

ПРЕДАВАЊА ИЗ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЈЕ



ЗАГАЂИВАЊЕ АТМОСФЕРЕ

Проф. др Бранислав Драшковић

- Загађени ваздух садржи примјесе у количинама већим од дозвољених норми, тако да утичу на здравље људи, животиња и биљака
- Неке од супстанци (токсичне, радиоактивне) су опасне за живи свијет, док материје различитог гранулометријског састава могу да утичу на стварање облачности, интензитет падавина, па и да утичу на промјену климе



Уочљив утицај загађујућих материја на биљке је пропадање ткива и развој некрозе (одумирање појединих дијелова)

- Максимално дозвољене концентрације (МДК) су **нормативи и стандарди** који се законски регулишу у свакој држави, а односе се на одређене полутанте који се налазе у загађеној атмосфери, али до (прописаних) граница које нису штетне за људско здравље и живи свијет.



ЗАГАЂУЈУЋА МАТЕРИЈА	ГРАНИЧНА ВРЕДНОСТ ИМИСИЈЕ (ГВИ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$))			
	Време узорковања по сату			
	1ч	3ч	8ч	24ч
ЧАЂ	150	*	*	50
СУМПОР-ДИОКСИД (SO_2)	350	*	*	125
АЗОТ-ДИОКСИД (NO_2)	150	*	*	85
УГЉЕН-МОНОКСИД (CO)	*	*	10	5
ПРИЗЕМНИ ОЗОН (O_3)	*	*	120	*
АМОНИЈАК (NH_3)	*	*	*	100
БЕНЗЕН	8 μg на годишњем нивоу			
ТОЛУЕН	*	*	*	7500
КСИЛЕН	*	*	*	*
МЕТИЛ-МЕРКАПТАН	*	*	*	*
УКУПНИ УГЉОВОДОНИЦИ НЕМЕТАНСКОГ ТИПА ТНМНС	*	*	*	*
СУСПЕНДОВАНЕ ЧЕСТИЦЕ TSP	*	*	*	120
СУСПЕНДОВАНЕ ЧЕСТИЦЕ PM10	*	*	*	50
УКУПНИ РЕДУКОВАНИ СУМПОР TRS	*	*	*	*
ВОДОНИК-СУЛФИД H_2S	*	*	*	8

- Ниво концентрације загађујућих материја је резултанта свих емисија на одређеном подручју и назива се **имисија**.
- На загађење, поред величине емисије, значајно утичу вјетрови и Сунчево зрачење
- састав чистог ваздуха се мијења у зависности од процеса и промјена које се дешавају у природи, као и од посљедица људских дјелатности



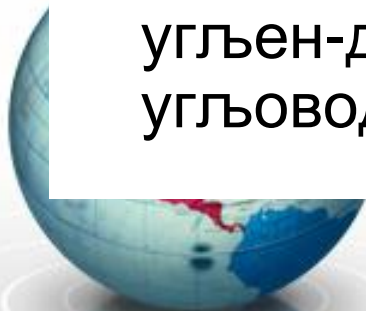
	Врста	Извор
1.	CO ₂	Вулкани, сагоријевање фосилних горива, животиње
2.	CO	СУС мотори, вулкани, хемијске и сродне индустрије
3.	NO ₂ (азотни диоксид)	Дјеловање бактерија у земљишту, оксидација NO
4.	NO	Дјеловање бактерија у земљишту, фотодисоцијација N ₂ O и NO ₂
5.	Сумпорна једињења	Бактерије, сагоријевање фосилних горива, вулкани, морски таласи, хемијска индустрија
6.	NH ₃ и остала азотна једињења	Биолошко распадање, процеси сагоријевања, атмосферска електрична пражњења, индустријски процеси
7.	O ₃	Реакције у тропосфери и транспорт из стратосфере
8.	Угљоводоници	СУС мотори, бактерије, биљке
9.	Честице	Вулкани, дејство вјетра, процеси сагоријевања, индустријски процеси, метеори, морски таласи, шумски пожари

Особине загађујућих материја

- Загађујуће материје, које се у ваздуху налазе у виду аеросола и лебдећих честица, могу се подијелити на основне и специфичне.
- Основни загађивачи ваздуха су: чађ, сумпорни оксиди, азотни оксиди, угљен-моноксид, угљен-диоксид и угљоводоници



