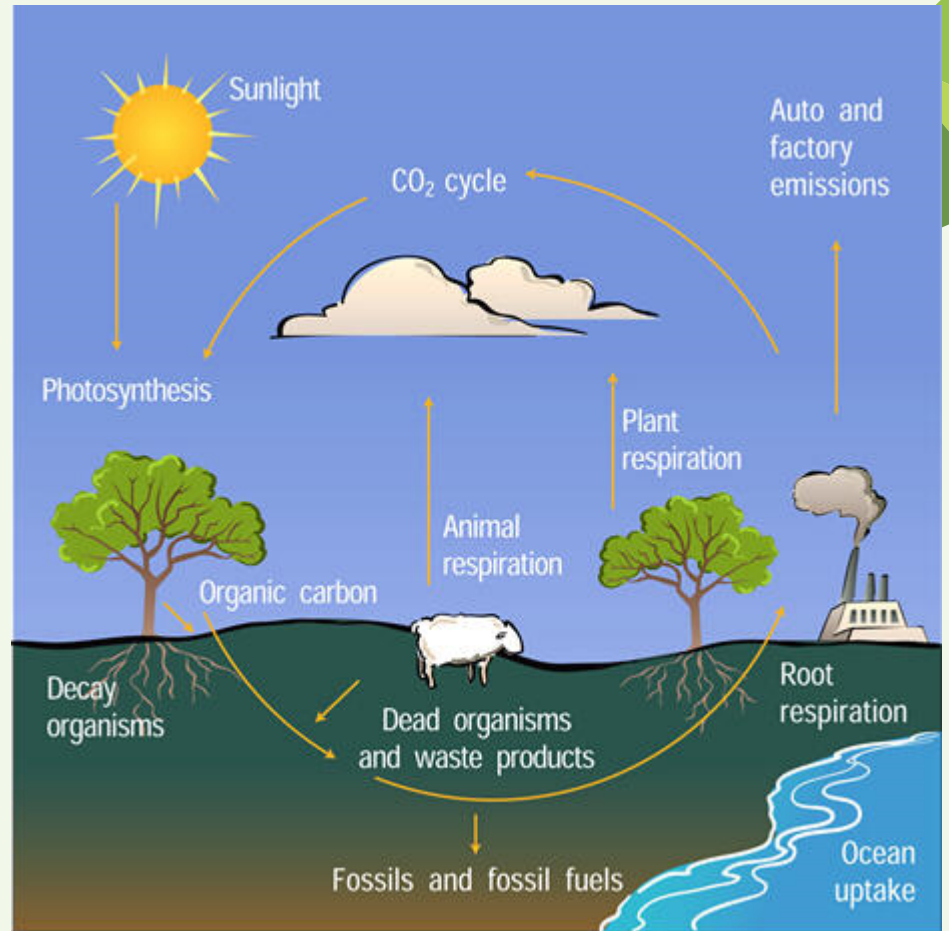
Troposfersko zagađenje je rezultat prisustva nepoželjnih čvrstih ili gasovitih čestica u vazduhu.

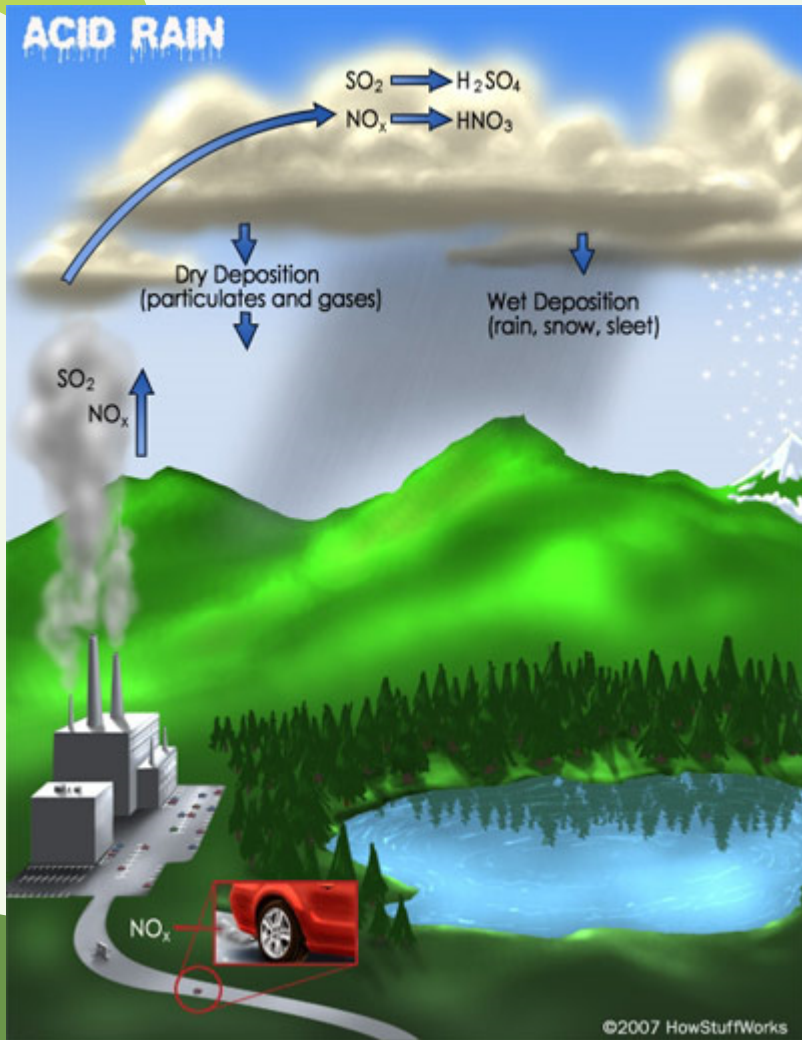
Gasovite zagađujuće supstance uključuju okside sumpora, azota, ugljenika, vodonik-sulfid, ugljovodonike, ozon i druge oksidanse.

