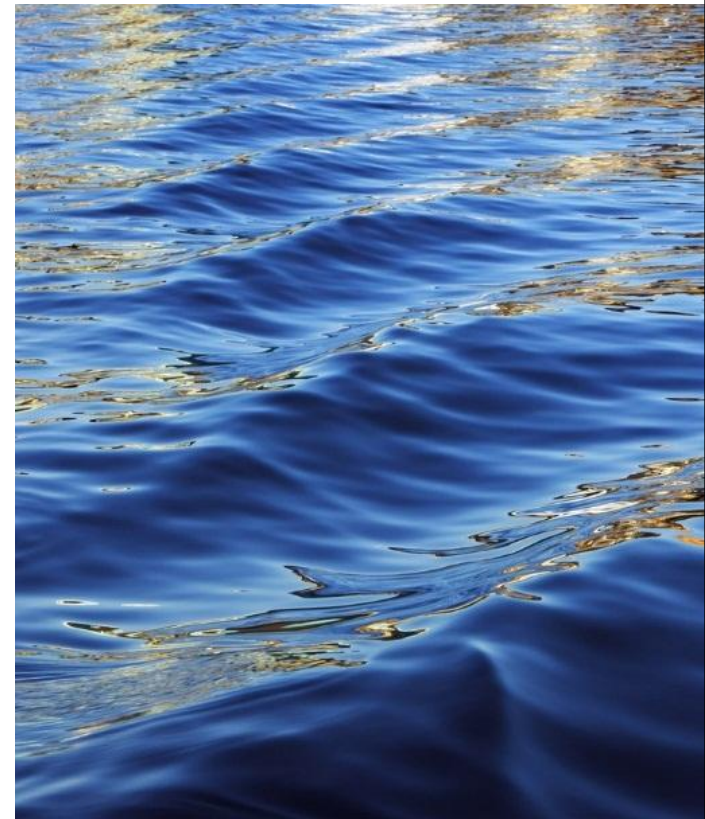




Aerozagađenje i zaštita vazduha

dr Aleksandra Boričić



Sadržaj predmeta – predavanja

1. Uvod u aerozagađenje i značaj zaštite vazduha
2. Atmosfera i njene karakteristike
3. Zagađujuće materije u vazduhu
3. Merenje i monitoring kvaliteta vazduha
4. Propisi i standardi u zaštiti vazduha
5. Izvori zagađenja vazduha
6. Hemijski i fizički procesi u atmosferi
7. Aerozagađenje u vanrednim situacijama
8. Klimatske promene i kvalitet vazduha
10. Tehnologije za kontrolu i smanjenje zagađenja vazduha
11. Strategije i planovi za zaštitu vazduha
12. Studije slučaja aerozagađenja
13. Budući izazovi i perspektive u zaštiti vazduha
14. Zaključci