Ефекти комбинације полутаната нису прост збир ефеката сваког појединачног полутанта. Полутанти у комбинацији могу бити антагонички и синергијски



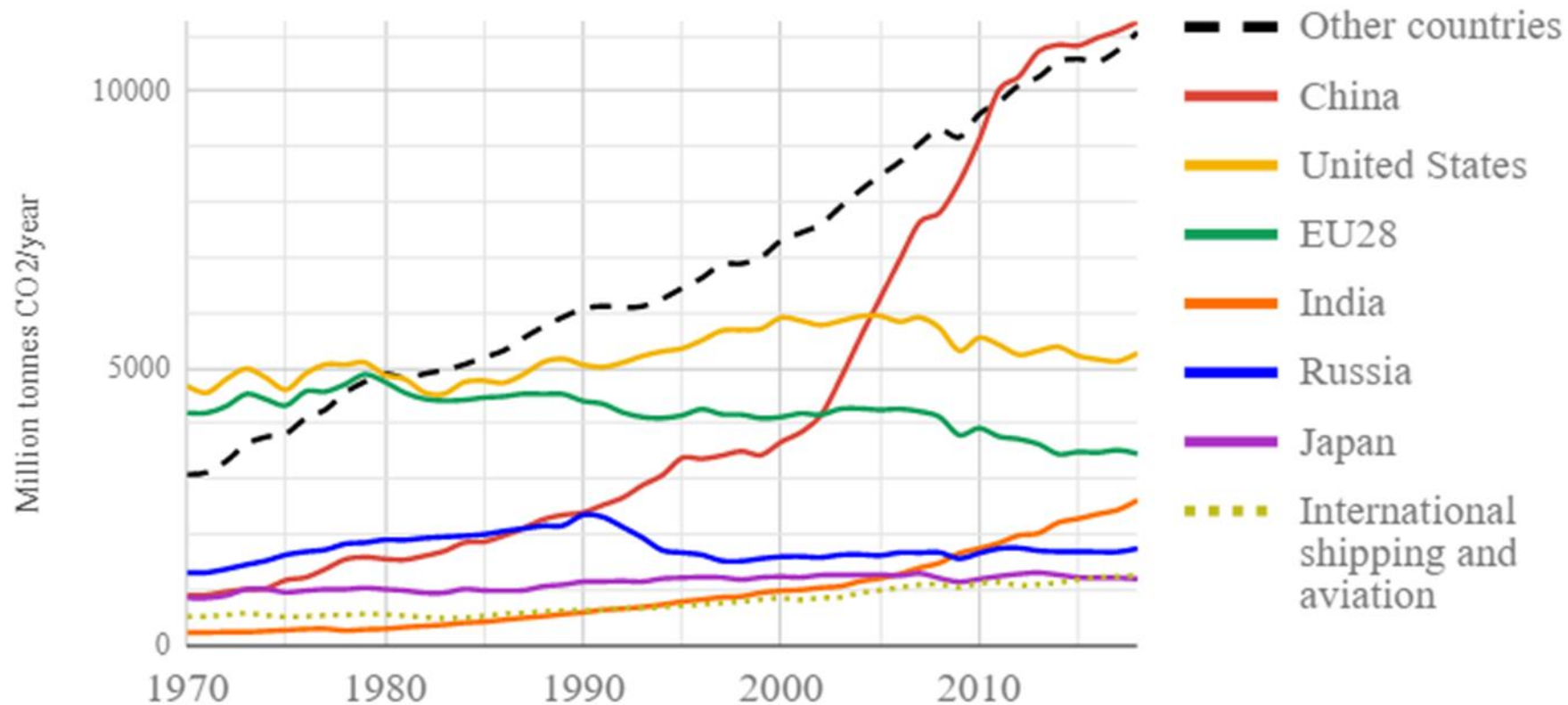
- Специфичне загађујуће материје су оне које настају као посљедица привредних (антропогених) активности, и углавном, имају локални карактер дејства на животну средину.
- Проблем специфичних загађујућих материја је у томе да се велика концентрација полутаната налази на релативно ограниченем простору и у ваздуху изнад градских зона.



Glavni emiteri ugljen dioksida u svetu

Međunarodni CO₂ podaci

World fossil carbon dioxide emission 1970-2018



E Indonezija 558

Napomena: Jedna megatona = 1,000,000 tona

Izvor: EC, Baza emitera za globalno istraživanje atmosfere, podaci iz 2018.