Čvrste zagađujuće supstance obuhvataju prašinu, maglu, isparenja, dim i smog. Oksidi sumpora nastaju sagorevanjem fosilnih goriva koja sadrže sumpor. Oksidi azota nastaju dejstvom električnog pražnjenja i sagorevanjem.

Ugljen-monoksid, gas bez boje i mirisa, veoma otrovan zbog svoje sposobnosti da ometa isporuku kiseonika organima i tkivima. Nastaje nepotpunim sagorevanjem ugljenika, prvenstveno iz izduvnih gasova automobila i drugih izvora kao što su uglj, drvo i benzin.

Ugljen-dioksid se otpušta se u atmosferu disanjem, sagorevanjem fosilnih goriva, proizvodnjom cementa i vulkanskim erupcijama. Koncentrisan u troposferi, oko 0,04% v/v u atmosferi. Povećana upotreba fosilnih goriva podiže nivo CO_2 , narušavajući ravnotežu koju održavaju biljke.





Kišnica ima pH 5,6 zbog reakcije kišnice sa atmosferskim ugljen-dioksidom. Kada pH kišnice padne ispod 5,6, ona se kvalifikuje kao kisela kiša.

Kisele kiše nastaju kada se atmosferske oksidi azota i sumpora talože na tlu. Nošeni vetrom, zajedno sa čvrstim česticama u atmosferi, talože se kao suvi talog na tlu ili kao vlažni u vodi, magli i snegu.

Kisele kiše rastvaraju i ispiraju esencijalne hranljive materije ključne za poljoprivredu i živi svet. Uzrokuje respiratorne bolesti kod ljudi i životinja, utičući i na kopnene i na vodene ekosisteme. Podzemne vode kontaminirane kiselim kišama utiču na vodeni život i korodiraju vodovodne cevi, potencijalno izbacujući teške metale u vodu za piće.

Čvrste zagađujuće supstance

Aerosol u vazduhu potiče od emisija iz vozila, dima od požara, industrijske prašine i pepela.

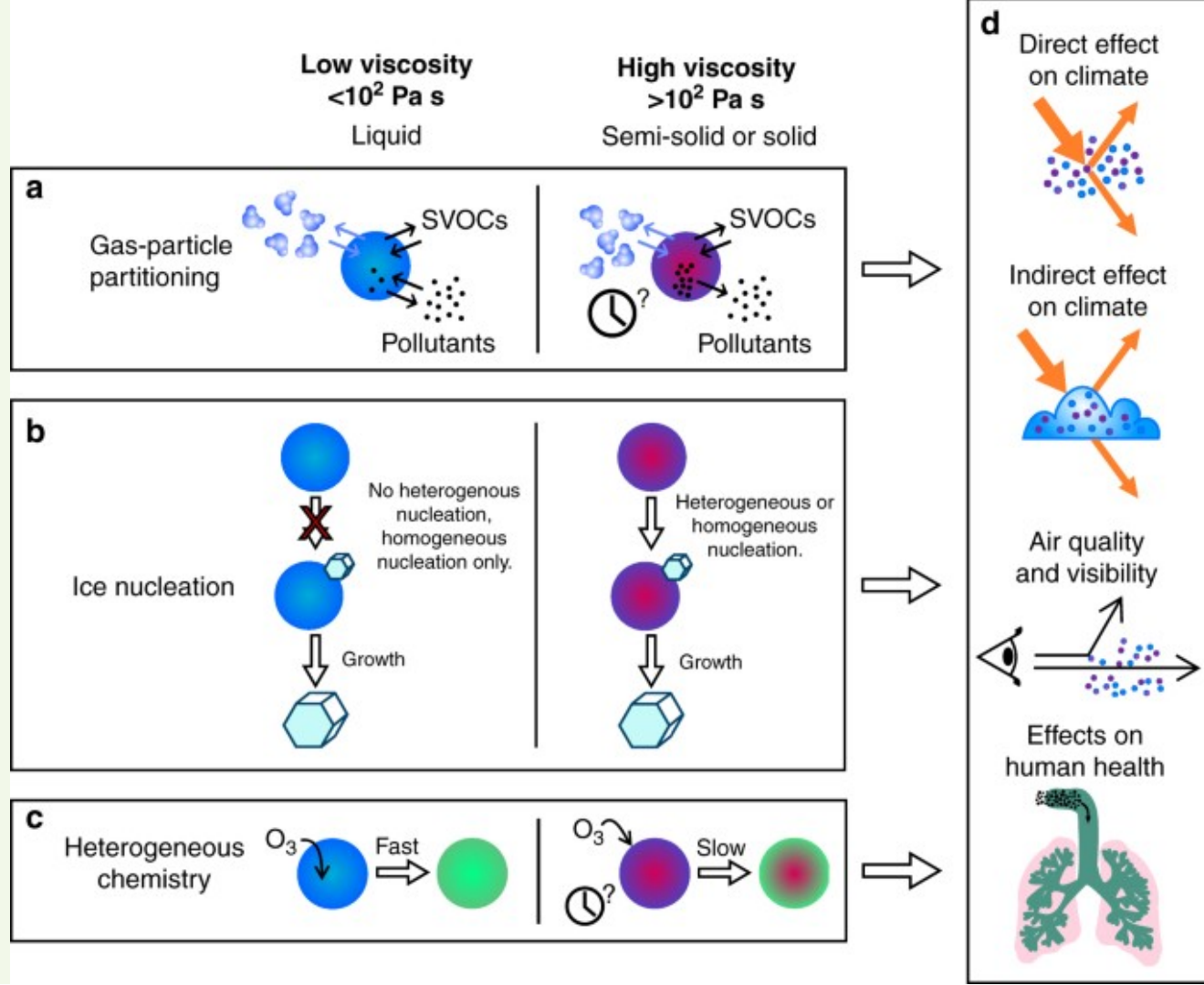
(a) Dim se sastoji od čvrstih ili mešanih čvrstih i tečnih čestica koje nastaju tokom sagorevanja organske materije.