Predavač
dr Aleksandra Boričić

Sadržaj predmeta – vežbe

Vežba br.1 - Analiza izvora zagađenja u lokalnoj sredini

Vežba br.2 - Eksperiment - Merenje temperature i vlage kroz slojeve vazduha

Vežba br. 3 - Identifikacija i kvantifikacija čestica PM10 i PM2.5

Vežba br. 4 - Instalacija i korišćenje senzora za kvalitet vazduha

Vežba br. 5 - Analiza zakonskih dokumenata o kvalitetu vazduha

Vežba br. 6 - Procena emisija zagađujućih materija iz različitih izvora

Vežba br. 7 - Simulacija formiranja kiselih kiša

Vežba br. 8 - Analiza scenarija zagađenja u vanrednim situacijama

Vežba br. 9 - Povezanost emisije CO2 sa lokalnim aerozagađenjem

Vežba br. 10 - Demonstracija rada filtera i skrubera

Vežba br. 11 - Izrada lokalnog plana za smanjenje emisija

Vežba br.12 - Analiza zagađenja u urbanim sredinama

Vežba br. 13 - Predlog inovativnog rešenja za zaštitu vazduha



Asistent
Natalija Petrović

Ocenjivanje

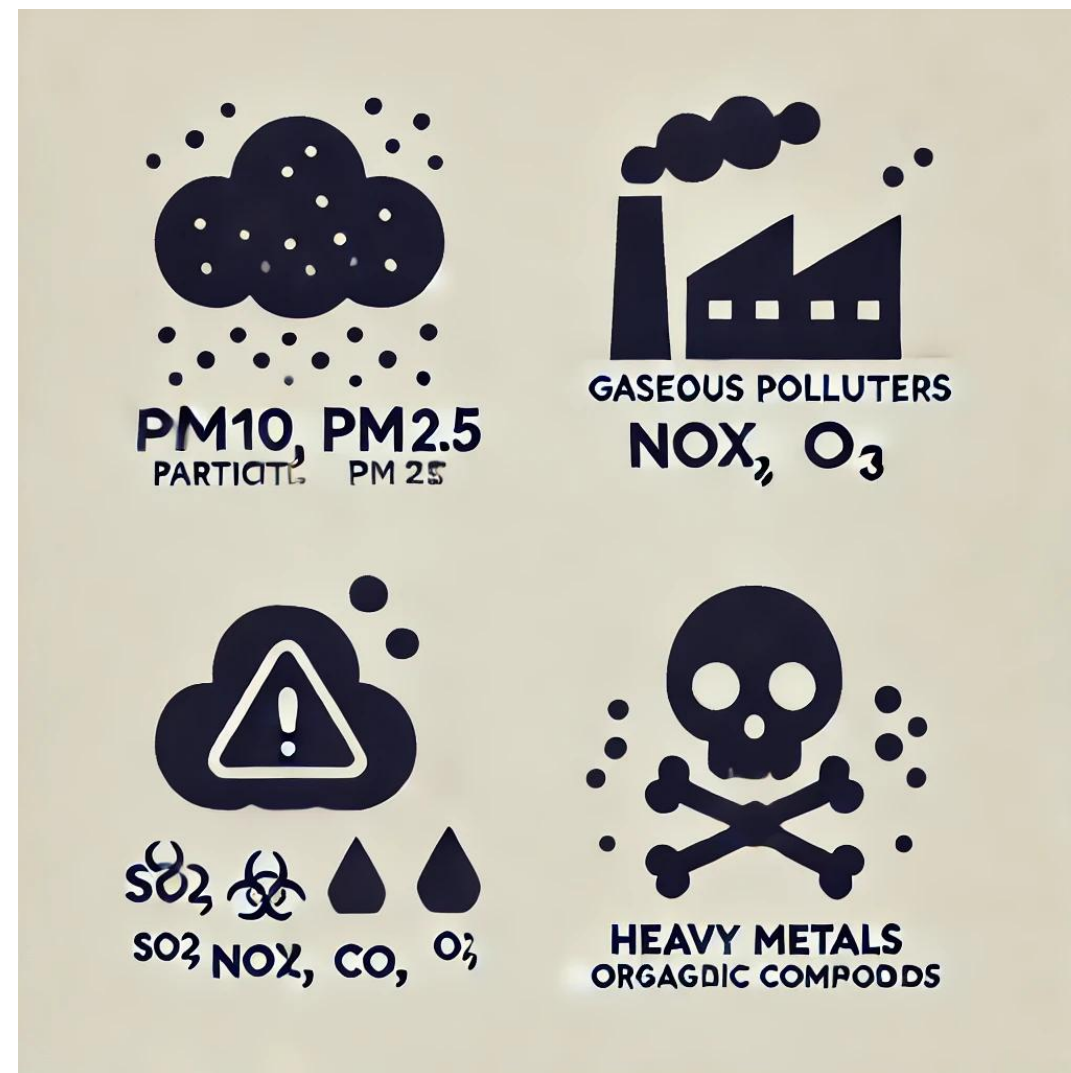
- Kolokvijumi.....2X20
- Laboratorijske vežbe.....20
- Završni ispit.....40



DOBRO DOŠLI

Uvod u aerozagađenje i značaj zaštite vazduha

- Definicija aerozagađenja i osnovni pojmovi.
- Izvori aerozagađenja (prirodni i antropogeni).
- Posledice zagađenja vazduha na životnu sredinu i zdravlje ljudi.



