



LEARNING TOXICOLOGY THROUGH OPEN EDUCATIONAL RESOURCES

GASEOUS POLLUTANTS TRANSPORT IN URBAN ATMOSPHERE ГАЗООБРАЗНИ ЗАМЪРСИТЕЛИ ТРАНСПОРТ В ГРАДСКАТА АТМОСФЕРА

Dana PERNIU, Ileana MANCIULEA

Transilvania University of Brasov

d.perniu@unitbv.ro, i.manciulea@unitbv.ro



Erasmus+

This work is licensed under a Creative
commons attribution – non commercial 4.0
international license

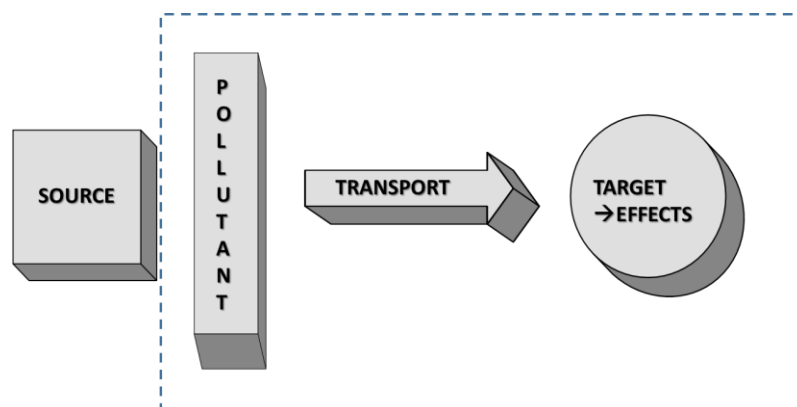


1. TRANSPORT OF GASEOUS POLLUTANTS IN ATMOSPHERE GENERAL REMARKS

ТРАНСПОРТ НА ГАЗОВИ ЗАМЪРСИТЕЛИ В АТМОСФЕРА. ОБЩИ ЗАБЕЛЕЖКИ

Както беше представено в предходните раздели, разбирането за концепцията за замърсяването се разглежда по интегриран начин, отчитайки източника на замърсяване, освободения замърсител, неговия транспорт и въздействието върху човешкото здраве, и природната и застроена среда.

Целта на тази част е да представи транспорта на замърсители в околната среда, въз основа на физичните и химичните процеси, в които участват атмосферните замърсители. Свързани директно с транспорта, ние сме изправени пред въпроса "откъде пристигат замърсителите?" Това се разглежда чрез анализа на въздействието на замърсителите върху човешкото здраве и върху природната и / или изградената среда.



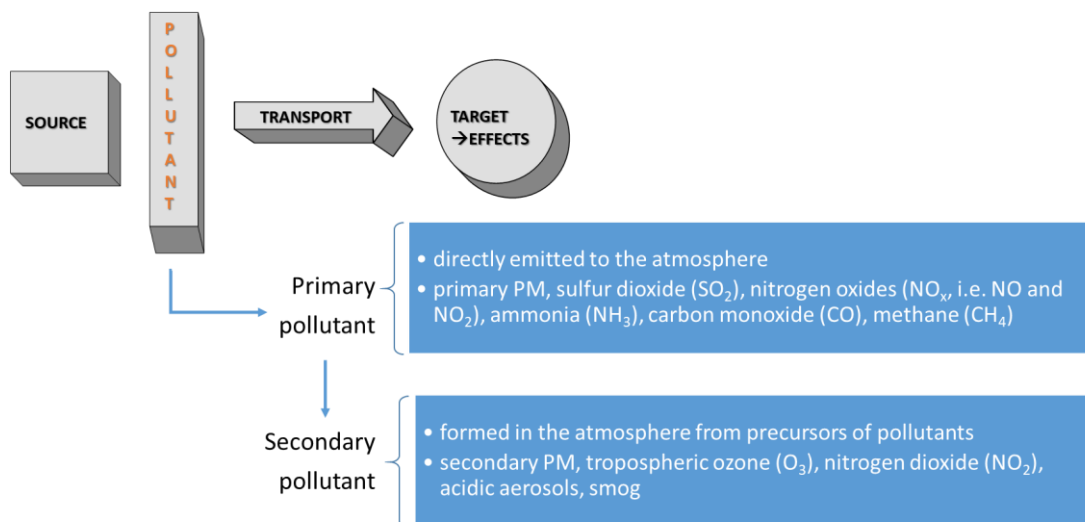
Атмосферните замърсители могат да се излъчват директно в атмосферата или да се образуват в резултат на реакциите между атмосферните компоненти.

Първичните замърсители се излъчват директно в атмосферата, като първични частици, серен двуокис, амоняк, въглероден окис, метан.

Вторичните замърсители са тези, образувани от химични реакции между прекурсори, които могат да бъдат замърсители. Сред вторичните замърсители споменаваме: вторични частици, тропосферен озон, азотен диоксид, аерозоли от киселина и смог.

В документите на Европейския съюз ключовите атмосферни замърсители са тези, които оказват най-вредно въздействие върху човешкото здраве и са: прахови частици, азотен

двуокис, тропосферен озон. В следващите раздели на частта ще бъдат описани тези замърсители заедно със серния двуокис като основен атмосферен замърсител.



Транспортът на газообразни замърсители на атмосферно ниво е чрез дисперсия, причинена от движенията на въздушните маси. Атмосферните процеси се отличават във физико-химичните процеси и двата вида могат да работят едновременно по сложни и взаимозависими начини. Физическите процеси на транспортиране от атмосферните ветрове и образуването на облаци и валежи силно влияят върху моделите и скоростите на киселинното отлагане, докато химическите реакции управляват формите на образуваните съединения.

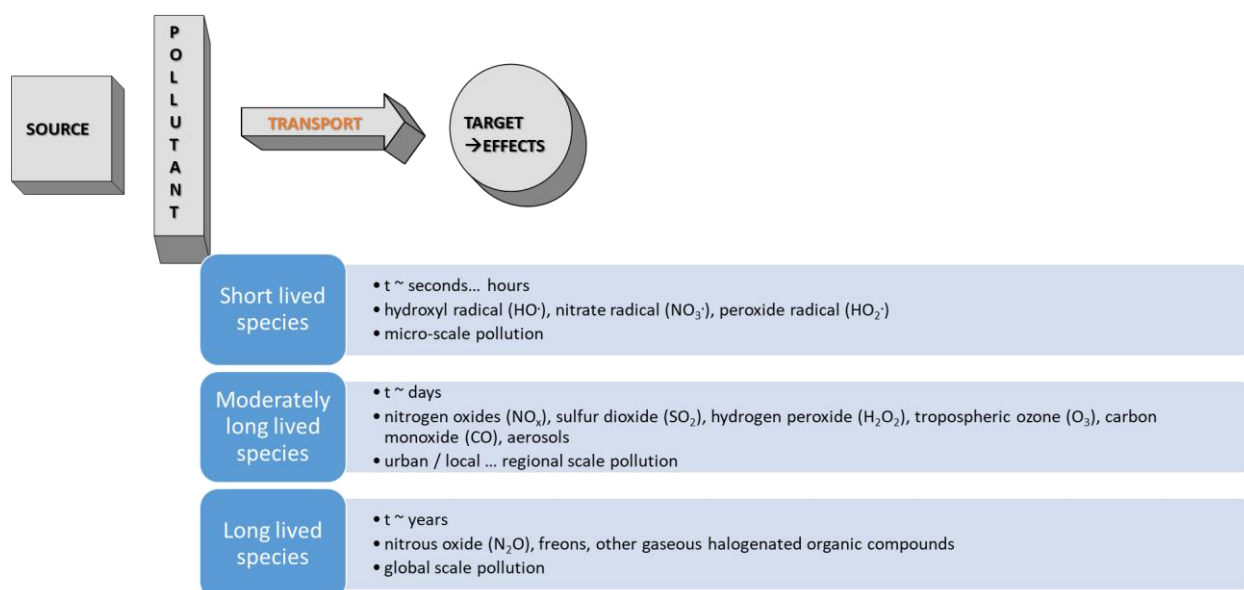
Като се има предвид стабилността на химичните видове, те могат да бъдат транспортирани на различни разстояния от източника, генерирайки замърсяване на местно / регионално или световно равнище. Прехвърлянето на веществото във въздуха на повърхности, включително почви, растителност, повърхностни води или вътрешни повърхности, извършено чрез сухи или мокри процеси, се нарича атмосферно отлагане. Сухото отлагане включва неводни химикали, обикновено с неполярни молекули. Мокрото отлагане е процесът, който обхваща пренасянето на замърсители към земната повърхност от дъжд, сняг или мъгла, чрез воден разтвор. Ако атмосферата е замърсена с киселинни замърсители (серни окиси, сулфати, азотни окиси, нитрати, амониев съединения), отлагането се нарича киселинно отлагане и може да бъде или мокро (замърсителят се разтваря в атмосферната вода, сухо (киселинните замърсители се адсорбират до частици и се отлагат в неаерозолна форма).