Average highest levels of fine particles in urban areas in 2014












Загађеност ваздуха градова у свијету (извор: <https://www.airvisual.com/world-air-quality-ranking>)

Air quality and pollution city ranking

07 December 2019, 08:01

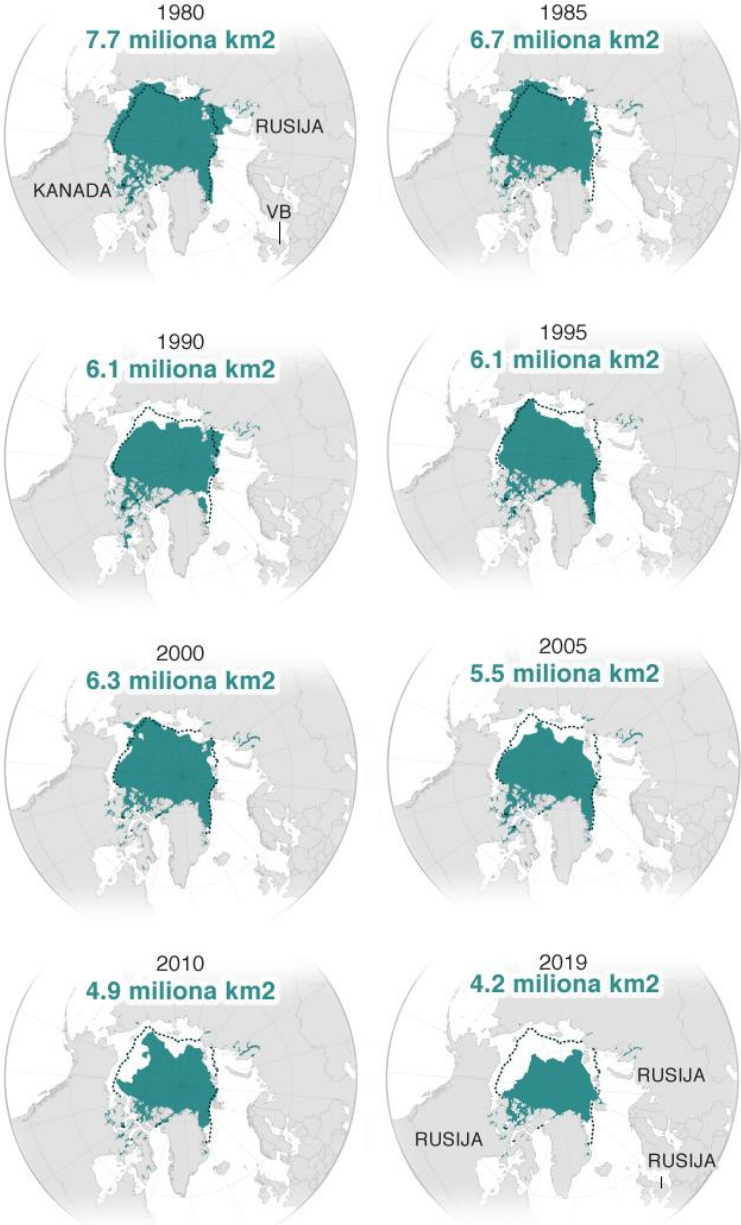
Major city	US AQI
1  Delhi, India	362
2  Sarajevo, Bosnia Herzegovina	335
3  Lahore, Pakistan	288
4  Kathmandu, Nepal	182
5  Kabul, Afghanistan	179
6  Belgrade, Serbia	169
7  Skopje, Macedonia	165
8  Mumbai, India	164
9  Chengdu, China	164
10  Sofia, Bulgaria	159

17 January 2020, 17:02

Major city	US AQI
1  Ulaanbaatar, Mongolia	407
2  Sarajevo, Bosnia Herzegovina	351
3  Lahore, Pakistan	302
4  Beijing, China	224
5  Shenyang, China	206
6  Delhi, India	203
7  Dhaka, Bangladesh	186
8  Pristina, Kosovo	181
9  Wroclaw, Poland	172