Šta je aerozagađenje?



- Aerozagađenje predstavlja prisustvo štetnih materija u vazduhu koje mogu negativno uticati na životnu sredinu i zdravlje ljudi.
- Ovi zagađivači potiču iz prirodnih izvora, poput vulkanskih erupcija i šumskih požara, ali većina dolazi iz antropogenih aktivnosti, kao što su industrija, saobraćaj i energetika.
- Razumevanje izvora, posledica i mera zaštite vazduha ključno je za smanjenje zagađenja i poboljšanje kvaliteta života.

Zašto je zaštita vazduha važna?

- **Zdravstveni razlozi** – Zagađeni vazduh može izazvati respiratorne i kardiovaskularne bolesti, smanjiti životni vek i povećati rizik od raka.
- **Ekološki razlozi** – Aerozagađenje doprinosi kiselim kišama, degradaciji zemljišta, smanjenju biodiverziteta i klimatskim promenama.
- **Ekonomski razlozi** – Visoki troškovi lečenja obolelih od bolesti povezanih sa aerozagađenjem, gubici u poljoprivredi i šteta na infrastrukturi.
- **Globalni izazovi** – Klimatske promene i efekat staklene bašte usko su povezani sa emisijama gasova iz fosilnih goriva, što zahteva međunarodnu saradnju u borbi protiv aerozagađenja.

Ključni pojmovi

Pojam	Definicija	Primeri / Objašnjenje
Zagađujuće materije	Štetne hemijske ili biološke supstance u vazduhu koje negativno utiču na zdravlje i životnu sredinu.	Čvrste čestice (PM ₁₀ , PM _{2.5}), gasoviti zagađivači (SO ₂ , NO _x , CO, O ₃), teški metali (olovo, živa, kadmijum), organska jedinjenja (PAH, benzen).
Emisije	Ispuštanje zagađujućih materija u atmosferu iz različitih izvora.	Vrste: Primarne (direktno ispuštene, npr. SO ₂ iz termoelektrana); Sekundarne (nastaju reakcijama u atmosferi, npr. ozon u smogu). Izvori: Industrija, saobraćaj, energetika, prirodni procesi (vulkani, požari).
Imisije	Koncentracija zagađujućih materija u vazduhu koji udišemo, nakon njihovog raspršivanja u atmosferi.	Razlikuje se od emisija – emisije nastaju na izvoru (dimnjak, auspuh), dok imisije predstavljaju krajnji nivo zagađenja u nekom prostoru. Merenje se vrši pomoću mernih stanica.

Osnovni zagađivači vazduha

✓☞ Čvrste čestice (PM₁₀, PM_{2.5})

- PM₁₀ (čestice prečnika $\leq 10 \mu\text{m}$) – nastaju sagorevanjem goriva, industrijom i erozijom tla.
- PM_{2.5} (čestice prečnika $\leq 2.5 \mu\text{m}$) – još štetnije, mogu prodreti duboko u pluća i krvotok.

Posledice: Respiratorne i kardiovaskularne bolesti, smanjena vidljivost, kisele kiše.

