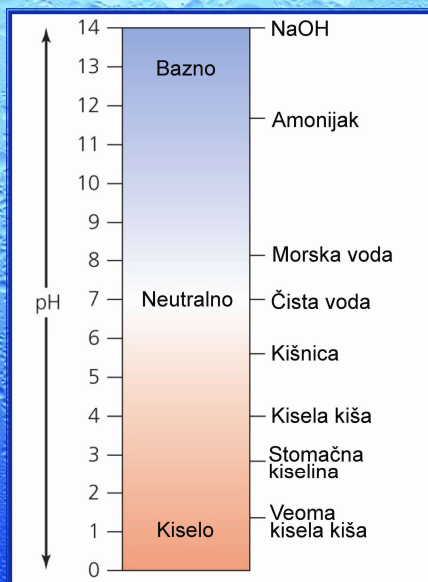


KISELE KIŠE

ŠTA SU KISELE KIŠE?

- prirodna kišnica - slabo kisela (pH = 5,6) zbog rastvorenog CO₂ iz vazduha:
$$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$$
- kisele kiše: kišnica sa pH-vrednošću manjom od prirodne je kisela (do 2,5 u nekim delovima sveta)
- sekundarni zagađivač
- nastaje kada se SO₂ i NO_x u atmosferi kombinuju sa vodenom parom i nastaju sumporna i azotna kiselina u kiši, snegu ili magli

ŠTA SU KISELE KIŠE?



IZVORI KISELIH KIŠA

- prirodni izvori: emisije vulkana, biološki procesi
- efekti kiselih kiša detektovani su u ledu glečera starom hiljadama godina
- antropogeni izvori: fabrike, termoelektrane, motorna vozila
- SO_2 i oksidi azota se oslobađaju u procesu sagorevanja goriva



NASTANAK KISELIH KIŠA

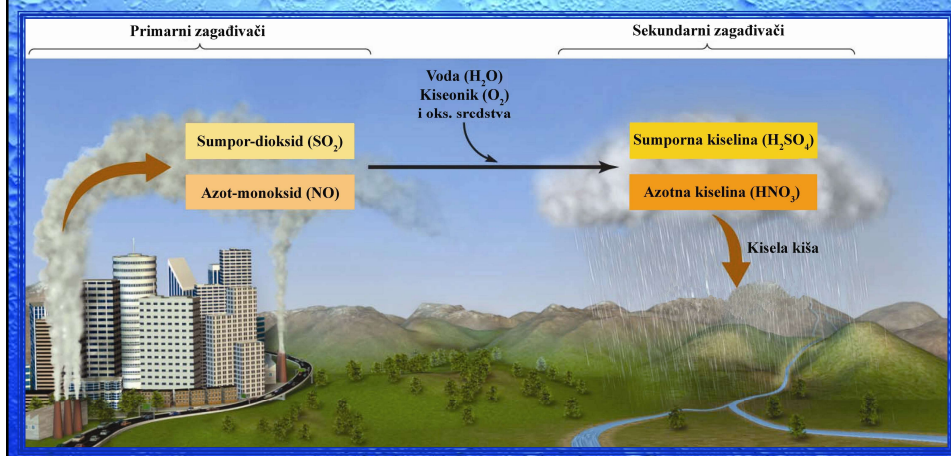
- glavni sastojci kiselih kiša: sumpor-dioksid i azotovi oksidi
- ovi gasovi u atmosferi reaguju sa vodom, kiseonikom i drugim supstancama i stvaraju razna kisela jedinjenja
- Sunčeva svetlost ubrzava ove reakcije i nastaje smeša razblažene sumporne i azotne kiseline
- na ovaj način vazduh se čisti od zagađivača

NASTANAK KISELIH KIŠA

- problem je primećen sa izgradnjom visokih dimnjaka (fabrika, elektrana) u cilju sprečavanja lokalnog koncentrovanja zagađivača
- iz dimnjaka visokih oko 400 m emitovani kiseli gasovi transportovani su na rastojanja i do 1000 km gde su prouzrokovali kisele padavine