Artičko ledeno more minimalni opseg

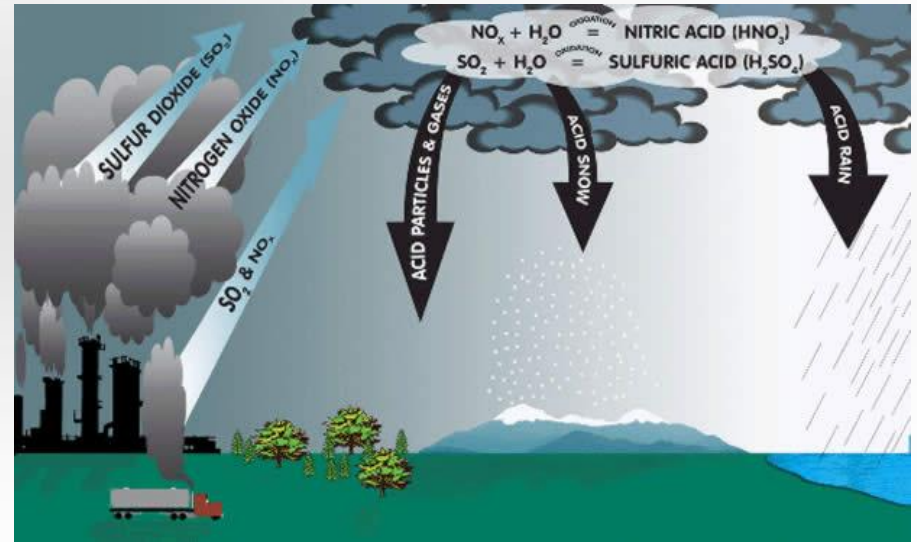
■ Prosek (1981 - 2010) - - - - Opseg ledenog mora (minimum)



- Као последица јавља се глобално загријавање и отапање ледника
- Све то слиједи повећање нивоа мора и угрожавање приобалних подручја

Честице у ваздуху

- Ваздух се може загађивати састојцима различитог агрегатног стања.
- Гасови представљају приближно 90% масе од загађивача, 10% чине чврсте честице.



- Зависно од величине, честице у ваздуху сврставају се у двије групе:
 1. таложне (седиментне) материје чији је пречник честица већи од $10\ \mu\text{m}$;
 2. честице у суспензији – аеросоли (тврде и житке – колоидне честице које се налазе у атмосфери у мјерљивом стању) чији је пречник честица мањи од $10\ \mu\text{m}$.



- Атмосфера је изнад урбаних зона око 150 пута загађенија у односу на атмосферу изнад океана.
- Концентрацију чврстих полутаната у ваздуху изнад градова условљава и слаба провјетреност.

- Присуство честица у ваздуху има утицај и на стање времена.
- када је доминантно присуство честица (и гасова) у атмосфери долази до селективне апсорпције - апсорбовања Сунчевих зрака одређених таласних дужина од стране честица и гасова
- Већа концентрација честица у атмосфери доводи до великог броја судара Сунчевих зрака са њима при чему настаје њихово расипање или дифузна рефлексија



Прашина

- ваздух са веома ситним распршеним честицама назива се аеросол.
- Крупније честице у ваздуху образују прашину или дим.
- Прашину (аероседимент) чине честице органског и/или неорганског поријекла чија је величина преко $10 \mu\text{m}$.
- Због своје тежине и гравитације честице прашине таложе се на Земљину површину.



Прашина и чађ дјелују на биљке механички, запушавањем стома на лишћу што смањује фотосинтезу, доводи до спорог сушења лишћа и његовог отпадања

- Прашина настаје уситњавањем површинских дијелова земљишта или таложењем загађујућих супстанци.
- загађујуће супстанце уклањају се из атмосфере таложењем.
- Таложење може бити:
 - а) сухо (спуштање из атмосфере),
 - б) мокро (преко капљица у атмосфери).



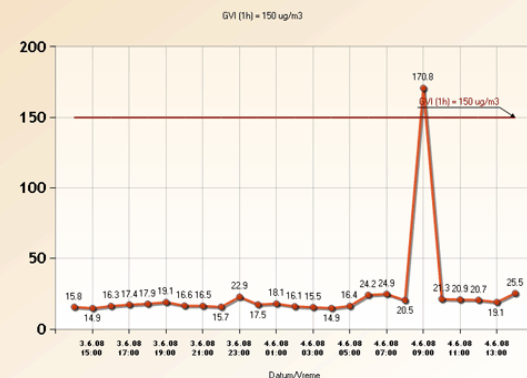
- Код концентрације прашине у атмосфери и њеном транспорту из једних простора у друге огроман значај има вјетар.
- Геоморфолошки рад вјетра испољава се у подизању и издувавању материјала – *дефлација*, одадирању (откидању) подлоге – *корација*, затим у преношењу материјала – *транспорт*, и на крају у његовом таложењу – *акумулација*.