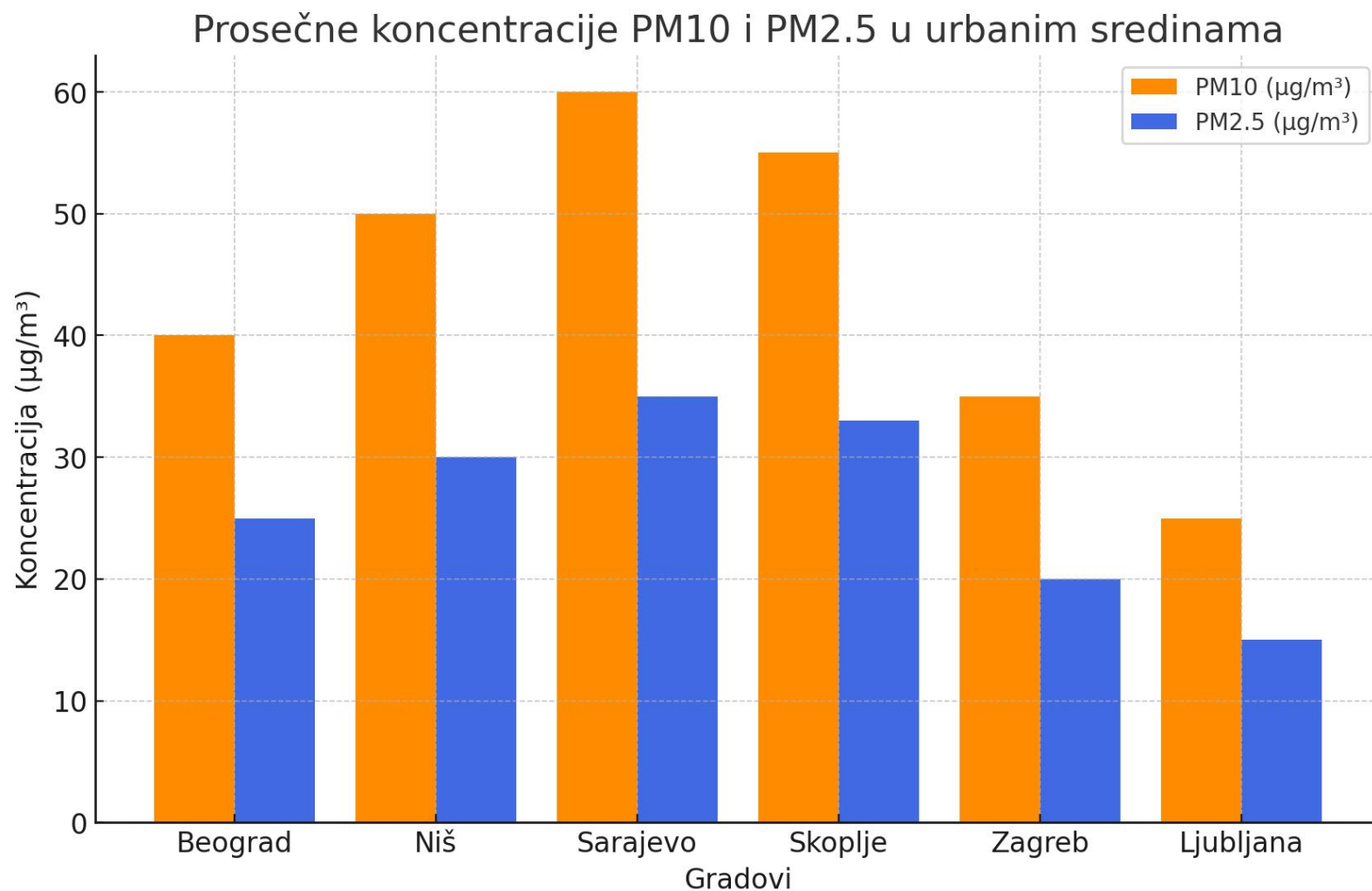
✓🏭 Gasoviti zagađivači

- **Sumpor-dioksid (SO₂)** – sagorevanje uglja i nafte, uzrokuje kiselu kišu.
- **Azotni oksidi (NO_x)** – saobraćaj i industrija, doprinosi smogu i zakiseljavanju.
- **Ugljen-monoksid (CO)** – nepotpuno sagorevanje goriva, toksičan za ljude.
- **Ozon (O₃)** – sekundarni zagađivač, nastaje reakcijama drugih gasova na sunčevoj svetlosti, štetan pri nivou tla.

✓☠️ Teški metali i organska jedinjenja

- **Teški metali** (olovo, živa, kadmijum) – iz industrije, spaljivanja otpada; akumuliraju se u organizmima, toksični su.
- **Organska jedinjenja** (benzen, PAH) – prisutna u izduvnim gasovima i industrijskim emisijama, kancerogena su.