(b) Prašina: preko 1 μm u prečniku, nastale tokom drobljenja, mlevenja i disperzije čvrstog materijala (npr. pesak, piljevina, ugalj).

(c) Magla: tečnosti u aerosolu ili kondenzacije pare u vazduhu (npr. magla sumporne kiseline, herbicidi).

(d) Isparenja: Nastaju tokom sublimacije, destilacije ili hemijskih reakcija (npr. organski rastvarači).

Uticaj čestica zagađivača varira u zavisnosti od veličine čestica; veće čestice mogu da se zadrže u nosnom prolazu, dok manje mogu lako ući u pluća.

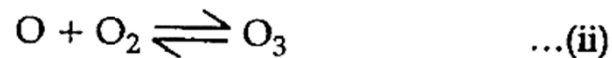
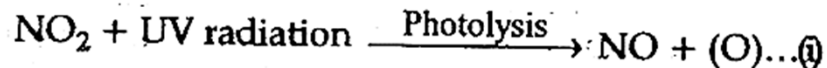
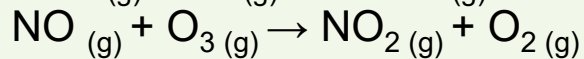
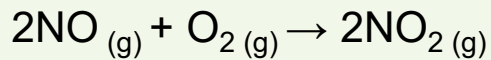
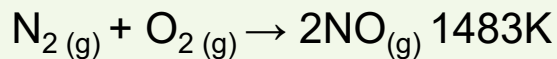
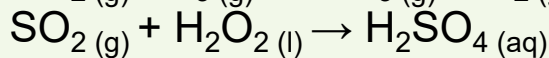
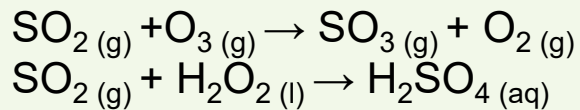
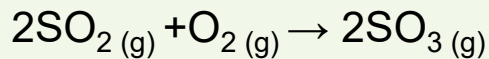


Smog potiče od dima i magle:

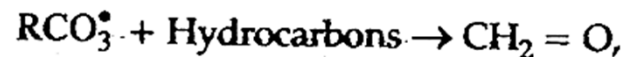
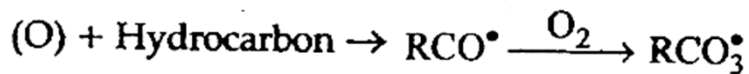
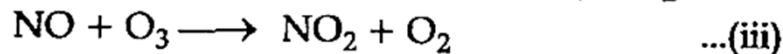
- (a) Klasični, reduktivni smog - javlja se u hladnoj, vlažnoj klimi, uključuje dim, maglu i sumpor-dioksid.**
- (b) Fotohemijski, oksidativni smog - u toplim, suvim, sunčanim oblastima, rezultat je sunčeve svetlosti koja deluje na ugljovodonike i okside azota.**



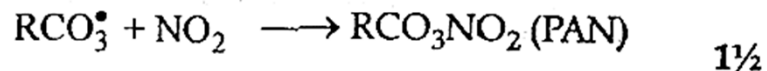
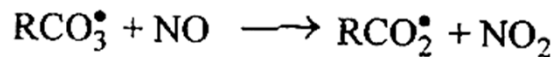
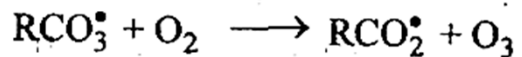
Sagorevanje fosilnih goriva emituje ugljovodonike i azotne okside u troposferu. Visoki nivoi ovih zagađujućih supstanci stupaju u interakciju sa sunčevom svetlošću, formirajući azot-dioksid i ozon, koji dalje reaguju, što dovodi do stvaranja magle. Komponente kao što su ozon, azotovi oksidi, akrolein, formaldehid i peroksiacetil nitrat (PAN) izazivaju zdravstvene probleme i oštećenja.



Ozone so formed oxidise NO to $\text{NO}_2 + \text{O}_2$



ketones, etc.