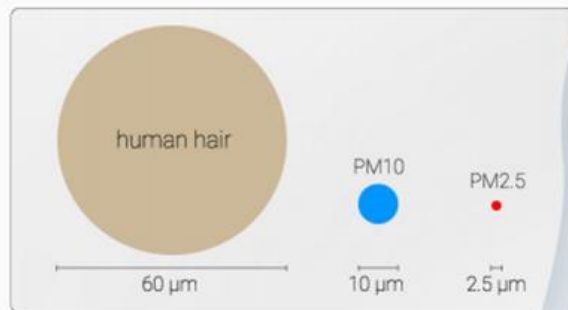
Мониторинг аерозагађења прашином

- Од 2005. године земље ЕУ уводе систем сталног мониторинга суспендованих честица или фине прашине које садрже много отровних материја, а нарочито тешких метала.
- Зашто су суспендоване честице опасне?
- Људски организам има природни механизам за одбрану од било које врсте честица чија се величина креће од 30 микрона на више.

Merno mesto Vatrogasni dom - Azot-dioksid (NO2)



- Све честице које су испод 10 микрона представљају опасност, јер продиру у алвеоле плућа гдје остају.
- Ова тзв. фина прашина, која се не може регистровати обичним апаратима, последица је индустријских процеса, али и дуванског дима.

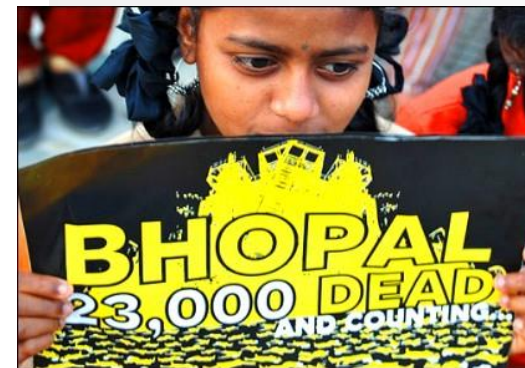


Физиологија	- деца удишу више ваздуха по јединици телесне тежине од одраслих - ваздушни путеви и плућа код деце су мања
Метаболизам	- различити су степени токсикације и детоксикације
Развој и раст плућа	- повећана осетљивост-рањивост ткива у расту и развоју, посебно алвеола
Дневне активности	- више времена су напољу - повећан степен вентилације у току игре и вежбе
Хроничне болести	- висока преваленца астме и других болести
Акутне болести	- висока стопа акутних респираторних инфекција

- Акутно дјеловање загађења подразумијева излагање организма већим концентрацијама загађујуће материје у краћем временском периоду.
- Прво катастрофално загађивање ваздуха отпадним гасовима из фабричких димњака регистровано је почетком децембра 1930. године, када је долина ријеке Мас (Белгија) утонула у најгушћи смог на дужини од 24 km.



- Једна од првих нуклеарних несрећа великих размјера се десила 1979. године у САД, у Пенсилванији у нуклеарној електрани названој "Острво три миље"
- Индијски град Бопал представља данас синоним "класичне несреће" - тоне токсичних гасова излиле су се из фабрике пестицида.
- Чернобилска несрећа се још увијек сматра као највећа технолошка (нуклеарна) катастрофа у људској историји



- Хронично дјеловање загађеног ваздуха се може испољавати као:
 - ✓ надражујуће дејство,
 - ✓ алергијско дејство (пнеумоалергија и дерматоалергија),
 - ✓ фиброгено дејство (присуство прашине у ваздуху),
 - ✓ канцерогени ефекат и др.



- **Дим** је аеросол који постаје при непотпуном сагоријевању.
- Састав и особине дима се мијењају према врсти горива и оксидационим условима
- може садржавати отровне гасове, угљен-моноксид и водоник-сулфид а при нормалном сагоријевању сумпор-диоксид и триоксид, оксиде азота и угљен-диоксид.