В атмосферата се появява огромен брой химични реакции. Няколко примера са:

- фотохимични процеси, които са химични реакции, предизвикани от слънчевата светлина; като например, реакцията на азотните окиси с въглеводороди в присъствието на слънчева светлина за образуване на озон; тропосферният озон, фотохимичният смог са релевантни примери за вторични замърсители, образувани от този вид реакции;
- киселинно-базисни реакции, които се срещат в присъствието на вода, между киселинни видове (като CO_2 , SO_2 , NO_x и т.н.) и основни видове (предимно NH_3); киселинните валежи, сулфатните аерозоли са подходящ пример за този тип процеси;
- реакции на окисляване се срещат между видове, които имат противоположен характер. Видове като O_2 , водороден пероксид, хидроксилен радикал, озон действат като оксиданти, серен двуокис, азотен моноокис, въглероден окис, могат да бъдат окислени в атмосферата, генерираща вторични замърсители.

Под слънчевата светлина радиация в атмосферата се генерират агресивни видове, с висока реактивност, с много кратък живот, в рамките на секунди до няколко часа. Тези видове причиняват замърсяване на микроекологично ниво, като участват в реакциите, генериращи вторични замърсители. Например, хидроксил радикалът, участващ в множество химични и фотохимични процеси с органични или неорганични съединения, се нарича "детергент в атмосферата". Видове с умерено дълго живот в рамките на няколко дни са първични или вторични замърсители, причиняват замърсяване на местно ниво, градски или селски.

Най-стабилните видове (с много ниска реактивност), тези с дълъг живот в продължение на години могат да бъдат транспортирани на дълги разстояния на тропосфери или на висока надморска височина, което води до замърсяване на световно равнище. Примерът включва азотен окис и въглероден двуокис, които са парникови газове със значителен принос за изменението на климата.



Въздействието на замърсяването на въздуха може да достигне различни цели / рецептори. Като цяло, на нивото на човешкото здраве, замърсяването на въздуха причинява голям риск от респираторни, сърдечно-съдови заболявания и също може да повлияе на функциите на централната нервна система. Излагането на хора се определя като събитие, когато човек идва в контакт с замърсител с определена концентрация за определен период от време. Излагането се проявява, когато хората прекарват времето си в замърсената среда. Зависи от нивото на замърсяване на въздуха в околната среда, където хората прекарват времето си, от времето, прекарано в замърсената среда, както и от личната дейност. Световната здравна организация споменава следните последици в резултат на специфични симптоми:

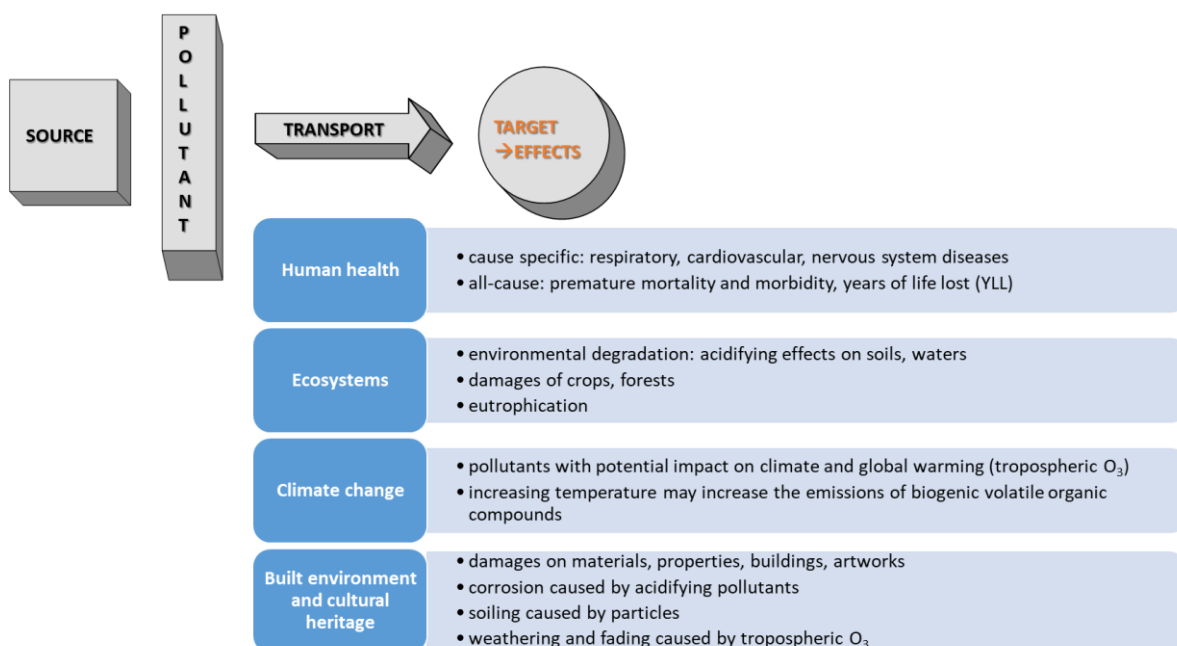
- ☐ след краткотрайна експозиция (в продължение на няколко години или дни) - свързана с акустични топлинни ефекти (като хрипове, кашлица, хракки, респираторни инфекции, физиологични промени в белодробните функции): дневна смъртност, дихателни и сърдечно- и сърдечно-съдови посещения на спешни отделения, посещения на респираторни и сърдечно-съдови първични грижи, използване на респираторни и сърдечно-съдови лекарства, дни на ограничена активност, отсъствия от работа, отсъствия от училище;
- ☐ след продължителна експозиция (в продължение на месеци или години) - свързана с хронично заболяване: смъртност поради сърдечно-съдови и респираторни заболявания, хронично респираторно заболяване, хронична респираторна болест и предразположение

като астма, хронични промени във физиологичните функции, рак на белия дроб, сърдечно-съдово заболяване, вътрематочно ограничаване.

Глобалната оценка на въздействието на лошото качество на въздуха върху човешкото здраве се определя от показатели като смъртност, заболяемост, преждевременна смърт, загубени години на живот.

Смъртността отразява намаляването на живота вследствие на преждевременна смърт в резултат на замърсяване на въздуха. Тревожността е свързана с появата на заболяване и години, преживели заболяване и увреждане, като се започне от субклинични ефекти и симптоми като кашлица до хронични заболявания, които изискват болнично лечение. Продължителността на живота е броят на годините, които човек може да очаква да живее средно, въз основа на оценка на данните за смъртността на населението.

Преждевременните смъртни случаи са смъртни случаи, които настъпват преди човек да достигне очакваната възраст. Тази очаквана възраст обикновено е възрастта на стандартната продължителност на живота за дадена страна или пол. Преждевременните смъртни случаи се считат за предотвратими, ако причината им може да бъде елиминирана. Изгубените години на живот (YLL) се определят като броят на годините на потенциалния загубен живот, дължащ се на преждеременно отделяне. Това е прогноза за средния брой години, който човек би живял, ако не е починал преждеременно.



На ниво държави-членки на Европейския съюз се оценява въздействието на основните замърсители на въздуха PM_{2.5}, NO₂, O₃, използвайки специфични показатели за здравето - преждевременни смъртни случаи и загубени години на живот.

За замърсителите се изчислява процентът на градското население, изложено в периода 2013-2015 г. на замърсители в концентрация над границите, наложени от Европейския съюз и от Световната здравна организация. В таблицата по-долу е представена оценката на стойностите за загубените години на живот за 100 000 души в страните от ЕС-28 в периода 2013-2015 г. в резултат на излагането на замърсители. Данните са взети от "Качество на въздуха в Европа - Доклад от 2017 г.". В доклада се стига до доказателство за пряката връзка между показателя и концентрацията на замърсители на въздуха във въздуха.