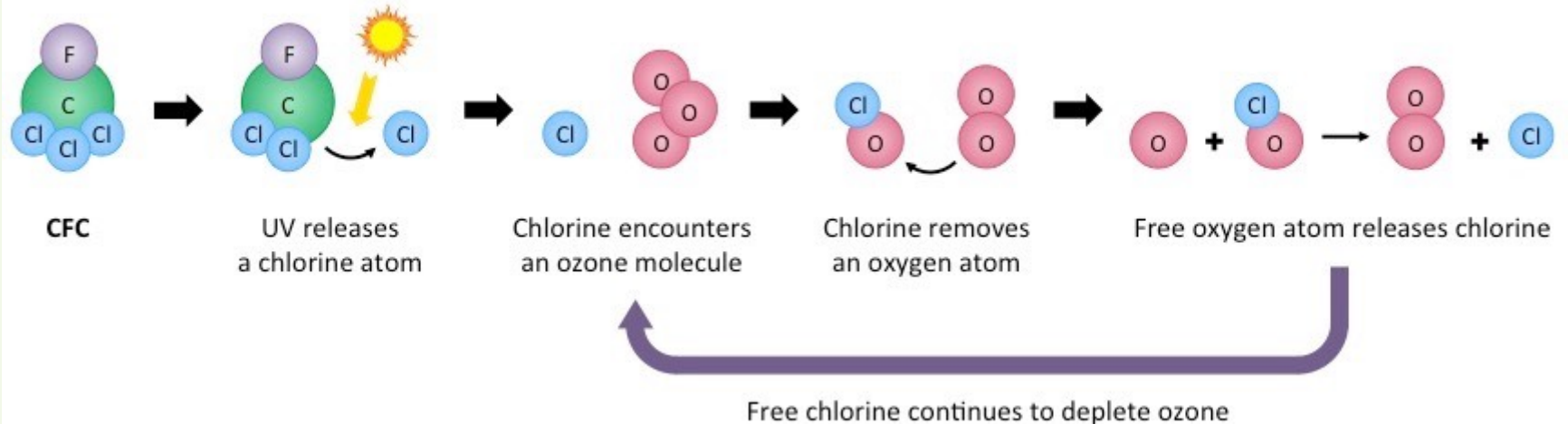
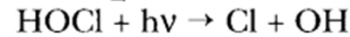
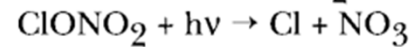
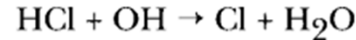
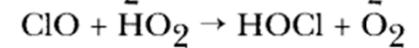
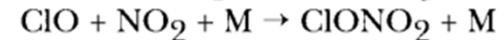
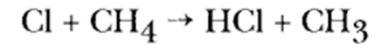
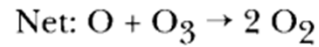
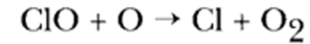
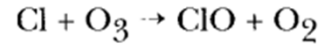


The presence of excessive O_3 , along with aldehydes, ketones, PAN constitute photochemical smog.

Stratosfersko zagađenje – ozon se formira i razgrađuje kada UV zračenje stvara radikale kiseonika koji se kombinuju sa molekulima i formiraju ozon.

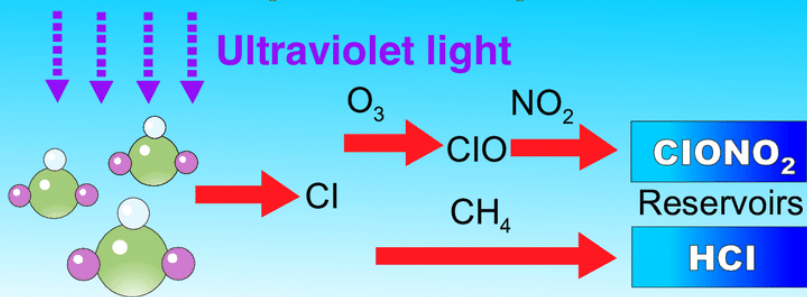
radikala hlora.

Hlorofluorougljenici (CFC) su korišćeni u hlađenju, klimatizaciji i industrijskim procesima.

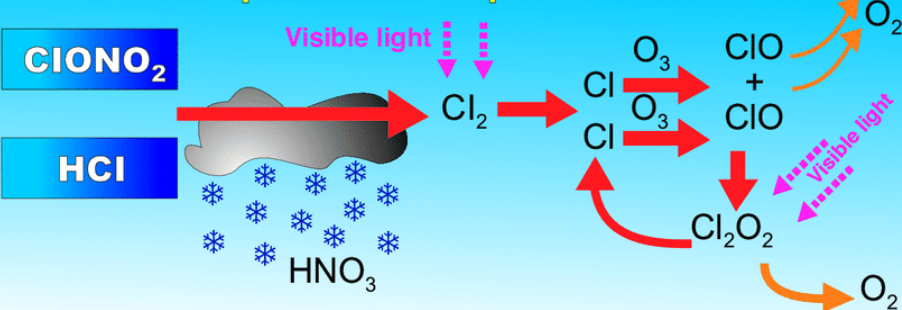


Polarni stratosferski vortex sprečava razmenu vazduha sa umerenim pojasom, t ispod -80°C pogoduju stvaranju polarnih stratosferskih oblaka (PSC) sa česticama leda. Hlor i brom su u stabilnim jedinjenjima (ClONO_2 , BrONO_2 i HCl). Led apsorbuje vodenu paru i jedinjenja azota, te padaju na niže nivoe atmosfere. U rano proleće, ova jedinjenja se pretvaraju u aktivne vrste hlora i broma na površini PSC.