Grafikon koji prikazuje prosečne koncentracije PM₁₀ i PM_{2.5} u urbanim sredinama. PM₁₀ je označen narandžastom bojom, a PM_{2.5} plavom, kako bi se jasno videla razlika u nivoima zagađenja po gradovima



Izvori aerozagađenja – Prirodni izvori



✓ Vulkanske erupcije 🌋

- Ispuštaju velike količine sumpor-dioksida (SO_2), ugljen-dioksida (CO_2) i čvrstih čestica (pepeo, prašina).
- Mogu izazvati kratkotrajne klimatske promene (tzv. „vulkanska zima“).

✓ Šumski požari 🌲

- Prirodni i ljudski uzrokovani, oslobađaju PM čestice, CO, NO_x .
- Pogoršavaju kvalitet vazduha i utiču na globalno zagrevanje.

✓ Erozijska tla i pustinjske oluje 🌪️

- Jake vetrovite oluje podižu velike količine prašine i PM₁₀ čestica u atmosferu.
- Primer: Saharski pesak može dospeti čak do Evrope.

✓ Biološki procesi 🐾

- Biljke i okeani emituju prirodne gasove (VOC, metan).
- Bakterije i mikroorganizmi oslobađaju azotne okside u tlu.

Izvori aerozagađenja – Antropogeni izvori

Industrijska postrojenja:

- Emisije gasova i čestica iz fabrike, rafinerija, cementara i drugih industrijskih objekata.
- Otpadne materije, prašina i otrovne hemikalije u atmosferu.

Saobraćaj:

- Ispušni gasovi iz vozila (CO_2 , NO_x , PM).
- Povećana emisija tokom gužvi i u urbanim sredinama.

Energetika i grejanje:

- Emisije iz termoelektrana (CO_2 , SO_2 , NO_x).
- Zagađenje usled sagorevanja fosilnih goriva u domaćinstvima (peleti, ugalj, drvo).



Lokalno i globalno zagađenje vazduha

- Smog (fotooksidativni i industrijski)
- Kisela kiša
- Globalno zagrevanje i efekat staklene baste



Uticaj aerozagađenja na životnu sredinu

- Degradacija ekosistema
- Oštećenje vegetacije
- Uticaj na vodene tokove i told



Uticaj aerozagađenja na zdravlje ljudi

1. Respiratorne bolesti:

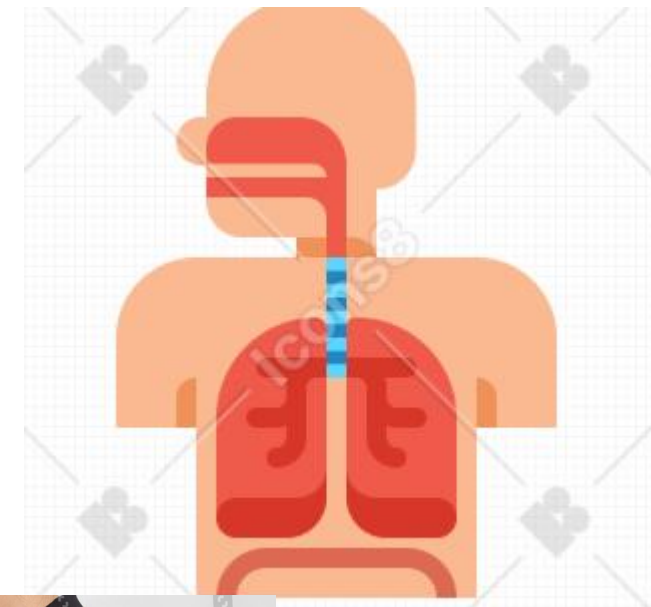
- Astma, bronhitis, hronična opstruktivna bolest pluća (HOBP).
- Povećana osetljivost na infekcije disajnih puteva.

2. Kardiovaskularni problemi:

- Povećanje rizika od srčanih bolesti i infarkta.
- Povišen krvni pritisak i oštećenje krvnih sudova.

3. Dugoročne posledice:

- Karcinogeni efekti – povećan rizik od plućnog raka usled dugotrajne izloženosti zagađenom vazduhu.