Exposure to PM_{2.5} 2013 – 2015 • EU reference concentration: • 25 µg/m³ (year) • % urban population: • 7 – 8%	Exposure to PM_{2.5} 2013 – 2015 • WHO reference concentration: • 10 µg/m³ (year) • % urban population: • 82– 85%	Years of life lost – PM_{2.5} (2014) • 708 years of life lost / 100 00 inhabitants
Exposure to NO₂ 2013 – 2015 • EU reference concentration: • 40 µg/m³ (year) • % urban population: • 7 – 9 %	Exposure to NO₂ 2013 – 2015 • WHO reference concentration: • 40 µg/m³ (year) • % urban population: • 7 – 9 %	Years of life lost – NO₂ (2014) • 486 years of life lost / 100 00 inhabitants
Exposure to O₃ 2013 – 2015 • EU reference concentration: • 120 µg/m³ (8 - hour) • % urban population: • 7 – 30 %	Exposure to O₃ 2013 – 2015 • WHO reference concentration: • 100 µg/m³ (8 - hour) • % urban population: • 95 – 98 %	Years of life lost – O₃ (2014) • 29 years of life lost / 100 00 inhabitants

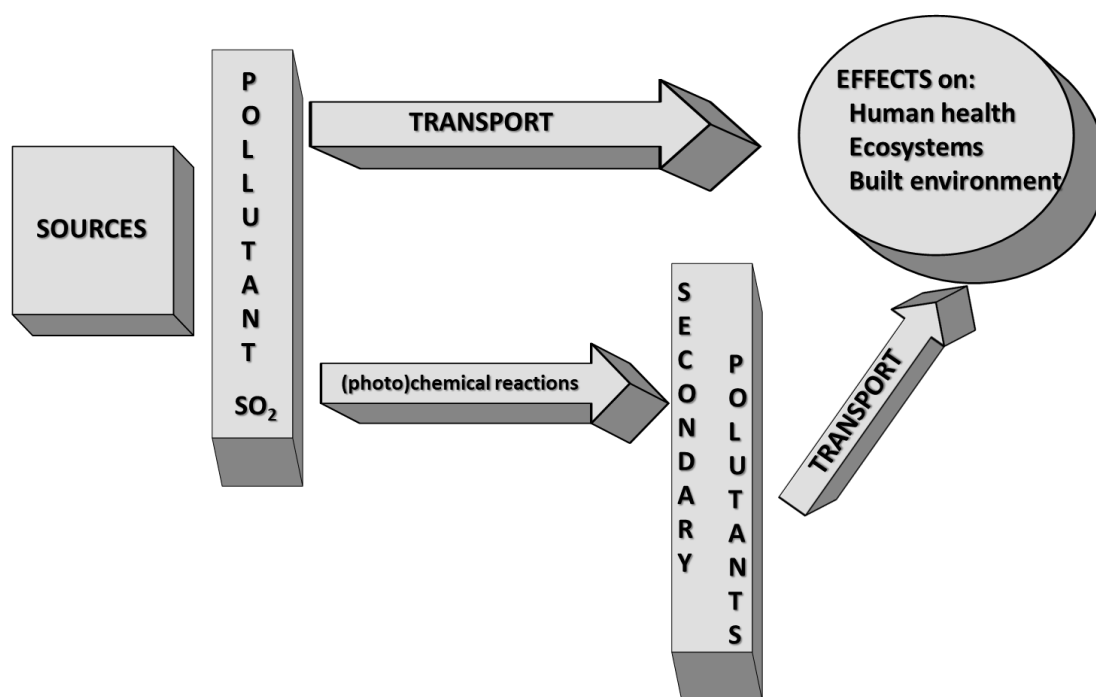
Въздействието на замърсяването на въздуха върху екосистемите се проявява чрез влошаване на качеството на екологичните фактори, като почвата, сладководните води или подкисляването на езерата, увреждането на културите, горите или еутрофикацията.

Компонентите на замърсената атмосфера оказват влияние върху климатичните промени, които влияят върху увеличаването на средната глобална температура.

Атмосферното замърсяване оказва влияние върху застроената околна среда, културното наследство чрез влошаване на строителните материали, корозия на метални материали, замърсяване на повърхностите, оголване и / или избледняване.

2. SULFUR DIOXIDE СЕРЕН ДВУОКИС

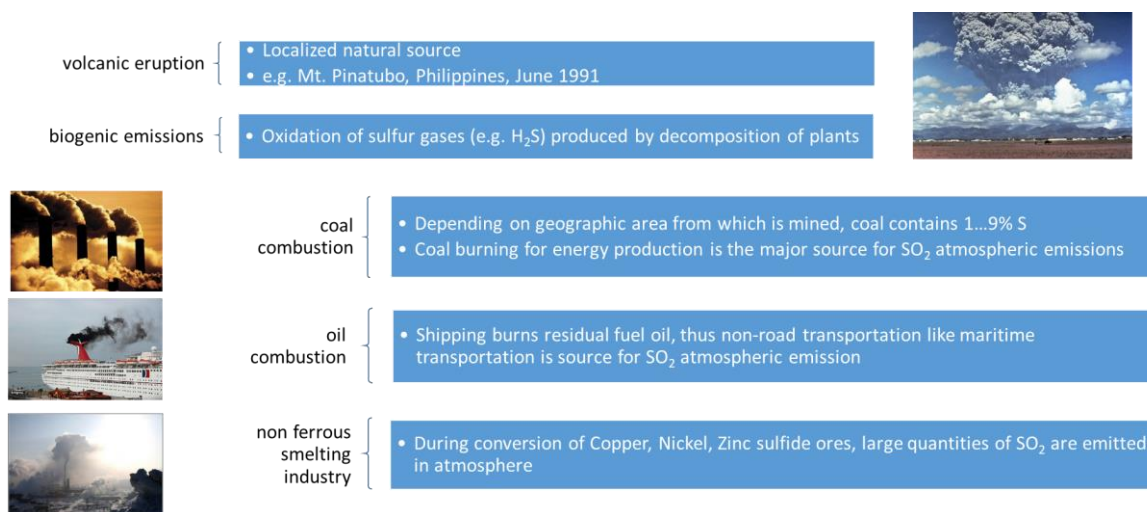
Серен двуокис е основен замърсител на атмосферата, който се излъчва директно от източници на замърсяване. В атмосферата може да се транспортира от въздушните маси или да участва във физични, химични или фотооксидационни процеси, генерирайки вторични замърсители с големи неблагоприятни ефекти върху човешкото здраве и естествената и застроена среда.



2.1. Sources for SO₂ emissions Източници на SO₂ емисии

Серен диоксид може да се излъчва от естествени или антропоични източници. Чрез вулканично изригване, като локализиран източник на естествено замърсяване, в атмосферата се отделят огромни количества серен двуокис. Като пример, по време на изригването на вулкана Pinatubo във Филипините през юни 1991 г. в атмосферата бяха освободени 20 мега-тона серен двуокис. Друг естествен източник за излъчване на серен

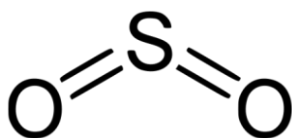
двуокис е биологичното разграждане на органично вещество, съдържащо сяра, от протеини. Продуктът на разлагане е сероводородът, който се окислява до серен двуокис. От антропогенните източници най-важното е изгарянето на изкопаеми горива. Както въглищата, така и суровото масло съдържат сяра, която чрез горене генерира серен двуокис заедно с други първични и/или вторични замърсители. Чрез процесите на пречистване се намалява съдържанието на сяра в бензина, поради което емисиите на SO_2 , дължащи се на автомобилния транспорт, не са много високи. Емисиите от нестопанския сектор имат малко по-голям принос, тъй като за доставка суровият петрол (с по-високо съдържание на сяра) се изгаря благоприятстващо освобождаването на SO_2 . Най-висок принос на емисиите в резултат на изгарянето на изкопаеми горива принадлежи на изгарянето на въглища, тъй като този енергиен носител има високо съдържание на сяра. Трябва да се отбележи, че през последните десетилетия емисиите на SO_2 намаляват, главно поради технологичното развитие на отстраняването на сяра от горивото и / или от отработените газове. Важен източник на серен диоксид е нефтената топилна промишленост. В този случай процесът на печене на сулфидните руди генерира серен двуокис.



2.2. SO_2 properties

Свойства на SO_2

Серен диоксид е газообразен, безцветен със специфично мирисово съединение. Той има неполярна молекула, позволяваща сухото отлагане. Той също така е разтворим във вода, като позволява и мокро отлагане чрез утаяване. Той реагира с вода, резултатът е сярна киселина, слаба киселина, генерираща два вида аниони - бисулфит и сулфит.