Without polar stratospheric clouds

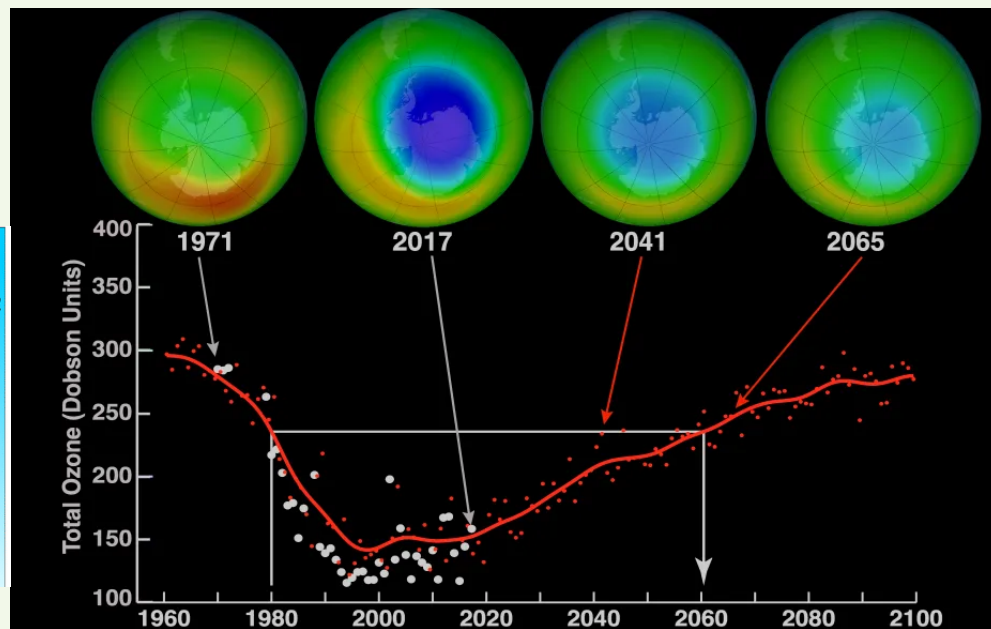


With polar stratospheric clouds



<https://gml.noaa.gov/ozwv/dobson/papers/wmobro/observed.html>

Ozonska rupa iznad Antarktika - azot-dioksid, reakcije metana i formiranje polarnih stratosferskih oblaka.



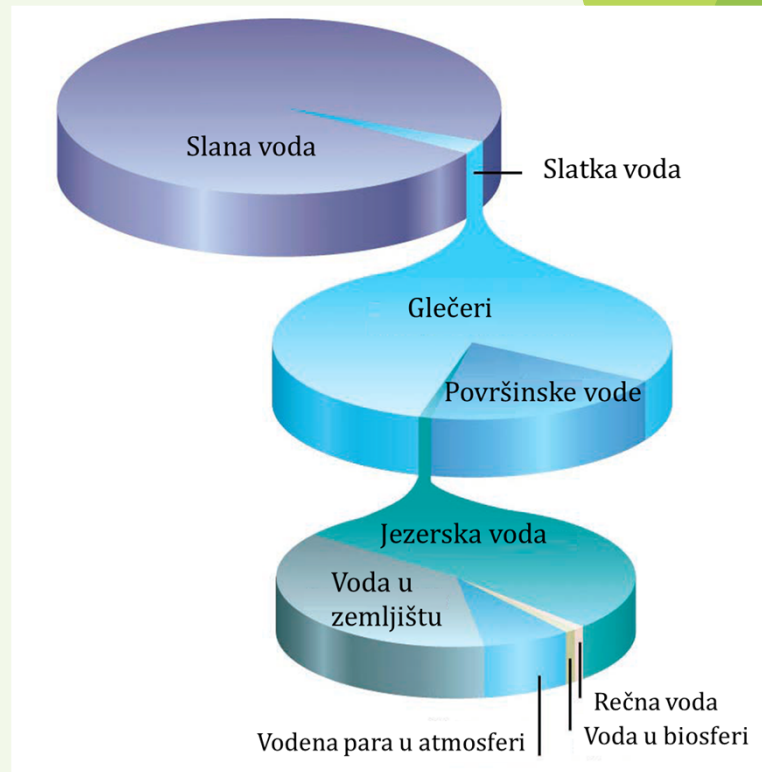
The background is a light green color with several large, overlapping geometric shapes in various shades of green, including dark green, medium green, and light green. These shapes are primarily triangles and polygons, creating a complex, abstract pattern. The word "Voda" is centered in the lower half of the image.

Voda

Voda pokriva 71 % površine Zemlje, od čega je samo 3 % slatke vode. Skoro 2,5 % slatke vode nije dostupno ljudima. Samo 0,5 % površinske, slatke, nezagađene vode na Zemlji je pogodno za ljudsku upotrebu.