Mere zaštite vazduha

- Tehničke i tehnološke mere (filteri, katalizatori)
- Pravni okviri i regulative
- Monitoring kvaliteta vazduha

Alternativna rešenja i održivi razvoj

- Obnovljivi izvori energije
- Elektromobilnost i smanjenje emisija iz saobraćaja
- Pošumljavanje i zeleni prostori

Primeri dobre prakse u svetu

Gradovi sa uspešnim programima zaštite vazduha

🌐 Gradovi lideri u zaštiti vazduha

✓ Stockholm, Švedska

Smanjenje emisija kroz ekološke poreze i ulaganje u javni prevoz.

- Niske emisije zahvaljujući korišćenju obnovljivih izvora energije.

✓ Copenhagen, Danska

Cilj: Postati prvi ugljenično neutralan grad do 2025. godine.

- Masovna upotreba bicikala i obnovljive energije.

✓ Tokyo, Japan

Strogi propisi za emisije iz saobraćaja.

- Inovativni programi filtracije vazduha u urbanim zonama.

✓ Los Angeles, SAD

Nekada jedan od najzagađenijih gradova, danas lider u smanjenju emisija.

- Strogi standardi za vozila i ulaganja u zelenu energiju.



Primeri dobre prakse u svetu

🌍 Međunarodni sporazumi o smanjenju zagađenja

✓ Pariska konvencija (2015) 🌿

- Globalni sporazum o smanjenju emisija gasova sa efektom staklene bašte.
- Cilj: Ograničiti globalno zagrevanje ispod 2°C.

✓ Kjoto protokol (1997) 🌍

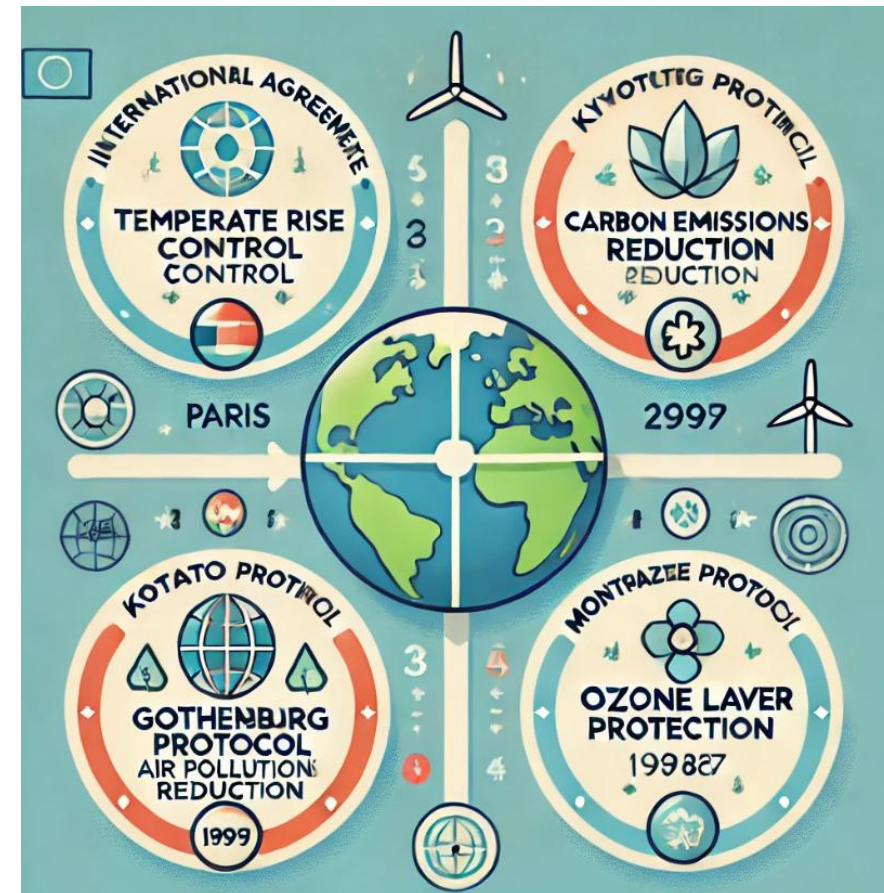
- Prvi međunarodni sporazum o smanjenju emisija CO₂.
- Uveo obavezujuće ciljeve za industrijalizovane zemlje.