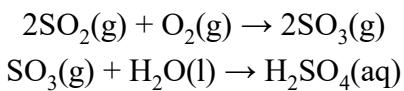
NASTANAK KISELIH KIŠA

- izvori primarnih zagađivača
- taloženje sekundarnih zagađivača



NASTANAK H₂SO₄

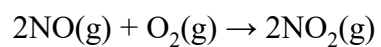
- Primarni izvor kiselih kiša je SO₂ od sagorevanja fosilnih goriva u termoelektranama i fabrikama.
- SO₂ se u atmosferi polako oksiduje do SO₃ koji se lako rastvara u vodenim kapljicama i stvara sumpornu kiselinu:



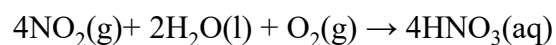
- Stvarne reakcije su kompleksnije.
- Nastanak SO₃ iz SO₂ zavisi od atmosferskih uslova: Sunčevog zračenja, vlažnosti vazduha, prisustva ugljovodonika, oksida azota i čestica u atmosferi.

NASTANAK HNO₃

- Sagorevanjem fosilnih goriva u automobilima i termoelektranama nastaju oksidi azota, pre svega NO.
- Azot-monoksid u atmosferi reaguje sa kiseonikom i nastaje azot-dioksid:



- U nizu kompleksnih reakcija, NO₂ dalje reaguje sa kiseonikom i vodenom parom i nastaje azotna kiselina:



EKOLOŠKI PROBLEMI



EKOLOŠKI PROBLEMI



EKOLOŠKI PROBLEMI



Kisele kiše oštećuju lišće biljaka (uništavaju hlorofil) i ometaju fotosintezu.



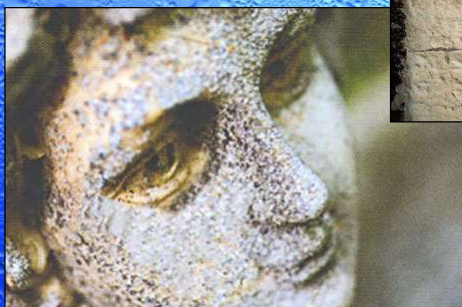
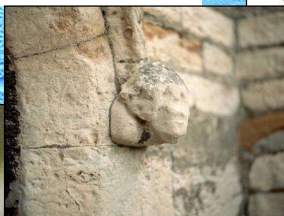
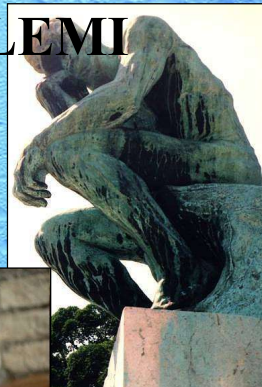
EKOLOŠKI PROBLEMI

- U zemljištu sa $\text{pH} < 4,5$, zbog povećane kiselosti, ispiraju se hranljive materije i usporava rast biljaka; biljke pojačano apsorbiraju katjone metala, što prouzrokuje smrt biljaka.
- Jezera i reke: u vodi sa $\text{pH} < 4,5$ metabolizam Ca kod slatkovodnih riba je poremećen što dovodi do zaustavljanja rasta. Kao posledica, raznovrsnost i brojnost nekih slatkovodnih vrsta je smanjena.
- Dotok zakišeljene vode sa toksičnim metalnim jonima iz zemljišta uništava ribu i vodene biljke.



EKOLOŠKI PROBLEMI

Kisele kiše ubrzavaju atmosferske uticaje na metalne (korozijska) i kamene konstrukcije i time pospešuju propadanje građevina, statua, itd.



EKOLOŠKI PROBLEMI



EKOLOŠKI PROBLEMI

- Kisele kiše utiču na ljudsko zdravlje - direktno: respiratorni problemi (astma, kašalj), glavobolje, itd.
- Indirektno: ispiranje teških metala iz zemljišta → biljke ih apsorbiraju → čovek biljke koristi u ishrani.

KAKO SMANJITI KISELE KIŠE?

- ukloniti okside sumpora i azota pre oslobađanja u atmosferu (desulfurizacija gasova iz dimnjaka, korišćenje katalitičkih konvertora)
- koristiti manje energije i čistija goriva (ugalj sa manje sumpora, prirodni gas)
- biti „zelen“: koristiti alternativne izvore energije (energiju vetra, Sunčevu energiju, energiju vode - hidrocentrale)

UKLANJANJE SO₂



UKLANJANJE SO₂