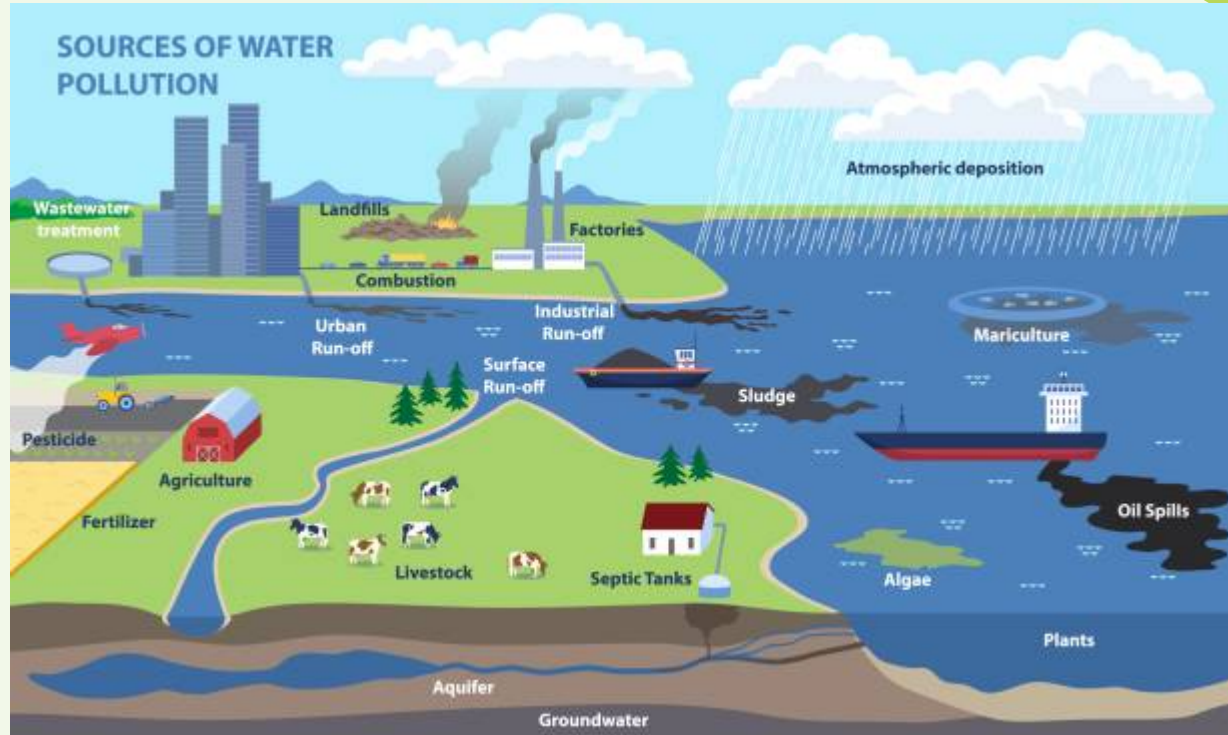
Glavne zagađujuće supstance u vodi uključuju patogene, organski otpad i hemijske zagađivače iz različitih izvora.

Oticanje organske materije dovodi do prekomernog rasta bakterija koje troše rastvoreni kiseonik u vodi, šteteći vodenom životu. Povišeni nivoi organske materije dovode do smanjenja kiseonika. Biohemijska potreba za kiseonikom (BOD) meri organski materijal u vodi kiseonikom potrebnim za biološki razgradnju.



Neorganske materije rastvorne u vodi kao što su metali (kadmijum, živa, nikel) predstavljaju rizik po zdravlje zbog bioakumulacije. Kiseline iz drenaže rudnika i soli doprinose zagađenju vode.

Izlivanja nafte, pesticidi, industrijske hemikalije poput PCB-a i biorazgradivi deterdženti doprinose organskom hemijskom zagađenju. Fosfati iz đubriva povećavaju rast algi, uzrokujući eutrofikaciju, smanjenje sadržaja kiseonika i dovode do smrti životinja i gubitka biodiverziteta.





Zemljište

Pesticidi, herbicidi i druge hemikalije koje se koriste u industrijskim procesima doprinose raširenom hemijskom zagađenju, utičući na zemljište i zdravlje životne sredine.

Kontinuirani razvoj novih insekticida i herbicida izaziva zabrinutost zbog njihovog dugoročnog uticaja na ekosisteme, naglašavajući potrebu za ekološki prihvatljivim alternativama i održivim poljoprivrednim praksama.



Industrijski otpad

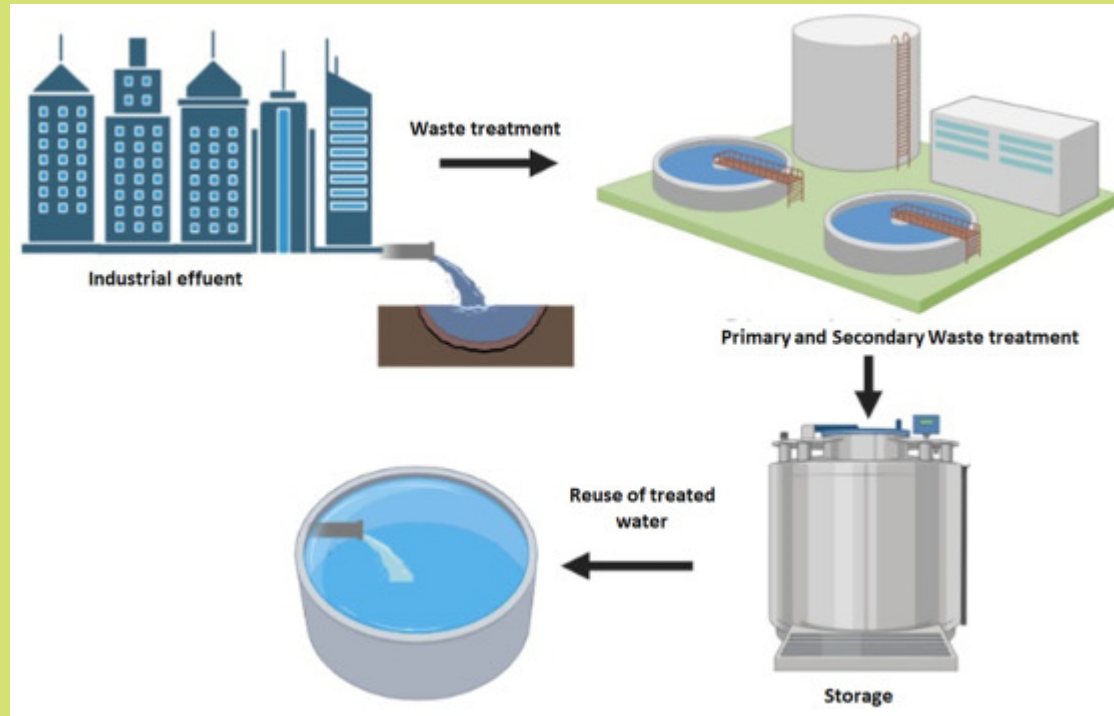
Biorazgradivi otpad potiče iz prehrambenih postrojenja, fabrika papira i tekstila. Nebiorazgradivi otpad proizvode termoelektrane (generisanje letećeg pepela), fabrike gvožđa i čelika (stvaranje šljake iz visokih peći) i proizvodnja aluminijuma, cinka, bakra (generisanje mulja i jalovine).