✓ Göteborški protokol (1999, revizija 2012) 🏭

- Smanjenje emisija SO₂, NO_x, VOC i amonijaka.
- Fokus na smanjenje kiselih kiša i ozonskog zagađenja.

✓ Montrealski protokol (1987) 🌐

- Uspešno smanjenje supstanci koje uništavaju ozonski omotač (CFC).
- Najuspešniji ekološki sporazum do sada.



Stanje aerozagađenja u Srbiji i regionu

🌐 Najzagađeniji gradovi u Srbiji i regionu

✓ Srbija R S

- Beograd, Valjevo, Užice, Smederevo, Bor, Pančevo.
- Glavni izvori: saobraćaj, industrija, individualna ložišta (ugalj, drvo).

✓ Bosna i Hercegovina B A

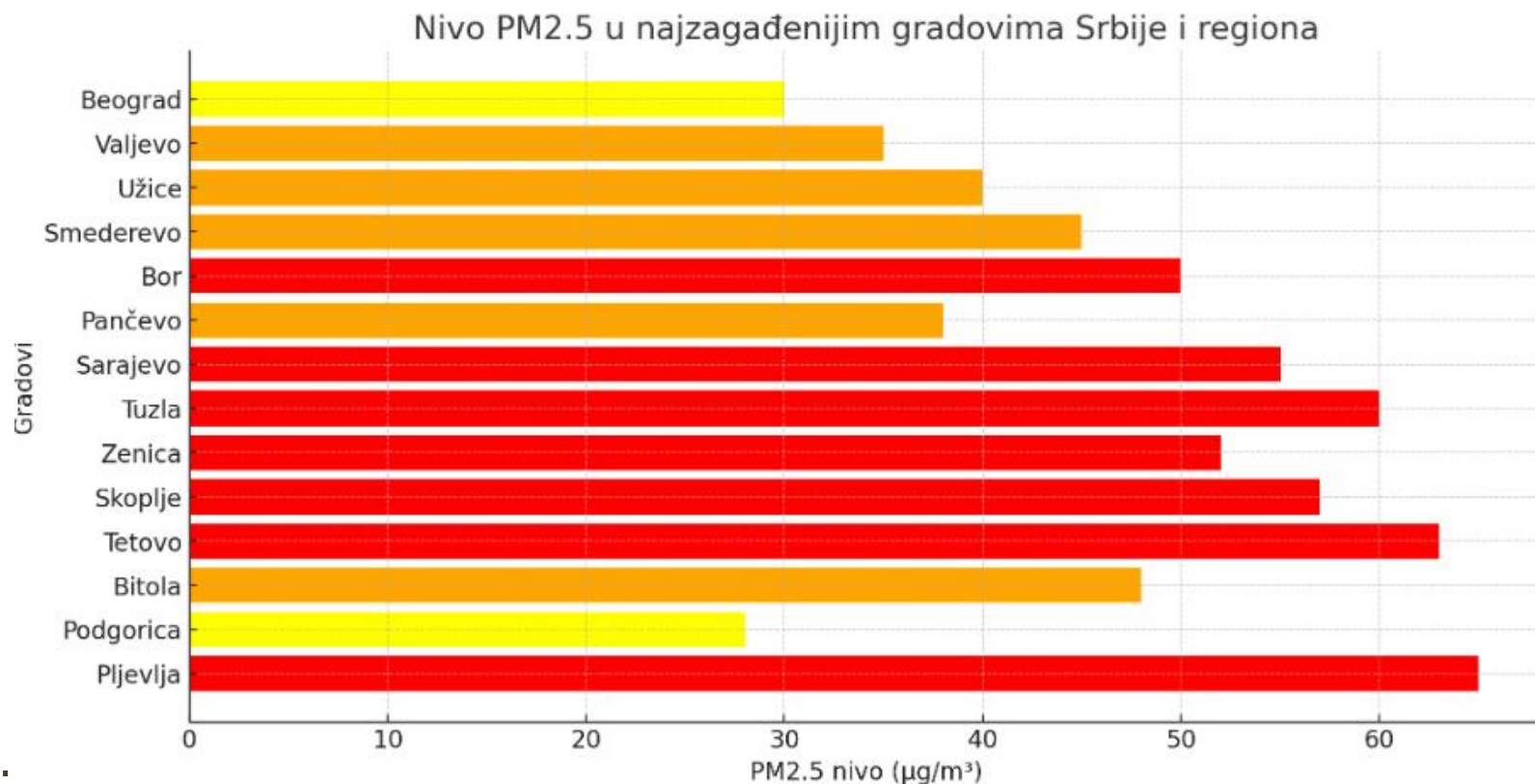
- Sarajevo, Tuzla, Zenica.
- Problemi sa PM₁₀ i PM_{2.5} česticama zbog grejanja i industrije.