Безцветен, остър, остър мирис

SO₂ не полярна молекула > сухо отлагане

Високо разтворим във вода > влажно отлагане

SO₂ + H₂O → H₂SO₃ (aq) Sulfurous acid, weak acid

H₂SO₃ ↔ H⁺ + HSO₃⁻ Bisulfite ion

HSO₃⁻ ↔ H⁺ + SO₃²⁻ Sulfite ion

2.3. SO₂ atmospheric concentration limits

Граници на концентрацията в атмосферата на SO₂

В незамърсена атмосфера серният двуокис трябва да има концентрация от една част на милион в обем. Поради антропогенните емисии концентрацията му се увеличава. Ограниченията, наложени от Директивата за качеството на въздуха и препоръчаните от Световната здравна организация, са създадени за защита на човешкото здраве.

Стандарт на European Commission за качеството на въздуха (EU-AQD):

350 µg/m³ за 1 час средно

125 µg/m³ за 24 часа средно

WHO Ръководство за качеството на въздуха (WHO-AQ):

20 µg/m³ за 24 часа средно

500 µg/m³ за 10 минути средно

Според доклада за качеството на въздуха в ЕС през 2015 г. 30% от всички станции за SO₂ са регистрирали концентрации над дневните указания на СЗО, следователно 38% от градското население на ЕС-28 е било изложено на нива на SO₂, превишаващи ограничението за здравна защита. Трябва да се отбележи, че е регистриран значителен спад, тъй като през 2000 г. 80% от общото население на ЕС е било изложено на прекомерни нива на SO₂.

2.4. SO₂ atmospheric transport

Атмосферен транспорт на SO₂

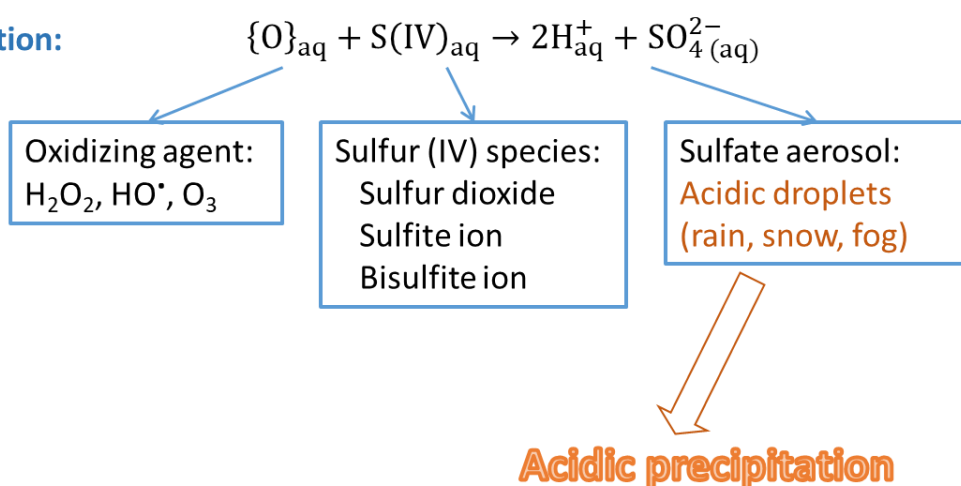
Образуван в атмосферата, серният двуокис може да се транспортира чрез сухо отлагане, като се прилепва към прахови частици. В присъствието на атмосферна вода и окислителни видове, като водороден пероксид, хидроксилен радикал, озон, тетравалентна сяра от серен диоксид или сулфитни аниони, се окислява до хекса-валентна сяра, към сулфатни аниони. Процесът на окисляване се осъществява в продължение на часове или дни. В окислителните процеси се образува и водородният йон, като по този начин реакционният продукт е сярна киселина, разтворена в атмосферна вода. По този начин се генерират кисели аерозоли, които се отделят чрез киселинни валежи, като дъжд, сняг, мъгла и т.н. Тя се нарича киселинна утайка с рН по-ниска от 5. Естествено в незамърсена атмосфера дъждът има рН стойност от 5.6.

Киселината може да претърпи киселинно-базова реакция с амониак, което води до получаване на амониева сулфатна сол. Първоначално генерирани във водни капчици, може да възникне изпаряване на вода и да се образуват твърди частици амониев сулфат. Аерозолите, доминирани от окислените серни съединения, често се наричат сулфатни аерозоли.

Сухо отлагане: $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{PM}_{(\text{s})} \rightarrow \text{PM}_{(\text{s})}$

Мокро отлагане: $\{\text{O}\}_{\text{aq}} + \text{S(IV)}_{\text{aq}} \rightarrow 2\text{H}^+_{\text{aq}} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$

Wet deposition:



Градската атмосфера може да бъде замърсена със серен двуокис, а също и с частици като пепел или сажди. Тези замърсители се отделят, особено като резултат от дейности, при които въглищата се използват като източник на енергия. Този вид замърсяване се нарича промишлен смог.

Думата "смог" се формира чрез комбиниране на две английски думи - дим и мъгла. Индустриалният смог се произвежда в индустриални центрове, където енергията се получава при изгаряне на въглища, обикновено през зимата, при влажно и студено време.

Industrial smog / Индустриален смог

Смес от летлива пепел, сажди, SO₂ и някои VOCs

SMOG = SMOKE + FOG

Получава се в индустриални центрове, през зимата, при влажно и студено време.

2.5. SO₂ effects on human health

Ефекти в/у човешкото здраве на SO₂

Излагането на населението на серен двуокис е само при вдишване. Най-уязвимите групи при действието на серен двуокис са децата, възрастните хора и тези, които вече имат белодробни заболявания. Сред неблагоприятните ефекти на серния двуокис върху човешкото здраве ние илюстрираме очно дразнене, респираторни проблеми, повишен риск от сърдечен удар.

През първата половина или XX век се съобщават остри замърсявания, причинени от индустриален смог (като 1930 г. в долината на Мейз, 1939 г. Сейнт Луис, 1948 донора и др.). Известен е случаят с индустриалния смог в Лондон през декември 1952 г., когато са регистрирани 4000 смъртни случая поради респираторни и сърдечносъдови заболявания в резултат на излагане на смог, съдържащ основно серен двуокис и прахови частици.



London smog

2.6. SO₂ effects on ecosystems

Ефекти в/у екосистемите на SO₂

След контакт с почвата или водната повърхност (езера и реки) серният диоксид предизвиква подкисляване. Това е вредно за дърветата и растенията, като поврежда листата и влияе върху растежа им. Също така, благоприятства загубата на биологично разнообразие.



2.7. SO₂ effects on built environment

SO₂ ефекти върху изградената среда

Серния двуокис оказва отрицателно въздействие върху застроената околна среда, от разграждането на исторически паметници, поради реакциите на калций и магнезиев карбонат с кисели аерозоли. Киселинните аерозоли увреждат строителните материали като варовик, доломит, мрамор от обикновени сгради, но и от културни и исторически обекти.



3. Азотни окиси - NO_x

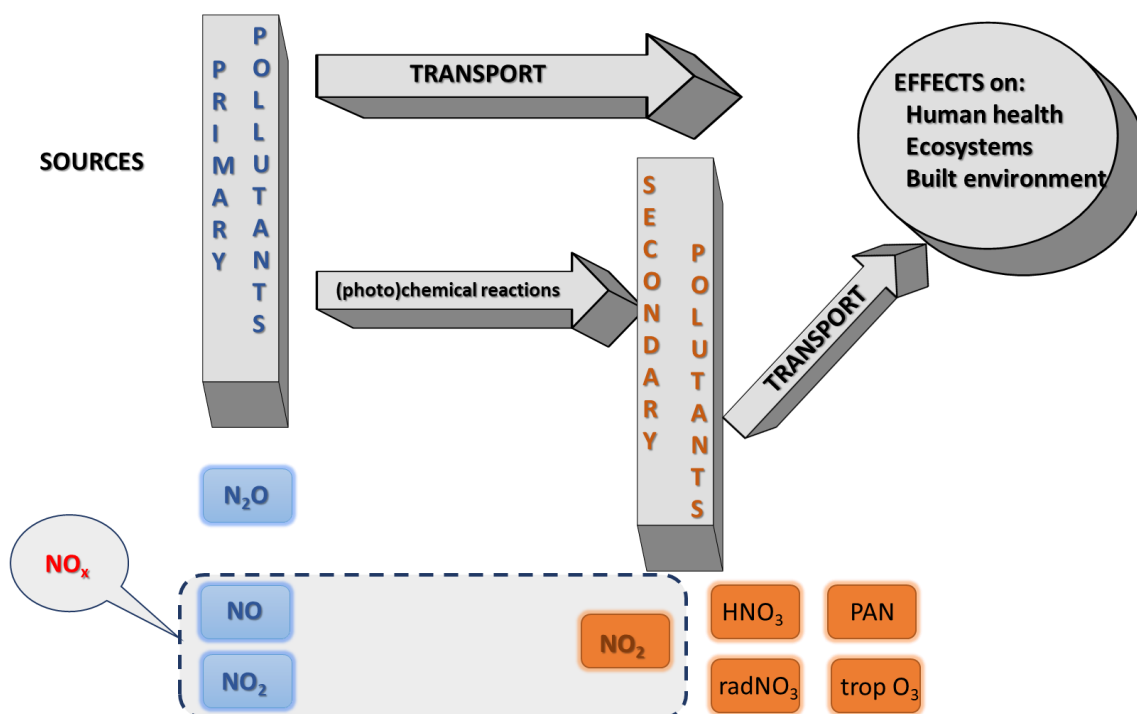
Значителен брой азотни съединения присъстват в атмосферата. Споменаваме оксидите като:

- азотен оксид, известен като "смешен газ" (поради еуфоричните си ефекти при вдишване, използван като безопасно лекарство и като окислител в ракетни горива, при моторни състезания и т.н.), основен замърсител на атмосферата;
- азотен окис и азотен диоксид, главни замърсители на атмосферата, наричани общо като NO_x .

Практически, азотният оксид, който се отделя в атмосферата, бързо се окислява до азотен диоксид. По този начин азотният оксид е основен замърсител и азотният диоксид е вторичен. Много ниски количества азотен диоксид се отделят директно в атмосферата.

Азотните оксиди участват в химични и фотохимични процеси, генерирайки вторични замърсители като: азотна киселина, нитратни радикали, пероксиацетил нитрат и тропосферен озон.

Първичните или вторичните азотсъдържащи замърсители са известни като генериращи неблагоприятни ефекти върху човешкото здраве, природната или застроена среда.

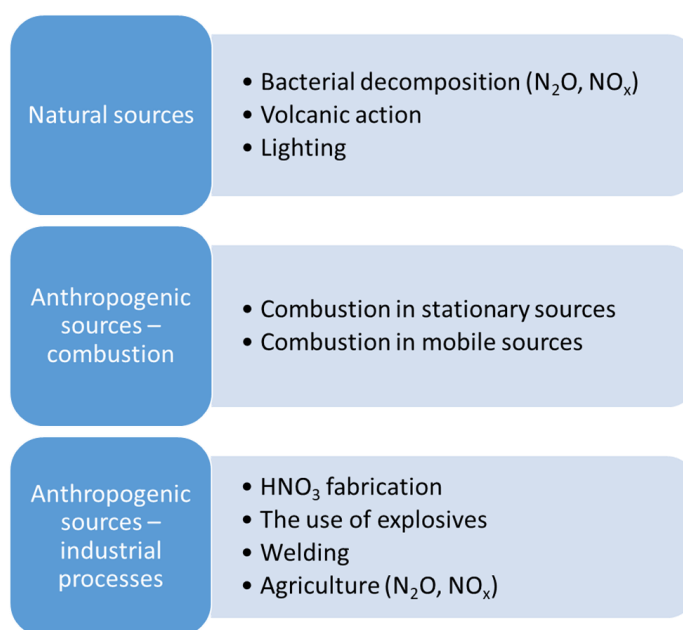


3.1. Sources for NO_x emissions

Източници на NO_x емисии

Естествените източници на емисиите на азотни оксиди имат значителен принос за тяхното присъствие в тропосферата. В резултат на естествените процеси фоновата концентрация на азотен диоксид е 0,02 ppbv. Биохимичното разграждане на органичното вещество е естествен източник на азотни окиси (като N₂O, NO_x). Вулканични изригвания и мълнии по време на бури освобождават азотни оксиди в тропосферата.

Сред антропогенните източници, важен принос принадлежи на производството на енергия чрез изгаряне на изкопаеми горива, както в стационарни, така и в мобилни източници. Промислените процеси като производството на азотна киселина, използването на експлозиви, заваряването, също са източници на емисии на азотни оксиди. Земеделският сектор трябва да бъде споменат, тъй като използването на синтетични торове на базата на азот, по време на денитрификация, освобождава значително количество азот в тропосферата.



Официалните документи, издадени от Европейския съюз и Световната здравна организация, налагат границите на атмосферната концентрация на азотен диоксид при 40 µg / m³ като средногодишна стойност и 200 µg / m³ като средна стойност на час.

3.2. NO₂ properties

Свойства на NO₂

Сред оксидите най-агресивният замърсител е азотният диоксид. При температура под -11.2 ° C е безцветно твърдо вещество, образувано от димерни молекули. В температурния диапазон от -11,2 ° C до 21,2 ° C е жълто-кафява течност, а над 21,2 ° C е червеникаво-кафява течност. Както в течна, така и в газообразна форма, той има радикална структура, защото върху увреждащия електрони при азотния атом. Това дава висока реактивност на азотния диоксид.

Азотният диоксид има характерен, остър мирис, присъствието му на атмосферата във висока концентрация може да се забележи поради намалената видимост като червеникаво-кафява мътилка.

С атмосферната вода образува смес от азотни и азотни киселини, които могат да бъдат неутрализирани от амониак, ако има такъв.

Азотният диоксид има окислителни свойства, той може да реагира с хидроксидна, образувайки киселинни видове.

Той е предшественик на тропосферния озон и играе важна роля в фотохимичното образуване на смог.

температура (°C)	 -11.2°C	-11.2°C.....21.2°C	21.2°C.....
Състояние	твърдо	течно	газ
Форма	dinitrogen tetroxide N ₂ O ₄ (dimer)	Nitrogen dioxide ·NO ₂ (free radical)	Nitrogen dioxide ·NO ₂ (free radical)
Цвят	безцветен	жълто-кафяв	червеникаво-кафяв

- Характерен остър мирис
- Поглъща видимата слънчева радиация → допринася за намаляване на атмосферната видимост
- Реагира с вода → азотна киселина + азотиста киселина
- В присъствието на амониак → амониев нитрат
- Регулатор на оксидиращата способност на тропосферата → реагира с хидроксилните радикали
- играе ключова роля при образуването / отстраняването на озона в тропосферата → фотохимичен смог

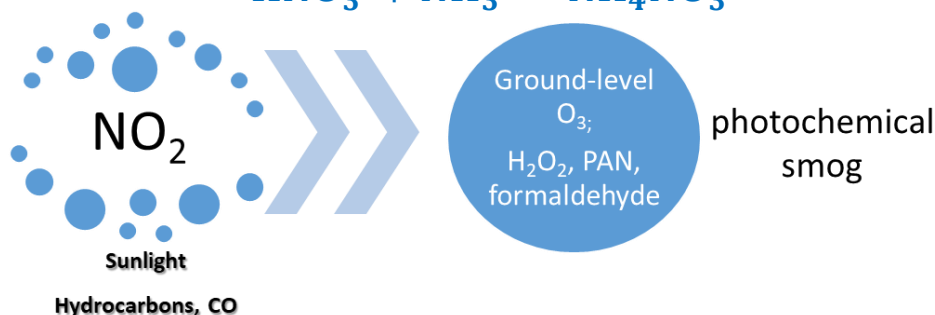
3.3. NO₂ - key precursor of a range of secondary pollutants

NO₂ - ключов прекурсор на редица вторични замърсители

В резултат на неговата реактивност, азотният диоксид отговаря за най-малко два основни проблема със замърсяването на атмосферата:

- кисел аерозол
- фотохимичен смог.

Фотохимичният смог се образува при слънчева радиация в региони с интензивен автомобилен трафик и промишлена дейност. Фотохимичните прекурсори на смог са азотен диоксид, летливи органични съединения, въглеводороди, които под слънчева светлина претърпяват редица фотохимични реакции, за да образуват вторични замърсители като тропосферен озон, пероксиацетилов нитрат, формалдехид. По този начин фотохимичният смог е сложна комбинация от замърсители, разработени като жълто-кафява мътилка в горещи слънчеви метеорологични градове, където автомобилният трафик е претоварен (известен също като смог Лос Анджелис).