Opasni otpad, uključujući zapaljive, eksplozivne i visoko reaktivne supstance, proizvode industrije koje se bave metalima, hemikalijama, farmaceutskim proizvodima, bojama, pesticidima i gumenim proizvodima.

Nepravilno odlaganje nebiološki nerazgradivog čvrstog industrijskog otpada predstavlja ozbiljnu pretnju po životnu sredinu.

Inovativni pristupi - leteći pepeo i šljaka iz industrije čelika se koriste u industriji cementa. Za upravljanje velikim količinama toksičnog otpada koristi se kontrolisano spaljivanje, dok se manje količine mogu spaljivati zajedno sa fabričkim smećem u otvorenim kantama.

Neefikasno upravljanje čvrstim otpadom utiče na različite komponente životne sredine.





Zelena hemija ima za cilj da smanji antropogeni uticaj na životnu sredinu.

Promovisanje isplative prakse koja smanjuje potrošnju materijala, energije i stvaranje otpada.



FH životne sredine se oslanja na tačne metode uzorkovanja za procenu zagađenja vazduha, vode, i zemljištu.

Korišćenje vazdušnih pumpi i filtera za sakupljanje suspendovanih čestica (PM), gasova i isparljivih organskih jedinjenja (VOC). Uzorkivači velikih zapremina i pasivni uzorkivači pomažu u prikupljanju uzoraka vazduha.

Uzimanje uzoraka vode - automatski uzorkivači i oni specifične za dubinsko prikupljanje vode iz površinskih ili podzemnih voda.

Sakupljanje uzoraka tla uključuje upotrebu bušilica, ili sonde na određenim dubinama. Kombinovano uzorkovanje i uzorkovanje mreže osiguravaju reprezentativne uzorke u celoj oblasti.



Analitičke tehnike u FH životne sredine

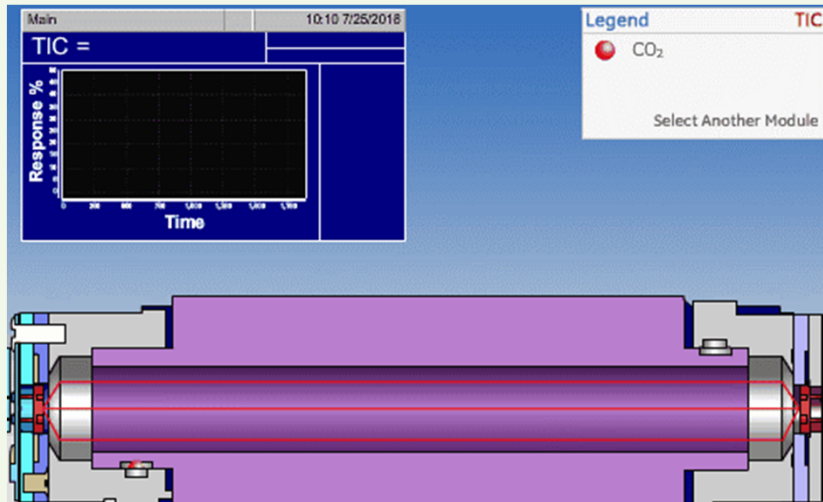
Gasna hromatografija-masena spektrometrija (GC-MS) identifikacija i kvantifikacija isparljivih organskih jedinjenja i polutanata u uzorcima vazduha, vode i zemljišta.

Tečna hromatografija visokih performansi (HPLC): za detekciju pesticida, organskih kiselina i metala u uzorcima vode.

Induktivno spregnuta masena spektrometrija plazme (ICP-MS) meri elemente u tragovima i metale u vodi, zemljištu i biološkim uzorcima pri ultra niskim koncentracijama.

Atomska apsorpciona spektroskopija (AAS): Određuje koncentracije metala u uzorcima životne sredine.

Analiza ukupnog organskog ugljenika (TOC) je metoda koja se koristi za merenje ukupne količine ugljenika u organskim jedinjenjima prisutnim u uzorku. TOC daje uvid u ukupno organsko zagađenje u vodi, zemljištu, sedimentima i drugim uzorcima iz životne sredine.



Ova analiza je ključna u proceni kvaliteta vodnih tela, proceni efikasnosti procesa prečišćavanja i obezbeđivanju usklađenosti sa ekološkim propisima. TOC analiza uključuje oksidaciju organskog ugljenika u ugljen-dioksid i merenje rezultujućeg CO₂ da bi se kvantifikovao sadržaj organskog ugljenika u uzorku.