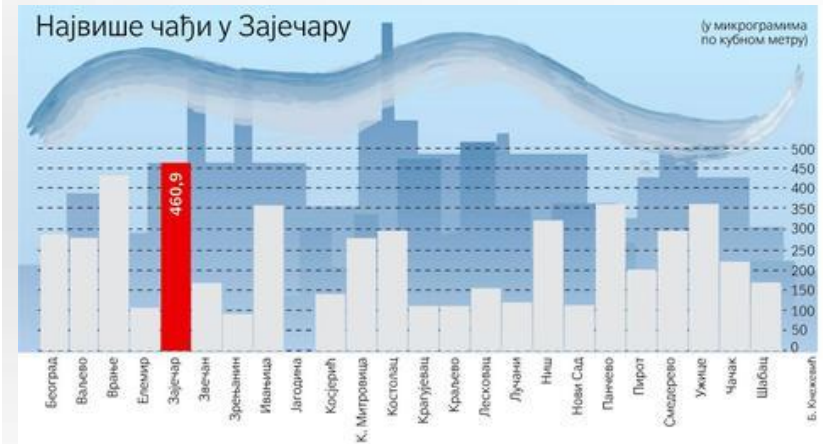
- Смог - густа магла с примјесом дима или гасовитих отпадака производње
- Скраћеница смог (**smog** или smoke - дим, fog - магла) настала је у Енглеској (1952. године) када су магла и дим у Лондону били шест дана тако густе (у одсуству вјетра), да је умрло око 4.000 особа.



- Пепео представља ижарени остатак сагоријевања фосилних горива, најчешће дрва, тресета и угља
- Сачињен је од неорганског остатка који се добија при сагоријевању различитих врста горива и разликује се од првобитног минералног материјала

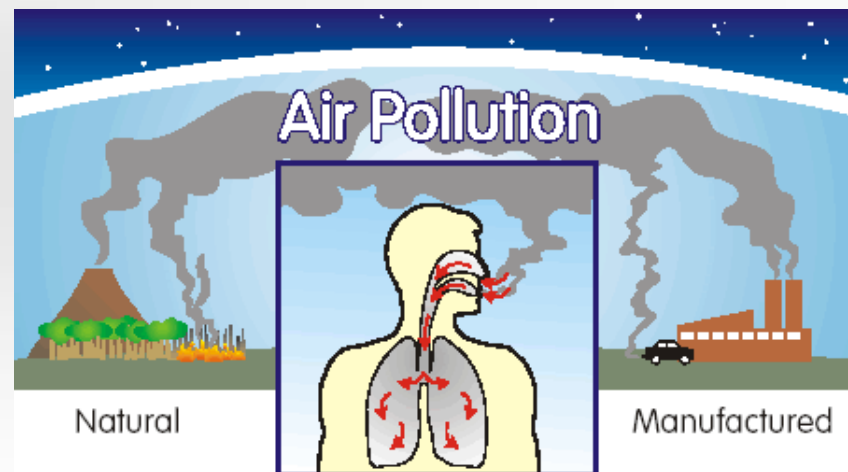


- Термоелектрана снаге 1.000 MW за годину дана испусти у атмосферу 8,5 милиона тона CO₂, 40.000 тона сумпор – диоксида, 6,0 милиона тона прашине и 0,5 милиона тона пепела који одлети у ваздух
- При сагоријевању огрјева настаје пепео од неорганских дијелова, док сагоријевањем органских материја настаје чађ.

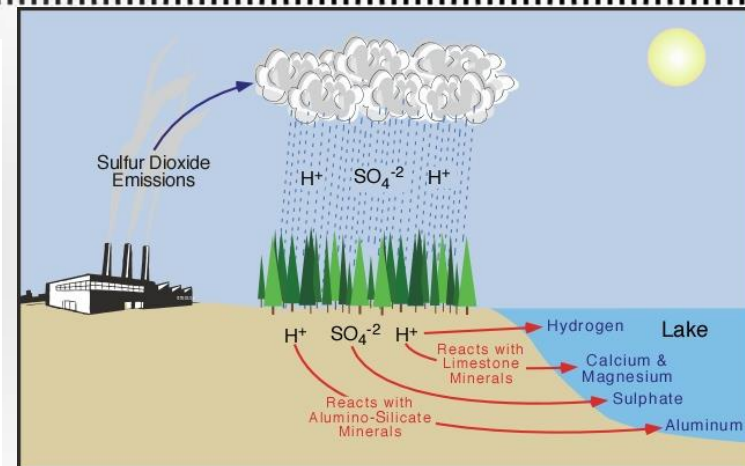


Посебно треба нагласити садржај ароматичних угљоводоника у чађи: бенз-а-пирен, бенз-а-антрацен, пирен, флуорантен, који настају при сагоријевању масне фазе фосилних горива

- два главна извора сумпорних једињења:
 - а) природни процеси који доводе до емисије сумпорних једињења и
 - б) емисија сумпорних једињења антропогеног (људског) поријекла.