3.4. Ефекти от NO₂

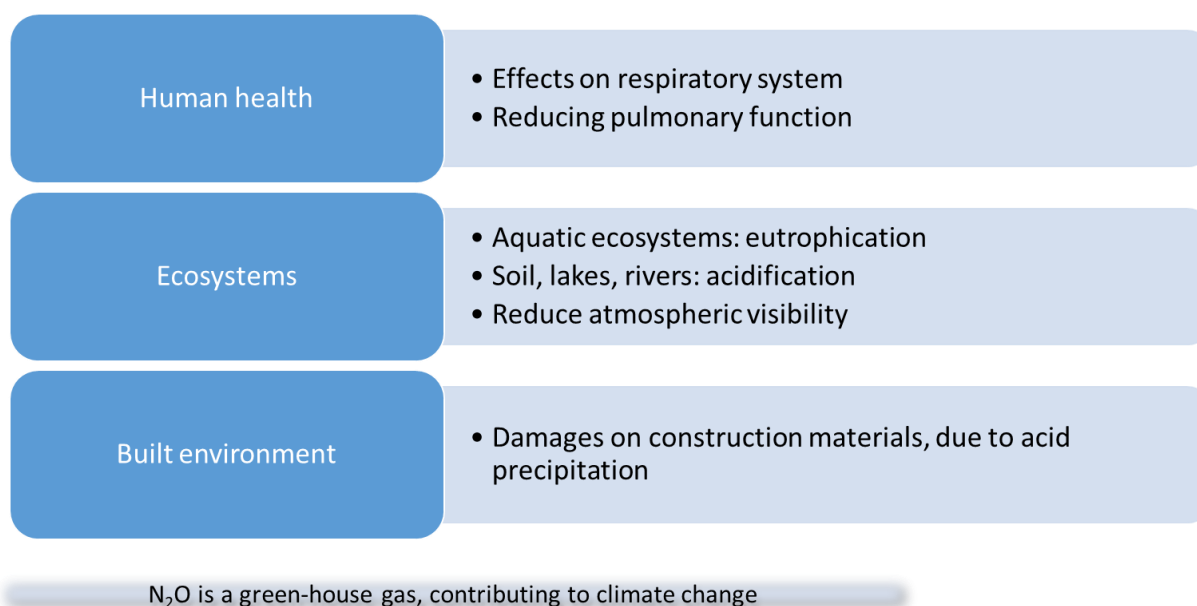
Азотният диоксид оказва редица неблагоприятни ефекти върху човешкото здраве чрез намаляване на респираторните, белодробни функции, когато населението е изложено чрез вдишване.

Когато се депонират от атмосферата, азотният диоксид, но също и азотният оксид допринася за дисбаланса на азотните хранителни вещества във водните екосистеми, което води до еутрофикация.

След като се депонират в почвата и / или в повърхностните води, азотните оксиди генерират подкисляване.

В контакт с компонентите на застроената среда, поради киселинността, азотните газове замърсители водят и до повреди.

Важно е да споменем, че азотният оксид не оказва пряко неблагоприятно въздействие върху човешкото здраве, но е парников газ и допринася за изменението на климата.



4. GROUND-LEVEL OZONE / Озон в нивото на почвата

4.1. Озон в атмосферата

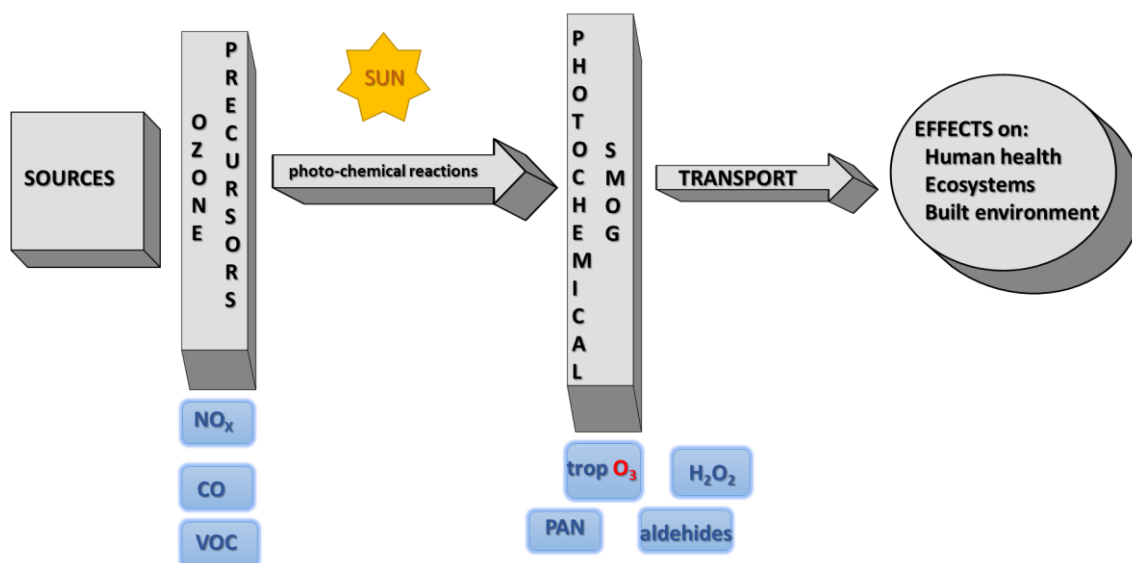
В атмосферата на Земята озонът присъства естествено в стратосферата, на около 25 километра надморска височина. Тя се образува чрез фото-окисление на бимолекулен кислород под UV-слънчевата радиация. По този начин, стратосферичният озон е полезен за Земята, защото абсорбира вредната UV слънчева радиация.

В тропосферата, на нивото на земята, озонът представлява газообразен замърсител с неблагоприятно въздействие върху човешкото здраве и естествената и застроена среда. Известен е като най-представителният и токсичен замърсител от класа на оксидантите в околната среда. Тропосферният озон е вторичен замърсител, не се излъчва директно от източник:

- *стратосфера*
 - озонов слой
 - (+) поглъща вредна UV слънчева радиация
- *тропосфера*
 - на нивото на земята (тропосферен озон)
 - (-) вреден замърсител

Прилагайки модела на замърсяване, може да се обясни, че тропосферният озон е вторичен замърсител. Озоновите прекурсори, замърсителите, излъчвани от техните специфични източници, при слънчева радиация, произвеждат фотохимичния смог. На местно ниво то има неблагоприятно въздействие върху човешкото здраве, върху природната и застроена среда. Фотохимичният смог се дефинира като комбинация от мъгла и химикали, получени от пътния транспорт и индустриалните източници, които реагират при наличието на слънчева радиация.

Във фотохимичния смог азотният диоксид, в присъствието на слънчева радиация и някои въглеводороди (от семейството на летливи органични съединения), образуват азотен оксид и атомен кислород. Атомният кислород реагира с други замърсители, отделяни от автомобили, като въглероден окис, образувайки голямо разнообразие от продукти, сред които озонът. Също така трябва да се споменат водородния пероксид, органичните съединения като пероксиацетил нитрат, алдехидите, като формалдехид.



4.2. Ground-level Ozone: sources for precursors

Озон на земно ниво: източници на прекурсори

Източниците на производство на тропосферните озонови прекурсори могат да бъдат естествени - растенията, които отделят вещества от категория терпени или антропогенни като градския трафик, но също така и някои специфични дейности в селскостопанския сектор.

Естествени източници

- Биогенна емисия на прекурсори
- например емисия на VOC от растителност

Антропогенни източници

- Фотохимични реакции на прекурсори емитирани от собствени източници
- например: градски трафик, земеделие

4.3. Ground-level Ozone: properties

Озон на земно ниво. Свойства

Озонът е триатомна форма на кислород, е нестабилен газ, безцветен, с остър мирис, силно реактивен и силен окислител.

Лимитираната концентрация за защита на човешкото здраве е определена като 100 микрограма на кубичен метър като 8-часова средна стойност.

4.4. Ground-level Ozone: effects

Озон на земно ниво. Ефекти

Сред въздействията върху човешкото здраве в резултат на излагането на атмосферата, замърсена с озон, споменаваме остриите, на нивото на дихателните и сърдечно-съдовите системи. Сред хроничните заболявания се съобщава за намаляване на белодробната функция, развитие на астма, намаляване на продължителността на живота.

Екосистемите също са негативно повлияни от увреждане на растителността и намаляване на темпа на растеж. Наземният озон се счита за по-вредно за растителността и за излагане на оранжевост на всеки друг замърсител.

Наличието на тропосферен озон води до разграждане на влакна, каучук, строителни материали. Също така произвежда напояване и избледняване на повърхностите и строителните материали.