✓ Severna Makedonija M K

- Skoplje, Tetovo, Bitola.
- Zagađenje iz individualnih ložišta, saobraćaja i industrije.

✓ Crna Gora M E

- Podgorica, Pljevlja.
- Glavni uzrok: termoelektrane na ugalj.



Stanje aerozagađenja u Srbiji i regionu

Trenutne mere i strategije

✓ Kako se borimo protiv aerozagađenja?

✓ Mere u Srbiji

- Subvencije za kupovinu električnih vozila i filtere za ložišta.
- Planirano gašenje kotlarnica na ugalj u javnim ustanovama.
- Pošumljavanje i ulaganje u zelene površine.

✓ Regionalne inicijative

• **BiH:**

Projekti energetske efikasnosti i prelazak na gas.

• **Severna Makedonija:**

Subvencije za čistija goriva i filtere.

• **Crna Gora:**

Postepeno gašenje termoelektrana i razvoj OIE.

Država	✓ Mere i strategije
RS Srbija	- Subvencije za električna vozila 🚗⚡ - Postepeno gašenje kotlarnica na ugalj 🔥 - Pošumljavanje i ozelenjavanje 🌳
BA BiH	- Poboljšanje energetske efikasnosti 🏠💡 - Subvencije za prelazak na gas 🔥 - Smanjenje industrijskih emisija 🏭
MK Severna Makedonija	- Zamena zastarelih ložišta 🔧 - Ograničenje saobraćaja u zagađenim zonama 🚫 - Povećanje upotrebe obnovljivih izvora energije ☀️
ME Crna Gora	- Plan za zatvaranje termoelektrana ⚡ - Unapređenje monitoringa kvaliteta vazduha 🌬️ - Ulaganje u javni prevoz 🚆

Zaključak

- ✓ **Aerozagađenje je jedan od ključnih ekoloških problema** današnjice, sa ozbiljnim posledicama po životnu sredinu i zdravlje ljudi.
 - ✓ **Glavni izvori zagađenja** uključuju industrijske emisije, saobraćaj, ložišta na fosilna goriva i prirodne izvore poput vulkana i šumskih požara.
 - ✓ **Posledice aerozagađenja** ogledaju se u smanjenju kvaliteta vazduha, kiselim kišama, oštećenju ekosistema, uticaju na klimu i brojnim zdravstvenim problemima, uključujući respiratorne i kardiovaskularne bolesti.
 - ✓ **Mere za smanjenje zagađenja** podrazumevaju prelazak na obnovljive izvore energije, unapređenje energetske efikasnosti, modernizaciju industrijskih postrojenja, razvoj zelenih površina i podsticanje održive mobilnosti.
 - ✓ **Međunarodni sporazumi i primeri dobre prakse** pokazali su da je moguće smanjiti aerozagađenje kroz stroge regulative, inovativne tehnologije i promene u načinu života.
 - ✓ **Situacija u Srbiji i regionu** zahteva hitne i dugoročne mere, uključujući bolji monitoring, strože propise i subvencije za ekološki prihvatljive alternative.
-  **Ključno je da svaka država, organizacija i pojedinac daju doprinos borbi protiv aerozagađenja** kako bi se obezbedio čistiji vazduh i održiva budućnost.



Pitanja i diskusija ???

Hvala na pažnji!