Water	Typical TOC (Range)	Typical TOC Present as Particulates
Bog	33 ppm (10 to 60)	4 ppm
Marsh	17 ppm (10 to 60)	3 ppm
Eutrophic Lake	12 ppm	3 ppm
Oligotrophic	2.2 ppm	0.2 ppm
River	7.0 ppm (1 to 10)	2.5 ppm
Precipitation	1.1 ppm	0.1 ppm
Ground Water	700 ppb	
Sea Water	500 ppb	50 ppb
Waste Water	Up to 1000 ppm	
Process Waters	Very Wide Range	
Drinking Water	100 ppb to 10 ppm	
Purified Water	1 ppb to 500 ppb	
Ultrapure Water	0.1 ppb to 10 ppb	

Solid Phase Extraction

U SPE, stacionarna faza (sorbent ili smola) vezuje analit ili nečistoću kroz jake, ali reverzibilne interakcije da bi pouzdano i brzo izdvojio analit od interesa iz složenog uzorka.

SPE sorbenti:

Silika (reversna faza (C18, C8, cijano, fenil), normalna faza (silicijum, diol, NH₂) i jonska izmena)

Ugljenični i polimerni sorbenti (različite funkcionalnosti)

SPE analize se odnose na:

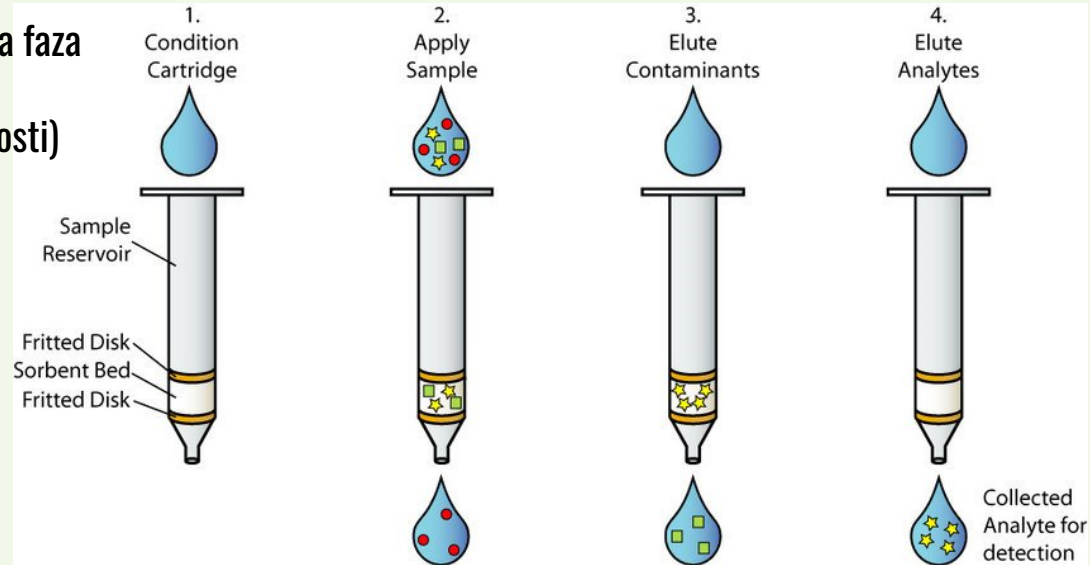
Farmaceutska jedinjenja i metaboliti u biološkim tečnostima

Zloupotreba lekova u biološkim tečnostima

Zagađujuće supstance u životnoj sredini u pijaćim i otpadnim vodama

Pesticidi, antibiotici ili mikotoksini u

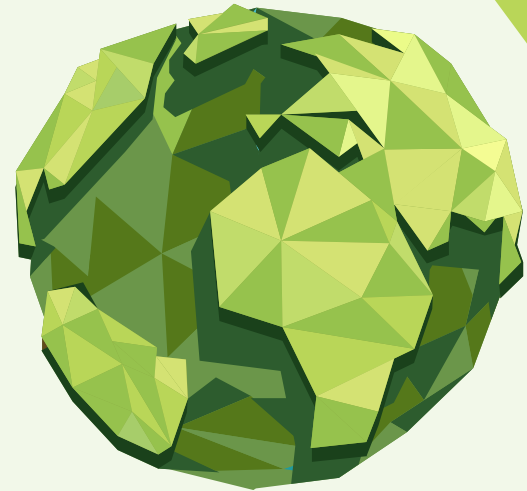
prehrambenim/poljoprivrednim proizvodima



Optimalna SPE metoda zavisi od strukture analita, rastvorljivosti i polarnosti.

Monitoring životne sredine

- Kontinuirana merenja korišćenjem automatizovanih senzora ili periodično uzorkovanje procenjuju promene u parametrima životne sredine tokom vremena.
- Postavka eksperimenta obezbeđuje pouzdane rezultate uzimajući u obzir promenljive, kontrolne uzorke, i eksperimentalne parametre.
- Kontrola kvaliteta je od suštinskog značaja za tačnost i pouzdanost.
- Kalibracija, standardizacija i laboratorijske prakse obezbeđuju integritet podataka i smanjuju greške.
- Statističke tehnike kao što su regresiona analiza, ANOVA i GIS pomažu u tumačenju i razumevanju složenih podataka o životnoj sredini i njihovoj geografskoj rasprostranjenosti.



Gde su izazovi?



1

Raznovrsnost
ZS, detekcija,
interakcije



2

Nove metode,
prostorne
razlike



3

Remedijacija



4

Svi izazovi
nauke o
materijalima

naučni metod

1
opservacija



2
hipoteza

4
rezultat

3
istraživanje

Umesto zaključka

Sveobuhvatna analiza stanja u životnoj sredini,
monitoringa, formulisanja fundamentalnih
procesa i davanja predloga za inovativna
rešenja počiva upravo na vama.