Тропосферният озон е парников газ, допринасящ за изменението на климата.

human health	• Acute response: pulmonary system effects; cardiovascular effects • Chronic response: reduced lung function; development of asthma; reduction in life expectancy
ecosystems	• Damages forests, vegetation and crops by reducing their growth rates
built environment	• Damages fabrics, rubber in tires, construction materials • Weathering and fading of colors

Ground-level ozone is a green-house gas, contributing to climate change

5. PARTICULATE MATTER АТМОСФЕРНИ ЧАСТИЦИ

Атмосферата, естествено или в резултат на антропогенни дейности, се характеризира с наличието на частици, както от природни, така и от изкуствени източници, с размери, между 0,5 mm за прахови частици, пясък или мъгла, и молекулни размери за тези, освободени от антропоични дейности.

5.1. Particulate matter symbols

Символи на атмосферните частици

Ние определяме частиците (символ PM), сместа от твърди и / или течни частици, разпръснати във въздуха. Частиците се състоят от смес от фини твърди и течни частици, суспендирани във въздуха. При оценката на въздействието на праховите частици върху околната среда и човешкото здраве най-важният въпрос е тяхното измерение.

$PM_{\text{aerodynamic diameter}}$

Към акронима за PM е свързано като индекс числото, което означава фракцията на размера или аеродинамичния диаметър. Въз основа на тази характеристика, праховите частици се класифицират в:

- Общо суспендирано вещество (съвсем по-старо наименование), което означава всички частици с размери под 100 микрона; тези частици могат да се видят с просто око, като се знае, че границата на видимост е около 50 микрометра;

Фракцията едри частици съдържа тези с диаметър между 2.5 и 10 микрометра,

Фракцията фини частици съдържа тези с диаметър до 2,5 микрометра

Фракцията ултрафини частици или нанометрични частици са тези с диаметър под 0.1 микрометра.

Всички частици с размери под 10 микрометра не могат да се видят с просто око, те се виждат с микроскопи.

За да се опишат частиците или просто частиците, се използват термини като:

Аерозоли, дефинирани от системата на твърдо вещество и течност, разпръснати във въздуха;

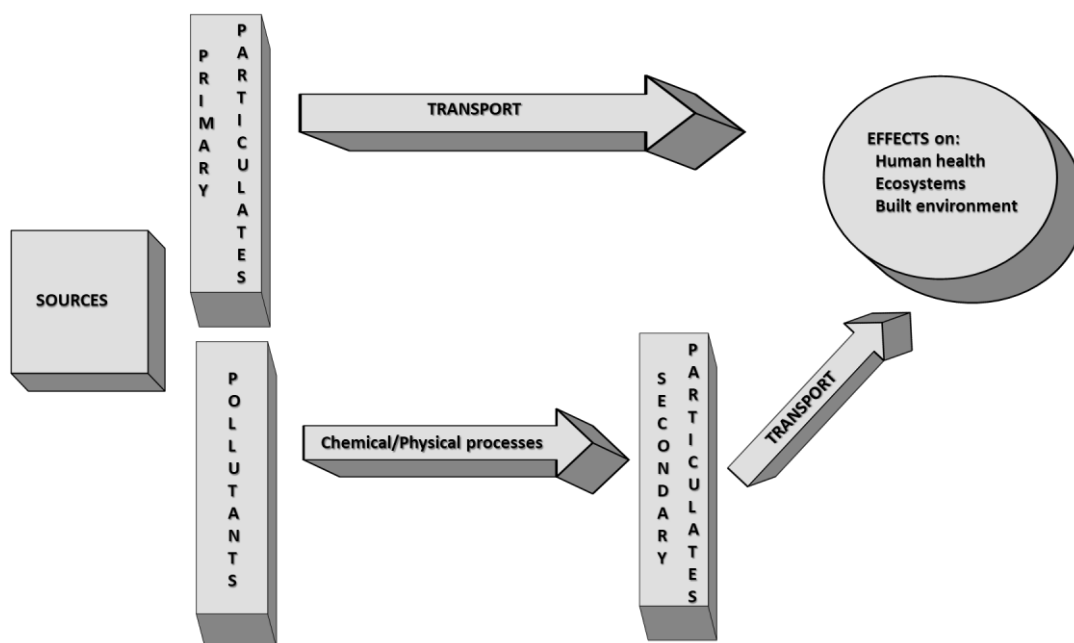
Прах, сажди - за твърди частици, разпръснати във въздуха

Мъгла, мъгла - за течните частици, разпръснати във въздуха.

Фракция	Диапазон на аеродинамичния диаметър	Символ	Бележки
Общо суспендирани частици	$\leq 100\mu m$	TSP	Могат да се видят с просто око
Груби частици	$d \leq 10\mu m$ $2.5\mu m \leq d \leq 10\mu m$	PM ₁₀ PM _{2.5-10}	Могат да се открият само с микроскоп
Фини частици	$d < 2.5\mu m$	PM _{2.5} PM ₁	
Ултрафини частици	$d < 0.1\mu m$	UFP	

Като се има предвид емисиите на частици, могат да се разграничат първичните частици, тези, които са директно емитирани и вторичните частици, тези, образувани в атмосферата в резултат на физични и химични процеси сред газообразни замърсители като серен диоксид, азотни оксиди, които се отделят от специфични източници.

Веднъж внесени в атмосферата, частиците се транспортират чрез движения на въздушни маси или се депозират. Като функция на техните размери има вариации в атмосферния живот на частиците и следователно тяхното транспортно разстояние. Съставът на частиците, в зависимост от източника на емисии, диктува тяхното измерение, транспорта, както и ефекта, който оказват върху човешкото здраве, естествената и / или застроена среда.



5.2. Sources for PM emissions

Източници на емисии на ПМ

Частиците се излъчват от огромен брой източници, както естествени, така и антропологични.

Естествено, частиците съществуват в резултат на ерозия на почвата, прах, транспортиран от въздушни маси.

Морските аерозоли, известни като морски спрей, са богати на соли и органични вещества.

Маслените частици също имат биологичен произход, като прашец, плесен.

По време на вулканичното изриване се отделя важно количество частици.

Най-важният източник за емисиите на прахови частици е изгарянето на изкопаеми горива, дори ако това са въглища, нефт, нефтени продукти или биомаса.

Сред индустриалните източници се споменава строителството, минното дело, циментът, производството на керамични материали, топилната промишленост. Важен източник на частици е пътната ерозия от трафик и не на последно място дейностите в селското стопанство.

Прекурсорите за вторични частици са газообразни замърсители на атмосферата като серен диоксид, азотни оксиди и амоняк, които генерират вещества с ниска летливост, като сярна киселина, амониев сулфат, амониев нитрат, които кондензират, коагулират генериращи аерозоли. Те се транспортират като неорганични частици или се отлагат като коричка върху въглеродни частици.

Газообразните замърсители могат да бъдат органични, освободени от естествени източници, като терпени или от антропоични източници, като полициклични ароматни въглеводороди. Те могат да генерират вторични органични аерозоли (SOA), чрез окислителни реакции. В сравнение с първичните частици, химичните процеси, участващи в образуването на вторични, са относително бавни и тяхната устойчивост в атмосферата е удължена.

Естествени източници на ПМ

- Почва и прах, носени от вятъра
- Генериране на морски аерозоли (морски спрей)
- Полен, спори от плесени, части от растения
- Вулканична пепел

Антропогенна емисия на първични ПМ

- Изгаряне на изкопаеми горива (въглища, нефт, бензин, биомаса)
- Строителни обекти,
- Строителство, добив, производство на цимент, керамика
- Смазочна промишленост
- Необорудвани пътища, ерозия на пътната настилка
- Вторична формация на първични ПМ образувани във въздуха чрез реакции на газообразни замърсители
- Вещества с ниска летливост, които кондензират в твърда / течна фаза на ПМ
- Източници на първични газообразни неорганични замърсители (SO_2 , NO_x) или органични съединения (естествено емитирани - монотерпени или получени от антропогенни дейности - ароматни въглеводороди)

5.3. Състав на ПМ

Като се има предвид механизмът им на формиране, частиците имат различен състав и следователно различни размери. Фините прахови частици обикновено съдържат неорганични видове, вода и ядро от елементарен въглерод, полициклични ароматни въглеводороди, вторични органични аерозоли, както и биологични органични вещества. Обикновено тези частици съдържат сажди или сулфатни / нитратни аерозоли и техният характер е предимно кисел. Грубите частици съдържат предимно прах, пепел, метални оксиди, натриев хлорид от морски аерозоли, биологични компоненти. Най-общо казано,

тези частици съдържат основно сажди или неорганични съединения, подобни на тези в почвата, следователно те имат преобладаващо алкален характер.