- "Кисела киша" која све више угрожава биљни и животињски свијет, потиче највећим дијелом од сумпорног и азотног диоксида (SO_2 и NO_2)
- То је атмосферски талог који има рН вриједност мању од 5,6.
- Кисела киша изазива корозију предмета од метала, разара стијене, нарочито кречњачке, док на биљке дјелује спирањем елемената са лишћа



- Загађена кишна вода може пореметити хемијску равнотежу ријека и језера, уништити ихтиофауну и друге водене организме, нанијети озбиљне штете екосистемима и људима

Остали загађивачи атмосфере

- CS_2 – угљен-дисулфид
- COS – карбонилсулфид
- CO – угљен-моноксид (настаје код непотпуног сагоријевања фосилних горива у енергетским постројењима, моторним возилима, домаћинствима и у различитим индустријским процесима)
- NO_2 – азот-диоксид
- N_2O - азот-субоксид
- Флуориди
- Волатинска органска једињења
- Метан (CH_4)
- Метали (олово, гвожђе, бакар, кадмијум и др.)

Ефекти загађења ваздуха

- Бројни су антропогени загађивачи који у урбаним зонама оптерећују атмосферу: термоелектране, топлане, енергане, индивидуална ложишта, фабрике за спаљивање смећа, објекти црне и обојене металургије, фабрике, спаљивање биомасе, крчење вегетационих површина, друмски, жељезнички, авионски и водени саобраћај, итд.



- **Локални ефекти загађења** ваздуха се данас испољавају изнад градова, у виду промјене микроклиме одређеног урбаног подручја.
- Присуство индустрије различитог садржаја, у већем или мањем обиму, загушеност моторним возилима и константно повећање броја људске популације су довољан разлог да се клима градова разликује од околине



- Клима градова је специфична, ваздух је сувљи, више је падавина, инсолација је краћа у односу на околину, температуре ваздуха су веће а магле чешће.
- Веће количине падавина су због великог броја честица које служе као кондензациона језгра



- **Глобални ефекти загађења** ваздуха повезују се са промјенама климе
- Теорије климатских промјена свODE се на земаљске и астрономске
- Астрономске се ослањају на појаву дуготрајних климатских промјена (гласијали и интергласијали, једина призната је Миланковићева теорија)

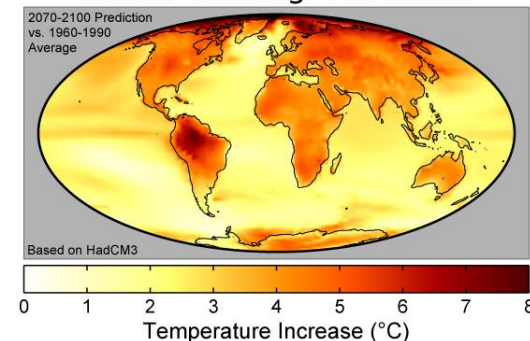
Год.	Температура у °C	
	Најгори сценарио	Најбољи сценарио
2000	0,165	0,11
2020	0,88	0,22
2040	1,76	0,44
2060	3,19	0,77
2080	4,51	1,10
2100	5,80	1,40

Септембар 2020.
најтоплији икад.

Извјештаји Свјетске метеоролошке организације (WMO) говоре да су посљедње године све топлије

- Ефекат "стаклене баште" има позитивну улогу за животну средину, пошто одржава просјечну глобалну температуру од $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ умјесто температуре од $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ која би била без атмосферског омотача.
- уколико природним или антропогеним процесима дође до појачане концентрације гасова у горњем слоју тропосфере, тада се јавља негативни ефекат стаклене баште (прегријавање)