PM_{2,5}

- Неорганични видове:
- Аниони: сульфати, нитрати, хлориди
- Катиони: амоний, водород, натрий, калий, калций, магнезий
- Преходни метали (кадмий, мед, никел, цинк)
- Вода, свързана с частици
- Органичен въглерод, елементарен въглерод (ЕО)
- Полициклични ароматни въглеводороди
- Вторични органични аерозоли
- Биогенни органични вещества
- Преобладаващо: сажди или сулфатни / нитратни аерозоли
- Обикновено кисели (не-неутрализирани киселини)

PM₁₀

- Повторно суспендиран прах, пръст от почвата, прах от улиците,
- Въглища и минерална пепел,
- Оксиди на Si, Al, Mg, Fe; CaCO₃; NaCl
- Морска сол
- Биологични компоненти: прашец, спори от плесени
- Преобладаващо: сажди или неорганични - подобна на почвата
- Обикновено основни (съдържание на почвата)

5.4. PM transport

Транспорт на ПМ

Транспортирането на частици чрез движението на въздушните маси зависи от измерените частици. Фините и ултрафинни частици имат доста дълъг атмосферен живот, транспортирани на дълги разстояния, стотици километри, поради което тяхното въздействие се възприема на регионално ниво.

Грубите частици имат по-нисък атмосферен живот, в рамките на минути до няколко часа, поради което имат по-висока скорост на утаяване. Транспортът им по въздушни маси се осъществява на кратки разстояния под 10 километра, като въздействието се проявява на местно ниво.

Фини и ултрафини ПМ	Груби ПМ
Живот: дни и седмици	Живот: минути до часове
100 – 1000 км разстояние за пътуване	1 – 10 км разстояние за пътуване
Засяга регионална и по-широка област	Засягат местния мащаб

5.5. PM air concentration for human health protection

ПМ концентрация във въздуха за защита на човешкото здраве

Атмосферните концентрации, установени от Директивата за качеството на въздуха на равнище Европейски съюз, са 25 микрограма на кубичен метър, както ежегодно се касае за частици с аеродинамичен диаметър до 2,5 микрометра. За частици с аеродинамичен диаметър до 10 микрометра границите са 40 микрограма на кубичен метър годишна средна стойност и 50 микрограма на кубичен метър годишна средна стойност.

Предложените от Световната здравна организация граници са по-строги, стойностите са под препоръчаните от Европейския съюз.

	PM _{2,5}	PM ₁₀
EU граници (AQD):	25µg/m ³ на година	40µg/m ³ на година 50µg/m ³ на 24 часа
WHO граници (WGO указания):	10µg/m ³ на година	20µg/m ³ на година 20µg/m ³ на 24 часа

5.6. PM effects on human health

ПМ ефекти в/у човешкото здраве

Ефектите на праховите частици върху човешкото здраве зависи от техните размери.

Дори в Европа емисиите на прахови частици са намалели през периода 2000-2015 г. все още съществуват значителен процент от населението, изложено на частици (дори и ПЧ_{2,5}, дори ПЧ₁₀), в концентрации надхвърлящи границите, наложени от ЕС или препоръчани от световната здравна организация.

Като се има предвид проникването в човешкото тяло, при вдишване, грубите частици се считат за инхалируеми или гръдни частици, проникващи в дихателната система и филтрирани чрез носа и гърлото.

Фините прахови частици, вдишваните частици, проникват дълбоко в белия дроб, в алвеолите и бронхиолите.

В случая на едри частици, които имат по-висока скорост на утаяване, дълготрайната експозиция чрез вдишване се намалява, но кратковременната експозиция причинява респираторно заболяване.

Има голям брой проучвания, показващи факта, че фините прахови частици са отговорни за заболявания на дихателната, сърдечно-съдовата система, както и на нивото на централната нервна система.

PM_{2,5}

EU-28 експозиция на населението на PM_{2.5} levels (2015):

над EU лимита (25µg/m³ за година): 7%

над WHO лимита (10µg/m³ за година): 82%

- Респиращи се частици: обикновено преминават към белите дробове, дълбоко в газовите части (алвеоли и крайни бронхиоли) и могат да се абсорбират от повърхностите на клетките
- Респираторна и сърдечно-съдова заболяемост (влошаване на астмата, респираторни симптоми)
- Смъртност от сърдечно-съдови и респираторни заболявания, рак на белия дроб
- Постоянно въввлечени в неблагоприятни неврологични процеси, свързани с заболявания на централната нервна система

PM₁₀

EU-28 експозиция на населението на PM₁₀ нива (2015):

над EU лимита (50µg/m³ за ден): 20%

над WHO лимита (20µg/m³ за година): 62%

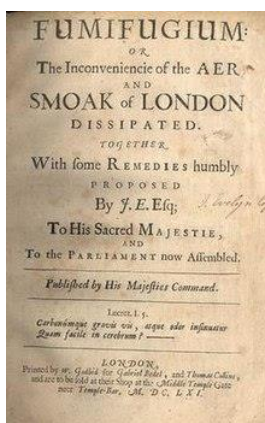
- Инхалационни частици, гръдни частици: при вдишване ефективно се филтрират от носа и гърлото,
- проникват само в долната част на дихателната система
- Да се освободи бързо - дългосрочната човешка експозиция чрез вдишване се намалява
- Краткосрочна експозиция: ефекти върху здравето на дихателните пътища

5.7. PM effects on environment

ПМ ефекти в/у околната среда

Неблагоприятните ефекти на пушека, изпускан от изгарянето на въглища, са споменати още от 13 век. През вековете са регистрирани голям брой епизоди на замърсяване, причинени от прахови частици. С технологичното развитие частиците, излъчвани в атмосферата, имат по-сложен състав, като по този начин ефектът им се проявява по по-разнообразни начини. В атмосферата присъствието на частици се възприема от намалената видимост. Като следствие от тяхното измерение и състав, частиците са сухи или влажни, като по този начин възникват промени в почвата или водната повърхност.

Дим от изгаряне на въглища, известен във Великобритания от 13-ти век



Силно намалява видимостта



След нанасяне (мокро / сухо) - подкисляване на почвата / повърхностните води

Промяна на баланса на хранителните вещества в повърхностните води

Изчерпване на хранителните вещества в почвата



5.8. PM effects on built environment

ПМ ефекти в/у построената околна среда

Наличието на прахови частици в атмосферата води до щети на строителни материали, деградация на обекти и дори на исторически паметници. Повърхностите на замърсяване, напояване, корозия на метални материали са само няколко примера за вреди, причинени от прахови частици в застроена среда.

Повреди на строителни материали, включително културно важните обекти, чрез деградация и замърсяване

Повреди, свързани с киселинните дъждове - атмосферни влияния, корозия.



6. REFERENCES

ЛИТЕРАТУРА

<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017>

http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf

<https://www.eea.europa.eu/help/glossary>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Fumifugium>

<https://ca.news.yahoo.com/mystery-of-1952-great-smog-which-killed-12000-londoners-has-been-solved-093408147.html>

<https://www.thetimes.co.uk/article/most-children-in-britain-are-exposed-to-illegal-air-pollution-levels-d3l5rqlms>

<https://www.theguardian.com/commentisfree/2017/may/06/observer-view-on-curbing-air-pollution-diesel-car-scrappage-health>

<https://www.greenoptimistic.com/top-10-polluted-places-blacksmith-institute-20131107/#.WkOb8t-WZPY>

<https://saferenvironment.wordpress.com/2008/09/05/coal-fired-power-plants-and-pollution/>

<http://www.cruiselawnews.com/2016/12/articles/pollution-1/deliberate-dumping-coverup-and-lies-doj-fines-princess-cruises-40000000/>

<http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>

http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf

<http://www.history.com/news/the-killer-fog-that-blanketed-london-60-years-ago>

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:-_Acid_rain_damaged_gargoyle_-.jpg

http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf

<https://ca.news.yahoo.com/mystery-of-1952-great-smog-which-killed-12000-londoners-has-been-solved-093408147.html>

<https://www.theguardian.com/commentisfree/2017/may/06/observer-view-on-curbing-air-pollution-diesel-car-scrappage-health>



**VNIVERSIDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS OF INTERNATIONAL EXCELLENCE



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



South-Eastern Finland
University of Applied Sciences

U. PORTO



UNIVERZITA
KARLOVA



Universitatea
TRANSILVANIA
din Braşov



ИКИТ

<https://toxoyer.com>

Project coordinator: Ana I. Morales
Headquarters office in Salamanca.
Dept. Building, Campus Miguel de Unamuno, 37007.
Contact Phone: +34 663 056 665