Global Warming Predictions

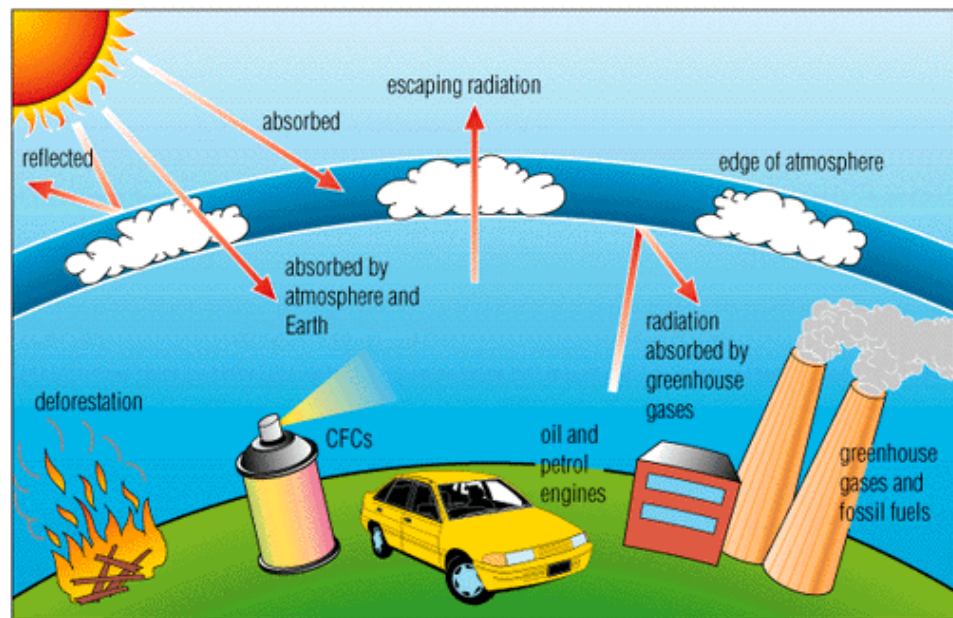


Повећање температуре система Земљина површина- атмосфера може да има слиједеће последице:

- климатске промјене се могу очекивати све док расте емисија активних гасова у атмосферу,
- промјена климе ће довести до већег загађења вода, уништења шумских комплекса, појачане ерозије земљишта, интензивнијих биолошких процеса у педосфери, хидросфери и атмосфери,
- глобална промјена екосистема ће довести до нестанка појединих врста биљака и животиња,
- промјене у хемијским процесима у атмосфери чије брзине реакције зависе од температуре,
- повећање испарења воде са копна и мора уз повећано присуство водене паре у атмосфери;

Најважнији гасови
негативног ефекта
"стаклене баште" су:

- ✓ угљен-диоксид (CO_2),
- ✓ метан (CH_4),
- ✓ азотни оксид (N_2O),
- ✓ озон (O_3),
- ✓ водена пара и
- ✓ фреони (CFC).

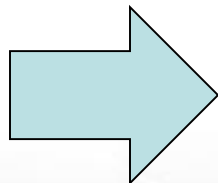


Заштита од загађивања ваздуха

- Примарни задатак је спречавање загађења ваздуха
- Замјена прљавих технологија чистим (или мање загађујућим) технологијама основни је вид борбе против загађивања животне средине
- замјена прљавих технологија споро иде и због економско-социјално-политичких разлога.



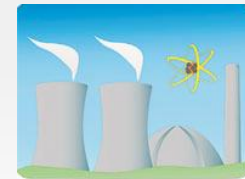
Већи дио привредно развијених и најразвијенијих земаља било би приморано да смањивањем емисије гасова у атмосферу смање стопу привредног раста, што значи повећање броја незапослених



- смањење емисије полутаната из антропогених извора може се постићи и законодавним мјерама
- да би нормативне мјере биле ефикасне морају бити праћене техничко-технолошким мјерама
- технолошки поступци у заштити ваздуха:
 - смањење емисије SO_2 одабиром угља који садржи мање сумпора, десулфуризацијом горива и излазних гасова;
 - контрола количине ваздуха при сагоријевању;



- смањивање емисије угљоводоника при превозу и преради горива (нафта и њени деривати);
- смањивање емисије угљен-диоксида преласком на затворене системе производње, уклањање честица филтрацијом;
- уклањање честица електростатичким таложницима;
- употреба катализатора за контролу емисије из аутомобила, поступак за уклањање сумпора из бензина и дизел горива и др.



- Ширење, разблаживање и таложење (седиментација) полутаната зависи од низа фактора:
 - висине загађивача (висина димњака који емитује полутанте),
 - брзине таложења честица (зависи од густине честица, њихове величине и пречника),
 - турбуленције и размјене ваздушних маса, правца и брзине вјетра, облика земљишта и степена изграђености објеката.



**ХВАЛА НА
ПАЖЊИ!**

